

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN COMO HERRAMIENTAS MEDIADORAS DE LOS PROCESOS EDUCATIVOS

VOLUMEN .I

Fundamentos y Reflexiones

COMPILADORES

Maricel Occelli
Leticia García Romano
Nora Valeiras
Mario Quintanilla Gatica

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN COMO HERRAMIENTAS MEDIADORAS DE LOS PROCESOS EDUCATIVOS

VOLUMEN I: FUNDAMENTOS Y REFLEXIONES



LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN COMO HERRAMIENTAS MEDIADORAS DE LOS PROCESOS EDUCATIVOS

VOLUMEN I: FUNDAMENTOS Y REFLEXIONES

COMPILADORES

Maricel Occelli

Leticia García Romano

Nora Valeiras

Mario Quintanilla Gatica

AUTORES

Melchor Álvarez-Mon Soto, Antonio Carlos R. de Amorim, Adriana M. Assumpção, Marcela C. Chiarani, Florencia D'Aloisio, David Díaz Martín, Cintia Doerflinger, Alberto Domingo Galán, María Emilia Echeveste, Rosa Estriégana-Valdehita, Rosanna Forestello, Mónica Gallino, Cristina Galván Fernández, Leticia García Romano, Berta E. García, Guaracira Gouvêa, Mario Italo Rinaldi, Enric López C., Tania Malin Vilar, Marina Masullo, Jorge Monserrat Sanz, Maricel Occelli, Alfredo Prieto Martín, Antonio Quesada, Marta Romero Ariza, María José Rubio, Paquita Sanvicén Torné, Nora Valeiras y Mónica Villarreal



COMPILADORES

Maricel Occelli, Leticia García Romano, Nora Valeiras y Mario Quintanilla Gatica

ASISTENTE DE EDICIÓN

Miguel Angel Manzanilla Castellanos

CORRECCIÓN LITERARIA FINAL

Maricel Occelli y Leticia García Romano

COMITÉ EDITORIAL CIENTÍFICO INTERNACIONAL

Dr. AGUSTÍN ADÚRIZ BRAVO
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires. CONICET.*

Dr. GONZALO BERMÚDEZ
*Communicare. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y
Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. CONICET*

Mg. JULIO GONZALO BRITOS
*Facultad de Ciencias Sociales. Centro de Estudios
Avanzados. Universidad Nacional de Córdoba.*

Dra. LAURA BUTELER
*Facultad de Matemática Astronomía y Física.
Universidad Nacional de Córdoba. CONICET*

Dra. GABRIELA DOMJAN
*Facultad de Filosofía y Humanidades.
Universidad Nacional de Córdoba.*

Dra. SANDRA LUCIA ESCOVEDO SELLES
Universidade Federal Fluminense, UFF, Brasil.

Mg. NANCY FERNÁNDEZ MARCHESI
*Instituto de Educación.
Universidad Nacional de Tierra del Fuego e Islas del
Atlántico Sur.*

Dra. LYDIA GALAGOVSKY
*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires.*

Dr. LEONARDO GONZÁLEZ GALLI
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires. CONICET.*

Dra. GABRIELA LORENZO
*Facultad de Farmacia y Bioquímica.
Universidad de Buenos Aires. CONICET.*

Dra. SUSANA MARCHISIO
*Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.
Universidad Nacional de Rosario.*

Dra. ELSA MEINARDI
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires. CONICET.*

Dr. FRANCO MIR
*Laboratorio de Neurofisiología del Instituto
de Investigaciones Médicas Mercedes y Martín Ferreyra.
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.*

Universidad Nacional de Córdoba. CONICET.

Mg. PATRICIA MORAWIKI
*Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales.
Universidad Nacional de Misiones.*

Dra A. ANA OÑORBE
Instituto Dámaso Alonso. Madrid. España.

Esp. MARÍA ISABEL PASTORINO
*Facultad de Ciencias Exactas.
Universidad Nacional de Río Cuarto.*

Dra. MARÍA ANDREA PEREA
*Facultad de Matemática Astronomía y Física.
Universidad Nacional de Córdoba.*

Dra. MARÍA JOSEFA RASSETTO
*Facultad de Ciencias de la Educación.
Universidad Nacional del Comahue.*

Dra. MARÍA VICTORIA PLAZA
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires. CONICET.*

Dr. ALEJANDRO PUJALTE
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires.*

Dra. GRAZIELA PERONA
*Facultad de Ciencias Sociales. Centro de Estudios
Avanzados. Universidad Nacional de Córdoba.*

Dr. MARIO QUINTANILLA GATICA
*Grupo Grecia. Facultad de Educación.
Pontificia Universidad Católica de Chile.*

Dra. LIGIA QUSE
*Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
Universidad Nacional de Córdoba.*

Dra. ANDREA REVEL CHION
*CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Buenos Aires.*

Mg. GABRIELA SABULSKY
*Facultad de Ciencias Sociales. Centro de Estudios
Avanzados. Universidad Nacional de Córdoba.*

Dr. EDGAR ORLAY VALBUENA USSA
Universidad Pedagógica Nacional (Colombia).

Dr. JESÚS VÁZQUEZ ABAD
Faculté de Education. Université de Montréal

Producto científico del Proyecto AKAEDU03 (2016-2019), patrocinado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile, la Academia de Ciencias de Finlandia y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Santiago de Chile 2018

DIRECTOR DE LA COLECCIÓN

Mario Quintanilla Gatica

Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias (Bellaterra)

Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias (G.R.E.C.I.A.)

Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile

Compiladores del Volumen I: Maricel Occelli/ Leticia Garcia Romano / Nora Valeiras/ Mario Quintanilla Gatica

AUTORES Y AUTORAS

Melchor Álvarez-Mon Soto/ Antonio Carlos R. de Amorim/ Adriana M. Assumpção/ Marcela C. Chiarani/ Florencia D'Aloisio/ David Díaz Martín/ Cintia Doerflinger/ Alberto Domingo Galán/ María Emilia Echeveste/ Rosa Estriégana-Valdehita/ Rosanna Forestello/ Mónica Gallino/ Cristina Galván Fernández/ Leticia Garcia Romano/ Berta E. García/ Guaracira Gouvêa/ Mario Italo Rinaldi/ Enric López C./ Tania Malin Vilar/ Marina Masullo/ Jorge Monserrat Sanz/ Maricel Occelli/ Alfredo Prieto Martin/ Antonio Quesada/ Marta Romero Ariza/ María José Rubio/ Paquita Sanvicén Torné/ Nora Valeiras / Mónica Villarreal

DE ESTA EDICIÓN:

© Bellaterra. Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias. Toesca 2946, Oficina 309, Santiago de Chile.
Teléfono (56)-(2) 226890028
www.sociedadbellaterra.cl

1ª edición: Septiembre de 2018
Inscripción Propiedad Intelectual N°
ISBN de la Obra: 978-956-09033-4-1
ISBN del Volumen: 978-956-09033-5-8

Editorial Bellaterra Ltda. Edición: Alida Mayne-Nicholls

Edición: Miguel Angel Manzanilla Castellanos
Revisión de estilo: Maricel Occelli y Leticia Garcia Romano
Corrección literaria: Maricel Occelli y Leticia Garcia Romano.
Diseño de portada: Pablo Ortiz Luna
Diseño y diagramación: Pablo Ortiz Luna
Impresión: Andros Impresores.

Impreso en Santiago de Chile.

Para fines comerciales, quedan rigurosamente prohibidas, bajo sanciones establecidas en las leyes, la reproducción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de esta, por cualquier medio, tanto si es electrónico como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien fotocopia, sin la autorización escrita de los titulares del copyright. Si necesita fotocopiar o escanear fragmentos de esta obra, diríjase a www.sociedadbellaterra.cl

Todos los Derechos Reservados.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a cada uno de las y los colegas que directa o indirectamente contribuyeron al resultado de este nuevo libro “Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como herramientas mediadoras de los procesos educativos”.

A todo el profesorado e investigadores/as quienes aportaron sus ideas para nutrir esta obra, a cada persona que como estudiante, docente o investigador/a trabajó con el Grupo de Investigación EDUCEVA (Educación en Ciencias y Entornos Virtuales de Aprendizaje), a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y a la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SECyT) de la Universidad Nacional de Córdoba, al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET), a la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias BELLATERRA, al Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias GRECIA, a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile, la Academia de Ciencias de Finlandia y al Programa de Cooperación Científica Internacional (PCCI) que, a través de su proyecto AKA EDU/ 03, hacen posible que este libro sea un instrumento más de colaboración interinstitucional e internacional para la comunidad de didáctica de las ciencias.

*Maricel Occelli, Leticia García Romano, Nora Valeiras y Mario Roberto Quintanilla Gatica
Compiladores.*

Santiago de Chile, julio de 2018.

PRÓLOGO

Estamos en presencia de un libro necesario como útil, relevante como oportuno, sugerente como genuino. Se trata de una interesante compilación que investigadores/as y estudiantado de postgrado logra sistematizar de manera inteligente y creadora, pensando en las finalidades que tienen las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación en general y en la enseñanza de las ciencias en particular. La complejidad y rigor teórico y analítico, así como las diferentes propuestas incluidas en cada uno de sus capítulos es un aporte interesante a la investigación y la docencia en esta área de la educación científica.

En el capítulo 1 *Aportes al desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias*, la Dra. Nora Valeiras presenta una breve introducción y origen del libro y la trayectoria de investigación, que como grupo EDUCEVA¹, dio lugar a varios de sus escritos. Señala que opta por incluir no solo aportes propios, sino trabajos de distintos grupos con los que ha trabajado en los últimos años enfatizando que esta producción literaria viabiliza un producto más rico que deviene de distintas orientaciones y permite un amplio intercambio colaborativo y de investigación en la enseñanza de las ciencias, poniendo en juego un espacio de interés común, que muestra una consolidación del campo de trabajo de las TIC, específicamente en la educación científica.

Por su parte el capítulo 2 *Cultura visual en la civilización de la imagen*, sus autores *Adriana M. Assumpção, Guaracira Gouvêa y Antonio Carlos R. de Amorim*, en función de la relevancia que toman las imágenes en la formación de profesores de ciencias a través de diferentes soportes y lenguajes, proponen problematizar su lectura. Se aportan “indicios” para aquellos que inician sus investigaciones sobre lenguaje e imágenes, así como también para quienes enseñan por medio de ellas. La temática es abordada desde una aproximación a los estudios del lenguaje y las imágenes, dialogando con diversos autores para compartir aquellos sentidos que le atribuimos a la lectura de imágenes, y articulando esta perspectiva con la lectura de imágenes de la ciencia.

En el capítulo 3, *Los docentes como autores en la integración de las TIC*, *Maricel Occelli y Leticia García* abordan el vínculo entre la disponibilidad de las TIC y la dinámica de las prácticas de enseñanza de las ciencias que plantean los docentes. Para ello se posicionan en una perspectiva que mira las prácticas educativas en su complejidad y reconoce a los docentes como autores creativos de ellas. Presentan los argumentos desde los cuales se comprenden las TIC como herramientas mediadoras de los procesos de aprendizaje. A su vez, realizan una breve síntesis de los programas de equipamiento tecnológico basados en el modelo 1 a 1, las diferentes prácticas educativas que han tenido lugar con las TIC y finalmente desarrollan una metodología de acompañamiento que posiciona a los docentes como autores de propuestas innovadoras en sus aulas.

1 EDUCEVA: Educación en Ciencias y Entornos Virtuales de Aprendizaje, es un grupo interdisciplinario de investigadores y docentes de diferentes especialidades dedicados a la educación en ciencias experimentales con TIC, de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

El capítulo 4: Jóvenes y Tecnologías: prácticas, desafíos y potencialidades educativas, de las autoras *Florencia D'Aloisio* y *María Emilia Echeveste* se proponen repensar a los jóvenes y las nuevas tecnologías. Para estas finalidades, repasan algunas nociones de cientistas sociales que delimitan las juventudes como constructos sociohistóricos, culturales, referenciales, identitarios, relacionales e institucionales. Asimismo, contextualizan la sociedad de la Información, para ubicar a los jóvenes en la cultura digital y su relación con la construcción de ciudadanía. Del mismo modo revisan ciertas miradas que comprenden de forma reduccionista la relación de los sujetos jóvenes con las tecnologías. Por último, atendiendo a prácticas e intereses tecnológicos que los jóvenes llevan consigo a las aulas, los autores reflexionan sobre las posibilidades que su uso habilita en clave de aprendizaje escolar.

En el capítulo 5: *Pensar-con-tecnologías... y educar-con-tecnologías*, su autora *Mónica Villarreal* discute acerca del papel de las tecnologías en la educación en general y en las ciencias básicas en particular. Comienza haciendo referencia al vínculo entre ciencias y tecnologías para luego considerar el vínculo educación – tecnologías. Una mirada a los Diseños Curriculares para la Educación Secundaria en Córdoba, permite dilucidar el lugar propuesto para las tecnologías en la escuela. Se plantean y abordan dos cuestiones primordiales: 1) la importancia de asumir una posición epistemológica en relación a las tecnologías y la explicitación de los postulados subyacentes, 2) la necesidad de abordajes pedagógicos en sinergia con esa posición. En relación a los abordajes pedagógicos se hace referencia a las posibilidades interdisciplinarias que abren las tecnologías y al vínculo que es posible establecer entre las ciencias básicas en la escuela. Finalmente se relatan experiencias didácticas desarrolladas en ambientes ricos en tecnologías en los cuales se implementaron propuestas de naturaleza interdisciplinar.

En el capítulo 6: Otras Fuentes del currículo científico en la enseñanza con TIC, su autora, *Marina Masullo* inicia su aportación señalando que una práctica habitual al diseñar un recurso didáctico, suele ser la selección de los contenidos de física, biología, química, etc. a partir del currículum prescripto; secuenciarlos siguiendo, casi siempre, una lógica impuesta por la disciplina y después, en segundo término, se piensa en qué y cómo harán los estudiantes para aprender. Romper esa linealidad, señala Masullo, es clave para transformar nuestras prácticas. Posicionarnos en una postura sociológica, pensando en la finalidad de la ciencia que enseñamos, en unos aspectos epistemológicos que facilitarán la elección de las actividades que los estudiantes llevarán a cabo para reconstruir el conocimiento científico. Priorizar cómo aprende el que aprende dotando de significado los contenidos, facilitará mantener en un plano explícito, nuestras propias concepciones. De lo contrario, esas concepciones, mientras más implícitas, teñirán nuestras propuestas, que en muchas ocasiones, terminarán siendo propedéuticas, inductivas y en cierta forma conductistas.

En el capítulo 7 *Aulas virtuales, aulas sin paredes...entornos de enseñanza y de aprendizaje*, *Rosanna Forestello* y *Mónica Gallino* comunican una mirada en torno a las aulas virtuales desde un posicionamiento pedagógico/didáctico. En un comienzo, desarrollan ideas claves en torno al concepto de aula y, posteriormente, se adentran en *lo virtual*. Definen a las aulas virtuales e identifican sus características estructurales. A continuación, comparten con el/la lector/a dimensiones pedagógico didácticas claves a la hora de diseñar e implementar las mismas. El

capítulo finaliza con reflexiones que nos permiten seguir pensando *cómo educar con aulas virtuales*.

En el capítulo 8: *Aula inversa y aprendizaje inverso*, sus autores/as Alfredo Prieto Martín, David Díaz Martín, Jorge Monserrat Sanz, Melchor Alvarez-Mon Soto Paquita Sanvicén Torné y Mario Italo Rinald en primer lugar intentan convencer al lector de la utilidad del modelo de aprendizaje inverso para mejorar el aprendizaje universitario y muestran con ejemplos maneras viables de ponerlo en práctica. Proponen una implementación experimental con una metodología sencilla de aprendizaje inverso (*flipped classroom with just-in-time teaching*) en un tema de alguna de sus asignaturas. Finalmente, señalan y proponen ejercicios para la práctica de las habilidades pedagógicas y tecnológicas necesarias para implementar diversas metodologías de *flipped learning* que han demostrado su eficacia en la enseñanza universitaria. Este capítulo busca brindar herramientas útiles para aquellos profesores comprometidos con el aprendizaje de sus alumnos que están dispuestos a hacer el esfuerzo extra que supone implementar un modelo de aprendizaje inverso que a cambio producirá mejoras muy considerables en sus aprendizajes.

En el capítulo 9, *Evaluación formativa con TIC*, Rosa Estriégana-Valdehita y Alberto Domingo Galán se centran en un modelo de evaluación orientada al aprendizaje y en el aprovechamiento de distintas herramientas basadas en tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Señalan que estos recursos no proporcionan una solución por sí mismos, pero facilitan el desarrollo e implementación de estas estrategias cuando se combinan con una cuidadosa planificación del entorno y objetivos formativos. Se presentan diversas herramientas y recursos organizados por tipos de actividades y escenarios de aplicación, y se comentan casos prácticos de evaluación formativa con TIC.

En el capítulo 10 *Los portafolios digitales como herramientas de evaluación formativa y autorregulación en Ciencias*, su autora Cristina Galván Fernández se refiere al portafolios digital como una estrategia para potenciar la autorregulación del estudiante en los procesos de aprendizaje, a medida que el estudiantado va evidenciando su progreso en una evaluación alternativa y formativa. Para que este instrumento cumpla el objetivo de evidenciar los aprendizajes, el estudiante reflexionará sobre su práctica y sobre el proceso de aprendizaje a partir de unas pautas y del acompañamiento del docente. Una parte importante de la implementación de portafolios digitales es el proceso de evaluación con especial énfasis en la retro-alimentación y la relación entre docente y estudiante. Si bien la autora señala que los inicios del uso de portafolios digitales se dieron en la rama de Medicina, la versatilidad que ofrecen y el uso de ciertas plataformas, como Carpeta Digital®, facilitan su implementación en otras disciplinas del área científica.

En el capítulo 11 *Laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de las ciencias*, Antonio Quesada y Marta Romero Ariza realizan una reflexión inicial acerca de los argumentos científicos y culturales acerca de cómo las TIC han cambiado y cambiarán drásticamente el panorama y el papel de los laboratorios en la formación y la educación científica. Señalan de manera convincente que los laboratorios virtuales y remotos ofrecen la posibilidad de enriquecer las clases de ciencias aumentando y mejorando el alcance y variedad de los experimentos en entornos de indagación. Para ello analizan algunos aspectos tecnológicos y didácticos centrándose en los principales

hallazgos de la investigación educativa. Finalmente analizan sucintamente sus orígenes, las principales aportaciones y principios de diseño vinculados al papel de la experimentación y la indagación en la educación científica, así como algunos repositorios.

El capítulo 12: *Simulaciones para la enseñanza de la Física: El caso de las simulaciones Phet* desarrollado por *Cintia Doerflinger*, comienza definiendo y caracterizando el concepto de simulación, sus principales atributos y clasificación según diferentes autores de la enseñanza de las ciencias. Luego, desarrolla la potencialidad que poseen las simulaciones como recurso didáctico para la enseñanza de las ciencias naturales en general y las simulaciones applets java para la enseñanza de la Física en particular. Por último, muestra los resultados obtenidos al trabajar sobre una tesis de maestría que aborda el desarrollo de competencias científico-tecnológicas con simulaciones en clases de Física.

En el capítulo 13: Los videojuegos: ¿un problema de distracción o una oportunidad para aprender?, sus autoras *Maricel Occelli y Tania Malin Vilar* discuten acerca de qué son los videojuegos, por qué incorporarlos en la educación y qué características tienen. A partir de una distinción entre los videojuegos serios y los de entretenimiento describen un conjunto de 17 videojuegos que podrían integrarse en clases de ciencias naturales. Finalmente, presentan algunas reflexiones sobre cómo diseñar secuencias didácticas que permitan integrar a estos recursos en el aula de ciencias.

El capítulo 14 denominado Integración de *Mobile Learning* como plataforma pedagógica en secundaria, de los autores *María José Rubio y Enric López C.* justifica la adopción del *mobile learning* como plataforma pedagógica en la enseñanza secundaria, considerando que en la actualidad el alumnado de este nivel educativo ya posee en su mayoría este tipo de dispositivos (*Smartphone*, principalmente), y, como dicen sus autores, está acostumbrado a aprovechar sus funcionalidades fuera del aula. El *mobile learning* se presenta como algo evolutivamente natural y efectivo, que potencia las competencias digitales del colectivo de jóvenes, y que puede ser aprovechado por el sistema educativo para situar al alumnado en el centro de su proceso de aprendizaje. En este capítulo se ofrecen recomendaciones y se muestran algunas posibilidades de su uso didáctico.

Finalmente en el capítulo 15: Pensamiento Computacional: animarse a animar, sus autoras, *Marcela C. Chiarani y Berta E. García* proponen el desafío de repensar la práctica educativa desde la perspectiva de la resolución de problemas con herramientas de programación, para promover su apropiación en diferentes ámbitos educativos y diversas áreas curriculares. Las competencias digitales, como desafíos actuales para docentes y alumnos, resignifican los procesos de enseñanza y aprendizaje. Al mismo tiempo, señalan sus autoras, promueven aprender a pensar de manera creativa. A fin de abordar el pensamiento computacional, reflexionan sobre: ¿qué software utilizar para enseñar a programar?, ¿existen programas de acceso libre y aplicaciones para celular?, ¿están disponibles en línea? Se sugieren tres entornos de programación: Lightbot, Scratch y Alice para enseñar a programar y desarrollar el pensamiento computacional, varias estrategias de enseñanza se complementan entre sí: aprendizaje basado en problemas, pensamiento creativo, aprendizaje colaborativo, aula invertida. Para dar cuenta

de los aprendizajes adquiridos mediante estas estrategias, la evaluación debe contemplar el proceso e ir más allá del simple resultado final.

Se trata de un libro construido desde una práctica investigativa, en la cual se ha integrado a investigadores/as y estudiantes de postgrado en diferentes interfaces de colaboración y contenidos, así como de propuestas vigentes y novedosas. Este sello impregna las reflexiones de las y los autores y constituye su fortaleza para servir de apoyo al necesario cambio de la enseñanza de las ciencias naturales en todos los niveles educativos, en contexto y condiciones de aprendizaje. Es un libro que contiene un diálogo mayor con otros investigadores/ras de ámbitos geográficos y académicos diferentes, a través de redes que se sustentan en una permanente interacción mediante publicaciones, reflejadas en la bibliografía, y otros instrumentos de acción como seminarios, pasantías, asesoría de tesis, visitas, investigaciones compartidas. Ello está presente en un libro que contiene una dimensión internacional. Sin duda será un excelente aporte no sólo a la comunidad de investigación en didáctica de las ciencias experimentales, sino que también orientará decisiones pedagógicas, institucionales y culturales en un mundo en compleja y permanente transformación.

Prof. Mario Quintanilla-Gatica
Dr. en Didáctica de las Ciencias Experimentales
y de las Matemáticas
Pontificia Universidad Católica de Chile
Director Proyecto AKAEDU03

Santiago, agosto de 2018

VOLUMEN I

FUNDAMENTOS Y REFLEXIONES

PRÓLOGO

Mario Quintanilla Gatica

CAPÍTULO I

13 Aportes al desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias

Nora Valeiras

CAPÍTULO II

25 Cultura visual en la civilización de la imagen

Adriana M. Assumpção, Guaracira Gouvêa y Antonio Carlos R. de Amorim

CAPÍTULO III

39 Los docentes como autores en la integración de las TIC

Maricel Occelli y Leticia García

CAPÍTULO IV

51 Jóvenes y Tecnologías: prácticas, desafíos y potencialidades educativas

Florencia D'Aloisio y María Emilia Echeveste

CAPÍTULO V

65 Pensar-con-tecnologías... y educar-con-tecnologías

Mónica Villarreal

CAPÍTULO VI

81 Otras Fuentes del currículo científico en la enseñanza con TIC

Marina Masullo

CAPÍTULO VII

99 Aulas virtuales, aulas sin paredes...entornos de enseñanza y de aprendizaje

Rosanna Forestello y Mónica Gallino

CAPÍTULO VIII

117 Aula inversa y aprendizaje inverso

Alfredo Prieto Martín, David Díaz Martín, Jorge Monserrat Sanz, Melchor Alvarez-Mon Soto Paquita Sanvicén Torné y Mario Italo Rinaldi

CAPÍTULO IX

130 Evaluación formativa con TIC

Rosa Estriégana-Valdehita y Alberto Domingo Galán

CAPÍTULO X

150 Los portafolios digitales como herramientas de evaluación formativa y autorregulación en Ciencias

Cristina Galván Fernández

CAPÍTULO XI

168 Laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de las ciencias

Antonio Quesada y Marta Romero Ariza

CAPÍTULO XII

182 Simulaciones para la enseñanza de la Física: El caso de las simulaciones Phet

Cintia Doerflinger

CAPÍTULO XIII

190 Los videojuegos: ¿un problema de distracción o una oportunidad para aprender?

Maricel Occelli y Tania Malin Vilar

CAPÍTULO XIV

209 Integración de *Mobile Learning* como plataforma pedagógica en secundaria

María José Rubio y Enric López C.

CAPÍTULO XV

221 Pensamiento Computacional: animarse a animar

Marcela C. Chiarani y Berta E. García

APORTES AL DESARROLLO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Nora Valeiras

En este primer capítulo imaginamos que resultaría interesante presentar una escueta génesis del libro y la trayectoria de investigación, que como grupo EDUCEVA¹, dio lugar a varios de sus escritos. Su diseño fue pensado desde hace un largo tiempo y como tal, muchas de sus ideas iniciales fueron cambiando. En primer lugar, se visualizó como una exposición de los resultados obtenidos a través de proyectos de investigación subsidiados a lo largo de más de 15 años de trabajo del Grupo al cual pertenecemos las editoras y las experiencias áulicas desarrolladas por integrantes del grupo de extensión CienciaTIC² o por profesores de las escuelas secundarias asociadas a dichos proyectos. Pero esta perspectiva nos pareció insuficiente ya que un libro también significa exponer otras líneas, mostrar resultados y perspectivas diferentes. Es por ello que optamos no sólo incluir aportes propios, sino trabajos de distintos grupos con los que hemos compartido y profundizado, amistad, interrogantes, investigación, al igual que acciones destinadas a mejorar la calidad de la educación en ciencias. También el formato de los trabajos que constituyen este libro ha evolucionado, teníamos la idea de editar un número reducido de capítulos, pero la temática generó el interés en muchas personas, lo que nos llevó a tomar la decisión de dividir el material en dos volúmenes. Creemos que reunir esta “multi autoría” viabiliza un producto más rico que deviene de distintas orientaciones y permite un amplio intercambio colaborativo, poniendo en juego un espacio de interés común, que muestra una consolidación del campo de trabajo de las TIC, específicamente en la Enseñanza de las Ciencias.

LOS PRIMEROS RESULTADOS

En el año 2000 comenzamos a explorar las TIC con el convencimiento de que la introducción y el uso de estas tecnologías producirían cambios significativos que afectarían la Educación en Ciencias. De su estudio nos surgieron un sin número de preguntas, algunas que se respondían con resultados de investigaciones, que en general, se llevaban a cabo en otros países y otras quedaron pendientes de indagar. De forma paralela se hicieron llamados desde los organismos científicos argentinos para investigar en esta área, como línea de vacancia. Este escenario nos reafirmó especular acerca de la importancia que podía tener estudiar diferentes aspectos de la educación en ciencias vinculados al auge de las tecnologías. Es así que nos decidimos a emprender el desafío y la aventura de comenzar a investigar en un campo nuevo, que localmente estaba poco explorado. Entonces logramos consolidar

1 EDUCEVA: Educación en Ciencias y Entornos Virtuales de Aprendizaje, es un grupo interdisciplinario de investigadores y docentes de diferentes especialidades dedicados a la educación en ciencias experimentales con TIC, de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

2 CienciaTIC es un grupo de extensión interdisciplinario compuesto por docentes egresados y estudiantes universitarios de la Universidad Nacional de Córdoba. dhttps://www.facebook.com/cienciatic/

una oportunidad para poder profundizar los interrogantes que nos habíamos planteados. Nos surgieron dudas, marchas y contra marchas, aciertos y errores. La soledad también fue un camino que tuvimos que transitar, lo que nos convirtió en algo así como pioneros en la enseñanza de las ciencias con TIC. Desde esta situación comenzamos a investigar profundizando cada vez más su abordaje para producir resultados los que expondremos de manera condensada en las secciones de este capítulo, mostrando los aportes al que nos referimos en su título.

De manera general podemos afirmar que las investigaciones preliminares de esta área tuvieron que ver con el avance de las comunicaciones, la popularización y acceso de la información, para llevar a cabo un aprendizaje renovado. Todo ello condicionado al desarrollo de la infraestructura que permitiría responder a las demandas comunicacionales, no solo a nivel de ancho de banda, sino también a costos razonables para poder tener un acceso ilimitado y contar tanto con “máquinas” personales, como equipamiento en las instituciones escolares. Al respecto encontramos un sin número de investigaciones que tiene que ver con diagnósticos sobre la disposición de equipamientos, el uso que hacen los profesores, los alumnos, sus destrezas y el para qué de su utilización. Al respecto, realizamos trabajos locales encontrando resultados parecidos a los llevados a cabo en otros contextos similares. También las percepciones docentes fueron parecidas señalando un marcado déficit en su formación, miedos, rechazos e inseguridades ante este nuevo recurso que no conocían y que pudiera de alguna manera, modificar y/o reemplazar la función docente. En cuanto a los estudiantes no fueron tan distintos los resultados, desde el punto de vista de la disposición de máquina como de los servicios de Internet y su casi nulo uso educativo de las TIC (Giordano y Valeiras 2003; Liscovsky y Valeiras, 2003).

DESARROLLO DE MODELOS CON TIC Y FORMACIÓN DOCENTE

Las investigaciones y publicaciones centradas en la educación a distancia nos nutrieron a través de los diversos planteamientos pedagógicos y posturas tanto de enseñanza como de aprendizaje, adaptando métodos que permitieron generar innovaciones con un papel activo de los estudiantes. Se propusieron distintos modelos para su desarrollo buscando una estructura que permitiera apoyar propuestas renovadas para el aprendizaje de diversos temas. Esto implicó considerar varias vertientes en donde se imbrican una trama de conceptualizaciones necesarias de analizar como supuestos previos. Los aportes de Vygotsky desde la perspectiva histórico cultural en la que se reconoce la naturaleza central de la mediación instrumental y su importancia en el desarrollo cognoscitivo, es el marco teórico que adoptamos para los trabajos que emprendimos. Los elementos básicos de nuestras propuestas estuvieron centrados en la complejidad de los procesos cognitivos, el compartir experiencias y la creación de entornos de aprendizaje basados en la indagación y en el descubrimiento. Considerando estas posturas se desarrolló un modelo de enseñanza de las ciencias experimentales basado inicialmente en el “modelo de Harvard” conocido como “Enseñanza para la Comprensión” (EpC), adaptado a la noción de ambiente virtual de aprendizaje. Su idea central estaba centrada en brindar la posibilidad de desenvolver procesos de comprensión a partir del despliegue de habilidades cognitivas y metacognitivas. Un aspecto medular en la enseñanza de las ciencias tiene que ver con la comprensión de los conceptos científicos, pues ya sabemos de las dificultades que esto tiene para los estudiantes y la preocupación de los docentes para enseñarlos. Propusimos talleres de formación docente para el área de biología, centrados en la conceptualización de la comprensión, la relación entre el comprender y el aprender y cómo se enseña para que el “otro” comprenda. Se trata de que

sea el mismo docente quien analice su propio desempeño en el doble juego de la enseñanza y del aprendizaje, que distinga sus prácticas y se compare con lo propuesto por la EpC. De los resultados de esta etapa se visualiza desde los docentes, que la enseñanza usual de contenidos no garantiza su comprensión por parte de los alumnos, que existe un marco teórico y unas estrategias que pueden optimizar los resultados de la enseñanza en términos de comprensión, que lo central del marco y la metodología de la EpC es la perspectiva del desempeño, que esas estrategias son accesibles y están a su alcance (Gallino y Valeiras, 2002 y 2003).

A partir de estas investigaciones y los resultados encontrados, nos llevó a definir un modelo que denominamos “Modelo Constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en Línea” (MoCEL), el cual se apoya en la perspectiva histórico-cultural de Vygotsky, en la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner y Perkins, con la propuesta pedagógica de EpC y las tendencias actuales para la enseñanza del conocimiento científico. Este modelo integra seis dimensiones de análisis necesarias para su desarrollo: contextual, multimedia, pedagógica didáctica, cognitiva, epistemológica y comunicacional con sus respectivos indicadores. Se plantean sus objetivos y se propone una estructura y metodología de trabajo organizadas en etapas (Valeiras y Meneses, 2005; Valeiras, 2006). Este modelo fue usado para el desarrollo de distintos materiales y medios didácticos integrando las TIC como soportes mediáticos utilizando los tópicos generativos que se obtuvieron a través de los talleres llevado a cabo con los docentes (Valeiras, Gallino y Crocco, 2005). Los primeros materiales se desarrollaron en CD para transferir conocimientos disciplinares específicos y con la intención de que la conexión a Internet no fuera una limitante. Se diseñaron y desarrollaron tres módulos destinados a la formación docente continua: ¿Cómo enseñar para comprender el origen de la vida?, Evolución de las Especies y Los Residuos Sólidos Urbanos, este último con una simulación para ser usada en un modelo de gestión (Occelli y Valeiras, 2006, Valeiras y González, 2006; Occelli, Valeiras y Gallino, 2011). Como estrategias se utilizó el aprendizaje distribuido que integra el aprendizaje “cara a cara” con interacciones sincrónicas y asincrónicas. Se organizó un encuentro presencial, utilizando la plataforma Moodle para los foros, las comunicaciones por correo electrónico, y el material de estudio propuesto fue preparado especialmente en un CD, respetando el modelo constructivista propuesto y los cuatro principios de la EpC. También se analizaron materiales que podrían ser usados en los desarrollos virtuales tales como el contenido científico, la procedencia y el diseño de páginas Web, estableciendo criterios para su selección (Valeiras, Micieli y Skicko, 2003).

Avanzando en esta línea teórica se propuso una modificación del MOCEL en función del conocimiento biotecnológico y sus componentes didácticos específicos, los cuales también demandaron una selección de recursos y un sistema de comunicación particular. Estas adaptaciones permitieron delinear un nuevo modelo MABV (Modelo Aprendizaje de Conceptos Biotecnológicos a través de Colaboración Virtual) (Occelli, 2013; Occelli, Garcia Romano, Valeiras y Gardenal, 2017). Para llegar a la formulación del modelo MABV se indagaron las prescripciones curriculares oficiales destinada a la formación de maestros y profesores de Biología, su cultura tecnológica y la integración de las TIC en las aulas (Occelli, Garcia y Masullo, 2012), así como las prácticas educativas de docentes de escuela secundaria de la Ciudad de Córdoba para el desarrollo de la Biotecnología, teniendo en cuenta las características de las temáticas controvertidas que se presentan al enseñar este tipo de tecnociencia (Occelli, Valeiras y Gardenal, 2012).

Continuando con esta línea de trabajo centramos nuestra mirada en los debates sociocientíficos y el trabajo colaborativo. En función de ello diseñamos, aplicamos y evaluamos un curso de formación docente que denominamos “Plantas Transgénicas: Mitos y Realidades” destinado a Profesores de Ciencias Biológicas o Químicas. Se abordó la resolución de un problema abierto en torno a las plantas transgénicas, con una modalidad a distancia, a través de un aula virtual y utilizamos la plataforma Moodle. Los participantes trabajaron en grupos colaborativos de cuatro integrantes, en los cuales cada uno tenía un rol específico para resolver el problema. Esta dinámica de trabajo promovió que se pusieran en juego diferentes puntos de vista y nos permitió indagar la evolución de sus ideas y el lugar de las prácticas argumentativas durante el trabajo colaborativo (Occelli y Vazquez-Abad, 2010; Garcia y Occelli, 2012). Para analizar cómo se construyó conocimiento durante la resolución del problema, estudiamos las interacciones que tuvieron lugar en los foros de discusión y los tipos de aportes que realizaron los estudiantes en las Wikis. Encontramos que estos entornos promueven procesos de co-construcción de conocimiento en los cuales cada persona es responsable de funciones complementarias, lo cual da lugar a una construcción colaborativa de convergencia. Sin embargo, los modos de interacción que se establecen no siempre responden a un esquema de colaboración, ya que también se observaron modos sumativos o individuales para llegar a una solución final (Occelli, Masullo y Valeiras, 2013).

Posteriormente a partir de los resultados de estas investigaciones se revisaron los aportes teóricos específicos de la enseñanza científica mediada por TIC de tal manera que nos permitió redefinir, conceptos, modelos y las posiciones sobre los procesos de aprendizaje que se promueven con las tecnologías (Occelli y Valeiras, 2015).

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE EN ALUMNOS

Otro aspecto que nos motivó a investigar fueron las estrategias de aprendizaje utilizadas por los estudiantes cuando trabajan con TIC. Para ello se adaptó y utilizó el “Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje y Motivación” (CEAM), con diez categorías de análisis y se aplicó en una población de estudiantes universitarios. A continuación de los resultados obtenidos, se desarrollaron y pusieron a prueba distintos dilemas científicos con recursos TIC para visualizar las estrategias de aprendizaje en alumnos de Ingeniería Química, (Valeiras, Saldís, Gomez y Manitta, 2007; Saldís y Gómez, 2008). Se incorporaron a la plataforma MOODLE una serie de casos de estudio extraídos de Internet u otros recursos tales como cortos y videos los cuales planteaban diferentes procesos de investigación utilizados por científicos, haciendo hincapié en la resolución de problemas. Los estudiantes analizaron los casos, redactaron procedimientos que estuvieran dispuestos a poner en práctica frente a las diferentes situaciones planteadas y expusieron sus propuestas utilizando TIC (Valeiras, Gómez, Saldís y Martínez, 2009; Saldís, Gómez, Martínez y Valeiras, 2009).

Avanzando en el desarrollo de nuevas estrategias de aprendizaje basadas en el uso de Internet profundizamos el estudio y utilización de las WebQuest (WQ) en el aula. Se concretó con el diseño del módulo “La materia y sus cambios: combustión y corrosión” destinado a la formación de futuros maestros de un Instituto de Formación Docente. El desarrollo estuvo centrado en formular preguntas, plantear hipótesis, delinear pequeñas investigaciones, medir, confeccionar e interpretar gráficos y realizar inferencias (González, Hug y Masullo, 2005). Continuando el estudio de la WQ se investigaron aplicaciones destinadas a la enseñanza de la química y sus formas de evaluación, (Masullo, 2012;

Occelli, Garcia y Masullo 2012; Masullo, Occelli y Valeiras, 2013). También se analizaron WQ diseñadas por alumnos del Profesorado en Ciencias Biológicas observando un predominio de enunciados, casi dogmáticos y sin posibilidades de ser modificados en las actividades propuestas. Esto provocó la necesidad de investigar más profundamente los modos de enunciación de los conceptos y definiciones disponibles en Internet, para ello se tomó el concepto de combustión que ya había sido trabajado anteriormente (Masullo, Occelli y Quse, 2014; Masullo, Ibañez, Occelli y García, 2015). También se generó la necesidad de caracterizar un grupo de WQ disponibles en Internet y focalizamos la mirada en la temática de biodiversidad. El estudio se realizó en base a una selección orientada principalmente a alumnos de colegio secundario con indicadores previamente definidos. Como resultados se observa que el concepto de biodiversidad no alcanza a reflejarse por completo en las WQ y la importancia de este tema se plantea de manera general (Cholorque y Valeiras, 2015).

LAS TIC Y SALUD

Propusimos otra línea de investigación dentro de una de las problemáticas de salud importantes en nuestro país, como es la Enfermedad de Chagas. Se diseñó un programa de capacitación a distancia para docentes a través del desarrollo de un CD que se estableció a través de mapas conceptuales interactivos lo que permitió organizar su personal recorrido (Crocco, Valeiras, Rodríguez y López, 2010). Se creó una página www.educahagas.com.ar con el objetivo de generar un espacio que ofrece herramientas, instrumentos para las escuelas y comunidad en general sobre esta problemática. En la misma se presentan las actividades que desarrollan las escuelas como resultado de las intervenciones, banco de imágenes, bibliografía, recursos para docentes y alumnos. También se indagaron distintos aspectos sobre resiliencia, en Chagas generando un desarrollo con TIC apoyada en esta variable social (Suarez, 2011 y Suarez, Valeiras y Crocco, 2011).

Otro aspecto de nuestro interés fue investigar diferentes repositorios y proyectos educativos que integraran las TIC con enfermedades vectoriales como el Dengue. Se generaron categorías descriptivas y analíticas de base para generar instrumentos de análisis que permitan detallar cómo son los sitios/páginas Web. A partir de la valoración de sus contenidos se realizó una propuesta de formación docente en esta problemática (Biber, Occelli y Valeiras 2011; Biber, Garcia y Valeiras 2016; Biber, 2017).

AVANZANDO CON LOS NUEVOS RECURSOS TECNOLÓGICOS

La década del 2000 se destaca por la producción de computadoras de bajo costo para equipar a los docentes y estudiantes de escuelas de países Latinoamericanos, con el principal objetivo de reducir la brecha digital. Se establecen programas con distintos nombres tales como Plan Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea (Ceibal) del 2007 en Uruguay; en el 2008, Puentes Educativos, en Chile; Prouca en Brasil 2009 y Conectar Igualdad en Argentina en el 2010. En el capítulo 3 se amplía y actualiza el tema mostrando su relación e impacto en las prácticas educativas de los docentes de ciencias.

La llegada de las PC a las escuelas y la mejora de la conectividad nos permitió avanzar en el estudio de temas específicos que demandaban mayores recursos tecnológicos. A su vez múltiples investigaciones vienen mostrando cómo las TIC se convierten en un elemento clave para propiciar

aprendizajes significativos en temáticas científicas complejas y abstractas. Entre ellas se destacan las simulaciones, las animaciones, los videojuegos y los laboratorios virtuales, que se han popularizado para la enseñanza de conceptos en ciencias.

Una práctica habitual en el conocimiento científico consiste en la generación de modelos como un proceso de simplificación de la realidad. El desarrollo de los diferentes procesos centrados en la modelización trae aparejado serias dificultades para encontrar estrategias que permitan a los estudiantes lograr su comprensión. Las TIC pueden constituir un medio que facilita la modelización. Las simulaciones son tipos particulares de modelos, que de alguna manera el usuario puede manipular. Las simulaciones son una herramienta de autoaprendizaje, que permite modelar fenómenos mediante objetos dinámicos, expresar sus puntos de vista, formular preguntas, haciendo posible con ello aproximaciones a los fenómenos naturales. A partir de esta línea de trabajo se investigaron distintos aspectos de la modelización y se propuso estudiar simulaciones para la enseñanza la Física, (Simulaciones Phet de la Universidad de Colorado) con la finalidad de identificar las dificultades que presentan los estudiantes al resolver problemas aplicando las Leyes de Newton. Se generó una propuesta didáctica que incluyó una simulación Applet Java para el aprendizaje de este contenido con su correspondiente evaluación (Doerflinger, 2016). Estos aspectos son profundizados en el capítulo 12.

Otro recurso que se ha popularizado para la enseñanza de conceptos abstractos son las animaciones llevadas a cabo por computadora. Variadas investigaciones registran impactos positivos en su utilización para el aprendizaje de conceptos. Se diseñó una propuesta para el desarrollo de contenidos de división celular (meiosis y mitosis) en la escuela secundaria a través de la técnica de Stopmotion, utilizando el software libre Monkey Jam. Analizamos el proceso de construcción de las animaciones por parte de los estudiantes y sus aprendizajes (Occelli, Garcia Romano, Valeiras y Willging, 2017).

Los videojuegos son una herramienta TIC que presenta altas potencialidades como mediadora del aprendizaje, ya que a partir de representaciones de la realidad ofrecen posibilidades para acercar al alumno a la vida real y de esta manera trabajar la problemática de la contextualización del conocimiento. A grandes rasgos se pueden identificar dos tipos de videojuegos, los que se desarrollan para el entretenimiento y aquellos producidos con fines educativos como se indica en el Capítulo 13 de este libro. Del primer grupo, el videojuego comercial SimCity 3000, fue un excelente recurso que utilizamos con alumnos para demostrar la complejidad del concepto modelo, sus relaciones con otras terminologías, su importancia para la ciencia y las limitaciones para manipular múltiples variables (Malin Vilar, Occelli y Valeiras, 2012 y 2013; Galera y Occelli, 2014).

Dentro del segundo grupo, identificamos que el videojuego educativo “Kokori” presentaba potencialidades para el estudio de la biología celular. En la bibliografía se registran dos situaciones problemáticas en esta temática, una de ellas es su nivel de abstracción y complejidad, la otra es que muchas veces se utilizan recursos que promueven visiones distorsionadas y estáticas de la célula. Como una manera de superar estas dificultades diseñamos, aplicamos y evaluamos una propuesta didáctica integrando el videojuego educativo “Kokori” con estudiantes de secundaria. A raíz de esta experiencia, encontramos que el videojuego, además de ser divertido y motivador, compromete a los estudiantes en una misión específica que conecta el conocimiento biológico con una situación concreta que debe ser resuelta y le confiere a los participantes un rol activo como productores de conocimiento (Occelli, Valeiras y Willging, 2015).

Muchos de los procedimientos de las ciencias tienen lugar en un laboratorio, hoy en día se utilizan los laboratorios virtuales como complemento de un laboratorio convencional. En general se utilizan para manipular variables de una situación predeterminada y es una herramienta que permite al alumno poner en práctica sus conocimientos y resulta de interés para abordar diferentes procesos. Los aspectos aquí reseñados nos sirvieron de base para proponer el uso de dos laboratorios virtuales con alumnos del profesorado en Biología, lo que permite comprender conceptos que habitualmente requieren experimentación fáctica. Se llevó a cabo un laboratorio para la identificación de ADN a través de electroforesis en gel y el otro para la contaminación del agua utilizando una simulación virtual para el análisis y tratamiento del agua la cual fue desarrollada en una sala de informática (Marchesini, Piassentini y Occelli, 2012; Tosoratto, Piassentini, Romero y Noriega, 2014).

LAS PRÁCTICAS DE LECTURA Y ESCRITURA

Otro aspecto que nos ha preocupado, sobre todo cuando se trata de la enseñanza de las ciencias con TIC, tiene que ver con el abordaje de las prácticas de lectura y escritura. La lectura y la escritura permiten que los estudiantes se apropien de nuevos conocimientos, aprendan las formas de hablar de la ciencia y puedan comparar sus puntos de vista con los de otras personas. Además, el desarrollo de habilidades argumentativas es una condición indispensable para entender las bases epistemológicas de las prácticas científicas.

En función de esto, los primeros análisis vinculados a este campo de trabajo se realizaron en el marco del curso de formación docente nombrado anteriormente: "Plantas Transgénicas: Mitos y Realidades". En los foros de discusión de dicha instancia de capacitación, se analizaron los puntos de partida para el debate; las características de los argumentos contruidos y las preguntas iniciales que se planteaban los participantes; el rol de la escritura en el marco de un trabajo colaborativo; y la evolución de los conceptos estudiados. Los resultados obtenidos permitieron identificar secuencias donde proponentes y oponentes exponían sus argumentos, realizaban preguntas que permitían ubicar el contexto de los participantes -de lugares muy diferentes- y ampliar los marcos de referencia en un tema en el que aparecía información nueva permanentemente (García y Occelli, 2012). En el caso de lo desarrollado en las Wiki del curso, podemos decir que se desarrollaron secuencias de escritura colaborativa en las que se promovieron procesos de aprendizaje reflexivo y que se concibió a la escritura como un proceso complejo, recursivo, flexible e interactivo (García, Occelli y Valeiras, 2013).

Avanzando en el desarrollo de esta línea, nos propusimos analizar la dimensión argumentativa y tecnológica en la formación de docentes de ciencias. Así, se estudiaron las nociones de argumentación de docentes de ciencias y estudiantes de escuela secundaria y se caracterizó la potencialidad argumentativa de tres recursos tecnológicos utilizados en el marco de la formación inicial y continua de profesores de ciencias. En lo que respecta a las ideas sobre argumentación de profesores y estudiantes, los resultados muestran una diversidad de posturas, expectativas y habilidades. En lo que se refiere a los recursos tecnológicos -foros de debate, mapas de argumentos (Debategraph) y WISE (Web-based Inquiry Science Environment)- puede decirse que los tres recursos combinan dos aspectos clave para el aprendizaje de las ciencias: la argumentación y la colaboración. Además, presentan potencialidades para aprender a argumentar y para aprender ciencias a través de la argumentación. En función de los resultados obtenidos, se propone que en el contexto de la formación de docentes de ciencias con tecnologías, las concepciones de argumentación subyacentes a cada recurso deberían

volverse explícitas, y las herramientas o aplicaciones tecnológicas deberían utilizarse no solo para argumentar sino también para que los docentes nos aproximemos y comprendamos mejor las prácticas argumentativas de nuestros estudiantes (García Romano, Condat, Occelli y Valeiras, 2016).

En el caso de WISE, llevamos a cabo el proyecto didáctico “Pescando en el fondo del mar” presente en la plataforma y desarrollamos un análisis pormenorizado de los argumentos elaborados por los estudiantes. En primer lugar, es relevante destacar que gran parte del alumnado utilizó datos, justificaciones y reservas, indicadores de una producción argumentativa compleja. En segundo lugar, es importante señalar que la plataforma permite al docente conocer cuáles son las posturas de los estudiantes en torno a un tema y analizar cómo éstas van cambiando. Así, se concluye que la plataforma posee gran potencialidad para trabajar la argumentación en el aula de ciencias. A modo de sugerencia, se remarca que la herramienta de edición del proyecto que ofrece la plataforma es muy útil para el docente, ya que le permite adecuar el proyecto a sus necesidades, pero debe ser usada con cuidado ya que dependiendo de los cambios realizados podría modificar los recursos de manera que pierdan potencialidad para la indagación o la argumentación en el aula (Mermoud, Ordoñez y García Romano, 2017).

LAS REDES SOCIALES

El hecho educativo es un fenómeno esencialmente comunicacional, que, como tal, se establece en los ambientes mediados por TIC y que aprendemos a usar en el marco de interacciones sociales viabilizadas por la comunicación. Estas interacciones se producen en un proceso dialógico y participativo dentro del contexto virtual. Las redes sociales son un espacio ideal para poder visualizar estas relaciones y ocupan un destacado lugar en la vida personal. Sabemos la magnitud de tiempo que utilizan nuestros estudiantes en las comunicaciones sociales, la potencia de las redes y la información que se establece en ellas. Nuestro interés en estos aspectos se refiere al estudio de las redes sociales como instrumentos de enseñanza y aprendizaje. Comenzamos un trabajo exploratorio tomando cinco grupos docentes de Facebook analizando los tipos de comunicación, interacción e información que presentan en ellos (Movsesian y Valeiras, 2015).

A MODO DE CIERRE

Ya han transcurrido más de 15 años desde que incursionamos en estas andanzas de investigar y desarrollar materiales con TIC. Muchas cosas han cambiado y la aceptación de este recurso es unánime, por lo menos en la vida cotidiana, lo que nos hace preguntarnos si la escuela no tendría que hacer un esfuerzo mayor para implantar esta realidad en sus aulas. Seguramente esto implicaría un cambio de paradigma en lo que hace a los espacios de escolarización, a la relación docente alumno, al encuentro con el contenido, entre otros; en síntesis descubrir una nueva escuela.

No podemos negar hoy, el impacto de las TIC en las aulas, ya sea incipiente o afianzado, esto abre un interesante campo de trabajo y es casi imposible pensar en innovaciones educativas sin el aporte de estos recursos. Las habilidades, destrezas, actitudes en los docentes y en los estudiantes tendrán que ser otras, porque principalmente la información está al alcance de muchos más a través de Internet, y por tanto, la transmisión de información ya no es un reto básico de la escuela. Pero, sí lo es desarrollar capacidades para encontrar la información de manera eficaz, comprenderla, organizarla críticamente. En definitiva, tendremos que reflexionar sobre cuestiones profundas que tiene que ver

con la permanencia del sistema escolar tal como hoy lo conocemos, en las metas educativas para la educación científica del mañana, los aportes novedosos que permitirán renovar e innovar para los estudiantes del futuro y preguntarnos en las personas que estamos dispuestas a formar.

No puedo cerrar esta breve introducción sin agradecer la confianza, el apoyo, el cariño, las vivencias y todo lo que hemos compartido en estos ajetreados y veloces años. Lo que me han brindado los distintos colegas es muy difícil de expresar, hemos trabajado con entusiasmo y muchas veces en utopías para el logro de pequeñas contribuciones que podrán aportar a esta etapa de transición en la enseñanza de las ciencias experimentales con TIC. Solo me resta decir gracias por todo!! y que esta obra pueda ayudar a otros colegas en este camino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Biber, P.; Occelli, M. y Valeiras, N. (2011). *Caracterización de un material educativo sobre Dengue para la promoción de la salud. Memorias del Congreso Iberoamericano Educación y Sociedad (CIEDUC 2011), La Serena, Chile, pp. 139-143*

Biber, P.A. (2017). *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, entre la Educación para la Salud y el Dengue. Un análisis de sitios/páginas Web y su inclusión en el sistema educativo de la provincia de Córdoba. Tesis de la Maestría en Procesos Educativos Mediados por Tecnologías. Centro de Estudios Avanzados. Facultad de Ciencias Sociales. UNC.*

Biber, P.A; Garcia, L, y Valeiras, N. (2016). *La ubicación de la problemática del Dengue en las prescripciones curriculares vigentes de la provincia de Córdoba. Memorias de las XI Jornadas Nacional, VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias (CIEC). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ADBiA - IFD Joaquín V. González*

Cholorque y Valeiras, N. (2015). *La Biodiversidad a través de las WebQuest. Análisis y Caracterización. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Trabajo 385. OEI. Buenos Aires.*

Crocco, L.; Valeiras, N.; Rodríguez, C. y López, A. (2010). *Prevención de Chagas desde la escuela: estrategia de capacitación con enfoque holístico para docentes con escaso acceso a Internet. Revista de Facultad de Ciencias Médicas. UNC, 67(2), 69-70.*

Doerflinger, C.E. (2016). *Las simulaciones de física en la escuela secundaria y el desarrollo de competencias científico-tecnológicas. Tesis de la Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.*

Galera, I. y Occelli, M. (2014). *El uso de un videojuego para abordar el concepto de "Modelo" en la enseñanza del Sistema Endócrino. Memorias de las XI Jornadas Nacional y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. General Roca, Río Negro. ADBiA-UNRN.*

Gallino, M. y Valeiras, N. (2002). *Una estrategia de formación docente para el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas. III Encuentro Internacional de Educación y Pensamiento. Universidad de Puerto Rico.*

Gallino, M. y Valeiras, N. (2003). *La enseñanza para la comprensión como un modelo válido para una propuesta multimedia. Trabajo 6 CD. Investigación e Innovación en la Enseñanza de la Biología II Encuentro de Investigadores en Didáctica de las Ciencias Biológicas. Asociación de Docentes en*

Biología de la Argentina. Buenos Aires.

García Romano, L.; Condat, M.E.; Occelli, M. y Valeiras, N. (2016). La dimensión argumentativa y tecnológica en la formación de docentes de ciencias. *Ciência & Educação* (Bauru), 22 (4), 895-912.

García, L. y Occelli, M. (2012). Argumentar en la formación profesional continua: un curso de capacitación para docentes de Biología y Química. *RILL (Revista del Instituto de Investigaciones Lingüísticas y Literarias Hispanoamericanas)* 17 (1/2).

García, L.; Occelli, M. y Valeiras, N. (2013). Escritura colaborativa epistémica mediada por las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la formación docente continua. IV Encuentro de Innovadores Críticos. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ADBiA y FCEyN - UBA.

Giordano, P. y Valeiras N. (2003). Uso que hacen los estudiantes secundarios de la computadora y la adquisición de estas habilidades en el ámbito escolar y extraescolar. *Memorias del Primer Encuentro de Innovadores Críticos*. Huerta Grande. ADBiA.

González, M.E, Hug, B y Masullo, M. (2005). Teaching and Learning Science with a Technology-based curricula. *NSTA Southern Area Conference, Nashville, TN, USA*.

Liscovsky, I.J. y Valeiras, N. (2003). Perfil de los usuarios en cursos de capacitación de docentes en Ciencias Naturales mediados por las nuevas tecnologías. *Primer Encuentro de Innovadores Críticos*. (Trabajo No 14, Formato CD). Huerta Grande. ADBiA.

Malin Vilar, T.; Occelli, M. y Valeiras, N. (2012). Videojuegos: una herramienta didáctica innovadora para aprender ciencias. Congreso. X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Villa Giardino. FCEyN - UNC. ADBiA.

Malin Vilar, T.; Occelli, M. y Valeiras, N. (2013). Aprendizaje del concepto de modelo a través del uso de videojuegos. *Memorias del VI Congreso Nacional y IV Congreso Internacional de Investigación Educativa*. Cipolletti: UNCo.

Marchesini, S.; Piassentini, M.J. y Occelli, M. (2012). Una propuesta para realizar trabajos prácticos de Biotecnología en la escuela secundaria. *Memorias de las X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Córdoba: ADBiA-UNC.

Masullo, M. (2012). La química en el laboratorio escolar como una construcción social. Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-659-03322-3.

Masullo, M., Ibañez, F.; Occelli, M. y García, L. (2015). Combustión y los modos de enunciarla en Internet. *Virtual USATIC 2015, Ubicuo y social: aprendizaje con TIC*. Universidad de Zaragoza. España, pp. 914 -915.

Masullo, M.; Occelli, M. y Quse L. (2014). La movilidad y el estatus de los enunciados científicos en actividades a través de TIC. *Algunas experiencias en el Profesorado en Ciencias Biológicas. Libro de resúmenes del VIII Congreso de docencia universitaria y de nivel superior CIDU VIII*. Rosario: Humanidades y Artes Ediciones.

Masullo, M.; Occelli, M. y Valeiras, N. (2013). Evaluación de Webquest elaboradas por estudiantes de profesorado en ciencias biológicas. VI Congreso Nacional y IV Internacional de Investigación Educativa. Cipolletti: UNCo.

Mermoud, S.R.; Ordoñez, C. y García Romano, L. (2017). Potencialidades de un entorno virtual de aprendizaje para argumentar en clases de ciencias en la escuela secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 587-600.

Movsesian, J. y Valeiras, N. (2015). Observación y Análisis de Grupos Docentes en Facebook. *Taller Educativo II. Facultad de ciencias Exactas físicas y Naturales UNC*. Mimeo.

Occelli, M. (2013). Un modelo didáctico para la enseñanza de la Biotecnología en la escuela

secundaria integrando Tecnologías de la Información y la Comunicación. Doctorado en Ciencias de la Educación. FFyH, UNC.

Occelli, M. y Valeiras, N. (2006). ¿Cómo enseñar a comprender el origen de la vida? una experiencia de formación docente a distancia. VII Congreso Nacional y 2º Internacional de Enseñanza de la Biología. Neuquén: UNCo.

Occelli, M. y Valeiras, N. (2015). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la enseñanza de las Ciencias. En: Fernando Flores. Las Tecnologías digitales en la enseñanza experimental de la ciencia. pp. 121-143. UNAM Edit. México.

Occelli, M. y Vázquez-Abad, J. (2010). Teacher Training Through the Solution of a Biotechnological Problem in a Computer Supported Collaborative Learning Environment. *Virtualidad, Educación y Ciencia* 1(1), 51-63.

Occelli, M.; García Romano, L.; Valeiras, N. y Gardenal, C.N. (2017). Un Modelo para el Aprendizaje de conceptos Biotecnológicos a través de la colaboración Virtual (MABV). *Enseñanza de las ciencias, (Extra)*, 1617-1622.

Occelli, M.; García Romano, L.; Valeiras, N. y Willging, P.A. (2017). Animar la división celular (mitosis): una propuesta didáctica con la técnica de slowmation. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 398-409.

Occelli, M.; García, L. y Masullo, M. (2012). Integración de las TICs en la formación inicial de docentes y en sus prácticas educativas. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 3(5), 53-72.

Occelli, M.; Masullo, M. y Valeiras, N. (2013). La construcción colaborativa de conocimiento en contextos de aprendizaje mediados por TIC. Libro de resúmenes del IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias realizado los días 9 a 12 de Septiembre en la ciudad de Girona-España

Occelli, M.; Valeiras, N. y Gallino, M. (2011). A Strategy for Teacher Training on "The Origin of Life" Using a Virtual Environment. *Journal of Science Education*, 12 (1), 32-35.

Occelli, M.; Valeiras, N. y Gardenal, C. (2012). ¿Cómo se enseñan algunas temáticas controvertidas en el aula? Memorias de las X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Córdoba, Argentina.

Occelli, M.; Valeiras, N. y Willging, P. (2015). ¡Los nanobots invaden la clase de biología! *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 18, 59-66.

Saldís, N.; Gómez, M.; Martínez, S. y Valeiras, N. (2009). Investigación educativa: la pertinencia de una innovación utilizando MOODLE en primer año de ingeniería, pp. 277-286. En: Valeiras, N.; Campo Montalvo, E. y Espinoza Montenegro, E. La educación en Ciencias e Ingeniería. Calidad e Innovación pedagógica y cultura digital. Universidad de Alcalá Ed., Madrid.

Saldís, N.E. y Gómez, M.M. (2008). Enseñar con casos de diseño propio. *Química Viva*, 7(2).

Suarez, V. (2011). Concepciones de la comunidad educativa frente a la Enfermedad de Chagas. Factores de resiliencia y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Tesis de Maestría UNC.

Suárez, V.; Valeiras, N. y Crocco, L. (2011). Prevención de Chagas, Educación y Resiliencia concepciones de alumnos de Escuela Rural y urbana. *Revista Educación y Sociedad. Universidad de Alcalá. España*, 336-340.

Tosoratto, N.P.; Piassentini, M.J.; Romero, C.; Noriega, L.; Occelli, M. y Valeiras, N. (2014). Una propuesta para integrar un laboratorio virtual en el desarrollo de un trabajo práctico para el tema de contaminación del agua. Memorias de las XI Jornadas Nacional y VI Congreso Internacional de

Enseñanza de la Biología. General Roca, Río Negro. ADBiA-UNRN.

Valeiras N.; Gómez M.; Saldís N. y Martínez S. (2009). *Estrategias de enseñanza y herramientas virtuales para desarrollar habilidades en la resolución de problemas en alumnos de Ingeniería Química. Diálogos Pedagógicos, 7(14).*

Valeiras, N. (2006). *Las tecnologías de la información y la comunicación integradas en un modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias. Universidad de Burgos. Publicado en CD. 364 pag.*

Valeiras, N. Gallino, M. y Crocco, L. (2005). *El Origen de la Vida como tópico generativo en la enseñanza para la comprensión. Journal of Science Education, 6 (1), 40-43.*

Valeiras, N. y González, M.E. (2006). *Una Propuesta Constructivista para Enseñar los Residuos Sólidos Urbanos a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. 7mo. Actas Encuentro Internacional de Educación y Pensamiento. Puerto Rico.*

Valeiras, N. y Meneses Villagrà, J. (2005). *Modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias en línea. Enseñanza de las Ciencias. Número extra VII Congreso. Universidad Autónoma de Barcelona Ed.*

Valeiras, N., Micieli, C. y Skicko, M. (2003). *Estudio del discurso escrito en páginas de Internet como apoyo para la enseñanza de temas científicos: evolución y origen de la vida. Revista de la Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 3(2), 21-29.*

Valeiras, N.; Saldís, N.; Gomez, M. y Manitta, A. (2007). *Estrategias de aprendizaje, condición socioeconómica cultural y desempeño académico en los estudiantes de Ingeniería". Diálogos Pedagógicos, 5(9), 72.*

CULTURA VISUAL EN LA CIVILIZACIÓN DE LA IMAGEN

Adriana M. Asumpção¹, Guaracira Gouvêa² y Antonio Carlos R. de Amorim³

¹Doctoranda del PPGEDU UNIRIO. ²Profesora del Departamento de Didáctica de la Escuela de Educación de UNIRIO. ³Profesor del Departamento de Educación, Conocimiento, Lenguaje y Arte de UNICAMP

*Vivimos rodeados, impregnados de imágenes, y sin embargo, aún no sabemos casi nada sobre la imagen. ¿Qué es? ¿Qué significa? ¿Cómo actúa? ¿Qué comunica? ¿Cuáles son sus efectos probables –y sus efectos inimaginables?*¹

El fragmento de Roland Barthes nos inspira, para el inicio de nuestra conversación, poniendo énfasis en aspectos imprescindibles de nuestra reflexión: ¿Qué son las imágenes? ¿Cómo uno las lee e interpreta? ¿Cómo reflexionar sobre su proceso de recepción?

En especial cuando tratamos de la enseñanza de Ciencias Naturales y Exactas, área del conocimiento epistemológicamente asociada a representaciones de realidad y verdad, las cuestiones arriba planteadas se llenan de sentidos sobre conocimiento y poder.

Lo que nos mueve en la construcción de este texto es el deseo de problematizar la lectura de imágenes, y además, su relevancia cada vez más actual en la formación de profesores. A pesar de ello, destacamos, la ausencia de estudios más amplios, así como de experiencias pedagógicas que aborden la lectura de imágenes por medio de diferentes soportes y lenguajes. Nuestra intención es dar “indicios” a los que inician sus investigaciones sobre lenguaje e imágenes, así como también a quienes enseñan por medio de ellas. Como realizamos nuestras prácticas de enseñanza e investigación en el área de la educación en ciencias, sentimos la necesidad de aproximarnos desde esta perspectiva a los estudios del lenguaje y las imágenes. Por lo tanto, dialogaremos con autores con los que podamos compartir sentidos que atribuimos a la lectura de imágenes, articulándola, siempre que sea posible, a la lectura de imágenes de la ciencia.

Barthes (2005) traduce muy bien la intensidad sobre las imágenes que observamos cotidianamente, y trata la palabra “imagen” como producto de distintas representaciones: ya sea mental, imagética, o referente a un imaginario. Para ese autor, cuando tratamos de una *Civilización de la imagen*, necesariamente aseguramos una suposición de que las civilizaciones anteriores no practicaban la comunicación icónica; sin embargo, no es verdadera tal información si reparamos en estudios anteriores. Lo que nos podríamos preguntar es si no estaríamos subestimando tal forma de comunicación en otras civilizaciones en las que la imagen participaba profundamente en la vida diaria de los hombres (por ejemplo, por medio de pinturas rupestres, vitrales, pinturas, almanaques, libros ilustrados). La comunicación mixta que encontramos hoy en las sociedades nos lleva a olvidar que la

1 Barthes, R. (2005). *A Informação Visual*. Inéditos, Vol. 3 –Imagem e Moda– San Pablo: Martins Fontes. Colección Roland Barthes.

imagen, precisamente, nunca está privada de palabra (basta con que pongamos atención a que las fotografías son, por lo general, subtituladas, y la publicidad está asociada a la voz; al cine hablado, a los cómics).

Imagen es, por ejemplo, algo que uno pueda figurar por medio de un dibujo, y no es un símbolo, aunque posee una hechura simbólica, en el sentido de que presenta características formales que hacen parecer una imagen (Barthes y Compagnon, 1987, p.224). En ese sentido, Barthes inaugura la discusión sobre lectura de objetos mediáticos como textos complejos, entrando en la intimidad de esos textos, invirtiendo en las comunicaciones masivas y brindando a la cultura mediática análisis semiológicos exquisitos (Motta, 2011).

Ya según Joly (2007), imagen es una palabra derivada de *imago*, del latín, y servía para designar la mascarilla mortuoria utilizada en los funerales romanos, y en el mundo contemporáneo se encuentra muy asociada a los medios de comunicación, lo que para esa autora representa a la vez invasión y omnipresencia en lo diario. La palabra imagen se traduce al griego como *eikon*, al francés *image*, aunque en el inglés encontramos una diferenciación entre *image* y *picture* (Santaella y Nöth, 2013).

El término imagen posee, pues, sentidos distintos, que se pueden relacionar con las artes plásticas, la comunicación masiva e imagen mental como representación de algo percibido por los sentidos, así como concepción de mundo, de cultura, de religión, entre otros (Gouvêa, 2013).

Utilizando como base teórica los estudios sobre semiótica, que es el abordaje que más nos interesa en este momento de la escritura del texto, Navarro y Ursi (2013) meditan sobre la utilización de textos imagéticos como uno de los medios más antiguos de la humanidad, remontando tal uso a la prehistoria. Las autoras defienden que en la actualidad, la creciente importancia del uso de las imágenes se puede relacionar también al gran volumen de textos imagéticos que circulan en espacios distintos por medio de distintos lenguajes; subrayan aún que padecemos a diario un “bombardeo” de imágenes. Sin embargo, no encontramos a menudo una reflexión crítica sobre ese proceso, más allá de que las prácticas educativas, escolares o no escolares la puedan asumir. La lectura de imágenes, según las autoras, viene siendo objeto de estudio de variadas investigaciones, aunque hay necesidad de nuevas reflexiones en lo referente a la apropiación de esas lecturas, haciendo los sujetos más reflexivos –lo contrario de “consumidores de imágenes”–.

Para delinear ese camino seguimos con las ideas de Barthes (2005) cuando el autor propone que podemos tratar el siglo XX como *civilización de la imagen* desde dos órdenes del conocimiento: primero, lo que se puede llamar ontología de la imagen, es decir, ¿Qué es imagen? Segundo, cuántos tipos de imágenes existen y cómo las podemos clasificar.

En ese sentido, encontramos los estudios de Fontanari (2015), que hizo una incursión en la obra *La Cámara Clara*, de Roland Barthes y tejió consideraciones sobre los sentidos de la imagen, asegurando que el signo sólo existe y se actualiza por medio de la mirada del otro; es decir, la mirada capturada da sentido al universo signico, por medio de la interpretación, la elaboración cognitiva que busca comprender, traducir. Refiriéndose a Barthes como un “antropólogo de las imágenes”, distingue momentos en la obra del autor que asegura ir más allá de la “curiosidad golosa” de los semiólogos, tratando de un saber más visceral que se establece entre el espectador y la imagen.

Una imagen es una representación de algo que no está presente, como una apariencia de algo que ha sido sustraído del lugar donde se encontraba originalmente y que puede perdurar por muchos años. Fotografía, videos, cine, todos ofrecen imágenes que son solamente apariencia de un objeto representado. Resulta importante llamar la atención hacia cuáles son los efectos que esa clase de comprensión trae al campo de investigación, enseñanza y formación en el área de Ciencias, donde usualmente al objeto referenciado se lo trata como equivalente a la imagen que representa. Basta con que recordemos los dibujos, esquemas y fotografías de los libros didácticos, así como los videos educativos que representan fenómenos de la naturaleza, más allá del trabajo con modelos y simulaciones en situaciones de prácticas experimentales.

Nuestros *lentes teóricos* también se acercan a Alberto Manguel (2001), autor argentino respetado internacionalmente, que parte del supuesto de que el lenguaje humano está hecho de palabras que se traducen en imágenes y de imágenes que se traducen en palabras. Las imágenes, así como las historias, nos informan y forman nuestro mundo como símbolos, señales, mensajes y alegorías, considerándolas como esencia; o, por otra parte, quizá sean únicamente presencias vacías que complementamos con nuestro deseo, experiencias, cuestionamientos y remordimiento. Para él, cualquiera que sea el caso, las imágenes, así como las palabras, son la materia de la que somos hechos. *Cuando leemos imágenes –de cualquier clase, ya sean pinturas, fotografías– atribuimos el carácter temporal de la narrativa. Ampliamos lo que está limitado en un marco (numerosas pantallas) para un antes y un después, y por medio del arte de narrar historias (ya sean de amor o de odio), le conferimos a la imagen inmutable una vida infinita e inagotable* (Manguel, 2001, p. 27).

Así como Manguel, consideramos la hipótesis de que quizás no sea posible crear un sistema para leer imágenes tal como se creó un sistema para leer la escritura. En contraste con el texto escrito, en el que se debe establecer el significado de los signos antes que puedan ser grabados en la arcilla, en el papel o en una pantalla electrónica, el código que nos habita nos lleva a leer una imagen impregnada por conocimientos anteriores, y de una manera bastante semejante a la que creamos o imaginamos para el mundo a nuestro alrededor, construyendo a partir de tales significados, un sentido moral y ético. Dicho de otra manera, las intrínsecas relaciones entre imágenes y palabras confieren a las audiovisuales un carácter de narrativa, de apropiación y expresión de las dimensiones del tiempo y la experiencia de los sujetos. Las imágenes, por lo tanto, para existir necesitarían ser narradas, contadas, y tendrían que construir cuentos. Resulta importante llamar la atención del carácter de fábula, inventivo y ficcional de las imágenes.

Tales características se profundizaron con la industrialización de la tecnología en la producción de imágenes democratizando fuertemente esas prácticas al traducirlas a nuevas (Sontag, 1977). Sin embargo, poco se analiza y discute, en la formación de profesores, sobre la comprensión de los procesos involucrados en la recepción de esas imágenes ampliamente producidas en el mundo contemporáneo.

El mundo, objeto de interés de estudio de casi todas las disciplinas escolares basadas didácticamente en principios socioculturales y críticos, es una imagen que promete sobrevivirnos a todos. En este sentido, con Sontag (1977) aprendemos que las sociedades industriales capitalistas convirtieron sus ciudadanos en dependientes de imágenes para sus procesos narrativos de identificación, pertenencia y expresión de conocimiento.

Observo, observo, observo. Es por medio de la mirada que comprendo.

(Henri Cartier-Bresson, 1963)²

Iniciamos esta sección con una breve transcripción de una entrevista a Cartier-Bresson, en la que discute cuestiones relativas a la producción de imágenes –lo que él trata, en cierto momento, como “captar la vida”–, y también la recepción de esas imágenes –“es lindo observar a un pintor demorándose en mirar su cuadro...”.

Seguimos dándole voz a Cartier-Bresson: “Se enseñan tantas asignaturas en las escuelas para que todos aprendan a ser buenos engranajes. Aunque aprender a mirar...”

Volviendo a la cuestión central de este texto –la lectura de imágenes–, reiteramos la necesaria problematización sobre el consumo y la recepción de imágenes en la lectura de mundo. En este momento, reconocemos, como Joly (2007), su importancia en esas interlocuciones teóricas, pues como bien observa la autora, somos consumidores de imágenes; de ahí la necesidad de que comprendamos la manera como la imagen comunica y transmite sus mensajes; de hecho, uno no puede mantenerse indiferente a una de las herramientas más poderosas de la comunicación contemporánea.

Dice la autora que la imagen es, ante todo, algo que se asimila a algo, aunque no sea concreto, como ensueños y fantasías. La imagen designa algo que aunque no se remita siempre a lo visible, toma prestados unos rasgos de lo visual, y en todo caso, depende de la producción de un sujeto; en ese sentido, la imagen, ya sea del orden del imaginario o concreta, pasa siempre por un sujeto que es responsable de su producción y reconocimiento.

Así como Joly explicita la cuestión del consumo de imágenes, entendemos tal idea como una provocación a nuestro camino entre las líneas de este texto, reafirmando que tales reflexiones deben buscar la problematización respecto a la lectura de las imágenes en nuestra sociedad. En ese sentido, ¿acaso somos siempre consumidores y receptores pasivos? ¿Acaso al utilizar la palabra “lectura” en lugar de “recepción”, queremos decir que los sentidos pueden ser otros, no pensados por el autor de la imagen?

Podemos imaginar, como Souza (2011), que un ambiente fructífero para una *alfabetización científica* deseable en el mundo moderno no puede prescindir de una alfabetización visual, e incluimos ahí las reflexiones sobre los sentidos atribuidos a la lectura.

Nuestro interés en lo relativo a la lectura de imágenes es bastante amplio; sin embargo, hacemos aquí un recorte para abordar esa cuestión sobre los espacios educativos, y en ese sentido podemos asegurar que la utilización de las imágenes no se caracteriza como un proceso reciente en la historia. En este sentido, Rego y Gouvêa (2010) rescataron aspectos de la historia y destacan que en el 1685, se editó el primer libro didáctico con imágenes utilizadas como forma de ilustrar los textos y que tuvo un rol fundamental en la transmisión del conocimiento. Las autoras destacan que el proceso de producción de las imágenes visuales ha pasado por cambios, desde las imágenes registradas en rocas y piedras a los dibujos sobre papel, las pinturas en telas, fotografías, y a su vez, con el avance del tiempo podemos notar una inversión del rol del texto y de la imagen. Así, al igual que las autoras,

² Henri Cartier-Bresson se considera uno de los fotógrafos más importantes de la segunda mitad del siglo XX y uno de los padres del fotoperiodismo; y a lo largo de toda su vida la imagen fue el lenguaje que privilegió.

comprendemos que las imágenes son signos con sentidos distintos, contextualizados a partir del repertorio de cada sujeto, considerando sus representaciones construidas por medio de la concepción que posee cada uno sobre el mundo, la cultura, la religión.

En lo referente a los significados de una imagen, reconocemos, como Barthes (2009), que la significación de la imagen es seguramente intencional y que son ciertos atributos del producto los que forman *a priori* los significados del mensaje. De tal modo, en la lectura de imágenes la percepción de los sentidos que éstas poseen dependerá de nuestra cultura y nuestro conocimiento del mundo y de los signos que disponemos. En su artículo *Par où commencer?* Barthes dice que no hay receta para la lectura, ya que la verdadera lectura es creación, y ésta no se enseña (Perrone-Moisés, 2012).

Oliveira y Gouvêa (2014) consideran que existen distintos circuitos de producción y circulación de imágenes en el campo de la enseñanza de ciencias y en su articulación con la divulgación científica. En el dossier *Imagen y Ciencia: perspectivas educativas y pedagógicas de los documentos imagéticos*, publicado por el Cuaderno CEDES, los autores argumentan sobre la necesidad de estudios que traten la circulación de imágenes en los distintos espacios educativos, así como la producción de sentidos sobre su modo de producción y reproducción.

En la siguiente sección trataremos otras dimensiones de las relaciones entre los sentidos de la imagen en la enseñanza de ciencias en sus contextos de producción, circulación y reproducción.

IMÁGENES, POLISEMIA Y EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Dándole vueltas a esta presentación, surgieron en mi mente dos preguntas. La primera: ¿Qué tienen las imágenes que no tenga la pedagogía? Sí, suena a reclamo melodramático, y en parte lo es. Ocurre que hace un tiempo siento que la pedagogía se siente un poco abandonada y me reclama, ¿qué tienen ellas que no tenga yo?

Entonces, voy a intentar contestarle a la pedagogía esta pregunta. La otra pregunta es la misma, pero invertida. Y me la voy a hacer yo antes de que me la hagan ustedes: ¿Qué tiene la pedagogía que no tengan las imágenes? ¿Qué tiene la pedagogía para decir, pensar, aportar, cuando las imágenes entran al aula?

(Abramowski, 2016, p.1)

En el sentido de lo que propone Ana Abramowski: cuando las imágenes entran en la clase de ciencias, debido a que están siempre presentes, sea en la pantalla de un dispositivo móvil o en la pizarra, ¿qué tenemos nosotros, los profesores, para decir, pensar y aportar?

Las imágenes son de fundamental importancia, tanto en la construcción como en la representación y comunicación de ideas y conceptos científicos. Se puede incluso decir que son inherentes a la producción y difusión del conocimiento científico. Hay ejemplo de estas situaciones en la propia Historia de la Ciencia. Por un lado se pueden nombrar la visualización de las líneas de fuerza de Faraday y la doble hélice de Watson y Crick; y por otro la tabla periódica y los diagramas que ilustran taxonomías de especies, los cuales son ejemplos de arreglos intencionales que posibilitaron ver las relaciones entre las partes. La

ciencia también requiere, muchas veces, de la visualización de estructuras interiores y de componentes de órganos biológicos o artefactos técnicos.

Para comprender los sentidos producidos por los lectores de textos (verbales orales, escritos y/o imagéticos) relativos a la ciencia, resulta importante considerar que los textos materializan la producción del conocimiento científico ya que son representaciones, y como tal, son constitutivas de la cultura científica, entendida como “los modos de vida y de pensamiento” de la comunidad científica (Cuche, 2002, p. 11). En la perspectiva del lenguaje, ello significa que esa comunidad elabora estándares de comunicaciones materializados en textos verbales y textos imagéticos grabados en diferentes soportes, que se constituyen con distintos signos inteligibles y comprensibles únicamente por sus miembros, lo que no favorece el diálogo con otras esferas de la comunicación humana (Maingueneau, 1993; Gomes, 1995). De ahí la demanda para que se enseñe a leer imágenes. Sin embargo, ¿acaso la lectura de imágenes producidas para enseñar ciencias puede tener sentidos múltiples, puede ser polisémica?

Barthes (2009) entiende que toda imagen es por naturaleza polisémica y presupone una “cadena flotante de significados” en la que el lector puede optar por algunos, ignorando los otros posibles pensados por el propio autor. Al que enuncia cabría, entonces, el rol de contener esa cadena de proliferación de sentidos por medio de los más variados recursos de retórica, evitando lo que Barthes llamó “terror de los signos inciertos”. En textos de enseñanza de ciencias o de divulgación científica, en la constitución de las relaciones entre texto escrito y texto imagético los autores tienen la intencionalidad de contener esa cadena flotante de significados.

Para problematizar la lectura de textos científicos con imágenes, debemos considerar que ellas desempeñan un rol fundamental en la producción de conocimiento por medio de construcciones de datos (fotografías y películas, por ejemplo); además, hay conceptos expresados únicamente por imágenes y formas de presentación de ideas. Lo que aseguramos, es que a lo largo de la historia de la ciencia, particularmente de las denominadas ciencias de la naturaleza, la comunidad científica establece formas de representar sus objetos de estudio y sus ideas, también por medio del lenguaje imagético propio, de manera que dificulta la comprensión de ese lenguaje a miembros exteriores a la comunidad científica. Al elaborar sus modelos de la realidad y representarlos por medio de imágenes, la ciencia necesitaría *desbastar lo diario, disminuyendo el grado de analogía de las imágenes, hasta convertirlas en abstractas, lo que significa que esas imágenes podrían representar diferentes realidades*. Al elaborar sus modelos de la realidad y representarlos por medio de imágenes, la ciencia necesitaría desbastar lo diario, disminuyendo el grado de analogía de las imágenes, hasta convertirlas en abstractas, lo que significa que esas imágenes podrían representar diferentes realidades (Rego y Gouvêa, 2013, p.130).

Desbastar la realidad significa controlar las variables involucradas en el fenómeno, y así, convertir el modelo en algo general que se pueda retomar en distintas situaciones. Así, las imágenes/ modelos pretenden no caducar desde un punto de vista social, pero pierden su vínculo con la realidad concreta y solo las leen un grupo restringido, perteneciente a la comunidad científica. Por ello, argumentamos sobre la necesidad de alfabetizar en el lenguaje imagético de la ciencia que se difunde en diferentes soportes con sus respectivos lenguajes.

Aunque perduran las preguntas. ¿Qué se entiende por alfabetización *aquí*, en países cuya “escuela incompleta y retrasada convive con la intensa interconexión del mundo audiovisual de masa” (Bruner, 1989, p. 62) y cuyas mayorías, aunque habiendo aprendido a leer, no tienen acceso social ni cultural a la escritura?

Para Martin-Barbero (2014), afamado estudioso de los medios audiovisuales, es en la desigualdad entre “saber leer y no tener acceso a los modos de producción de lo visual” donde reside el reto de fondo, “pues como archivos generadores de nuevos usos, el ordenador, en algunos casos, y la televisión, en otros, imponen para el mundo de la educación (...) con todo lo que ello implica en continuidades y rupturas entre los muy canónicos *modos de leer libros* y los muy anárquicos *modos de navegar textos*” (p. 51).

Nos parece importante, entonces, traer, en la parte final de este capítulo, unas características de aquello que se viene nombrando postmodernidad, a fin de que propiciemos otras comprensiones para las imágenes, palabras y sonidos en tal contexto. Aunque seguiremos persiguiendo la misma línea teórica que aquí se viene trazando y que destaca el rol de la cultura en los modos de dar sentido y crear nuevos significados a lo que representan las visualidades.

IMÁGENES Y POSTMODERNIDAD

El postmodernismo representa una transformación en relación a jerarquías culturales con distinciones entre “alta” cultura y cultura “popular”, así como ampliación de las prácticas de comunicación globales, medios digitales, multiculturalismo, que propiciaron transformaciones decisivas a un mundo “modernista” donde las identidades eran más “rígidas”. Unas ideas como lectura de imágenes como textos, realidad e identidad producidas por medio del lenguaje y de las representaciones, sentidos y significados de una imagen abiertos a interpretaciones, dependientes de contextos y creencias, entre otras, se pueden analizar como reflejos de un abordaje postmoderno.

En aras de entender ese proceso, argumentamos por medio de *conversaciones* con algunos autores (Harvey, Barthes, Mattelard, Baudrillard, Jameson) sobre imágenes en la sociedad, reflexionando sobre la superficialidad de las imágenes y el predominio excesivo de la imagen como mercancía de consumo.

Nuestra intención es problematizar la fuerza de las imágenes en la sociedad postmoderna, partiendo del supuesto de que esta *sociedad del espectáculo*, como preconiza Debort (1997), posee una percepción fetichista de la mercancía en escala mundial, convirtiendo todo en imagen y espectáculo, aboliendo los valores de uso y dejando al descubierto solamente la superficie vacía del valor de cambio (Bueno, 2003).

Jean Baudrillard, teórico francés que traza una crítica en dirección a la sociedad de consumo, asegura que toda imagen posee poder de seducción, ya que es un lugar donde las identidades se deshacen, y tal producción imagética excesiva trae, de manera general, un agotamiento en la sociedad, donde todo se incorpora como parte del *espectáculo*. El concepto de simulacro de los filósofos griegos lo rescata Baudrillard (2003), tratando a las imágenes como invención de la realidad, donde tenemos también un universo paralelo, predominando un arte de enmascaramiento, simulación, política del fingimiento. ¿Cómo enseñar ciencia en la escuela en una *sociedad del espectáculo*?

La escuela y la ciencia son dos instituciones cuyo origen y consolidación se encuentran en la modernidad, y siguen modernas en sus modos de producir cultura; quizá sea esa una de las grandes dificultades que hoy tenemos los profesores, formados en una perspectiva moderna, para enseñar ciencias.

En la estela crítica de Baudrillard, que trata la sociedad predominantemente caracterizada por la “imagen que nos piensa”, destacamos la afirmación de Jameson al discutir la sociedad postmoderna como aquella en la cual las imágenes se consumen estéticamente, según criterios relacionados a la mercancía y al mundo que, según él, ya los anunciaba Debord cuando describió la sociedad del espectáculo. A fin de abordar esa cuestión, Baudrillard establece un paralelo entre la sociedad y la dinámica de consumo, en la que *consumimos únicamente signos*.

Prosiguiendo con nuestras consideraciones nos enfocaremos en Jameson (1985), quien trata a esta cultura postmoderna como la resultante de la falta de conexión entre cultura y comercio, convirtiéndose en superficial y banalizada, proponiéndose solamente como sistema de producción y consumo, y de esa manera, sin relevancia en el mundo actual, caracterizado por una sociedad de consumo. En ese sentido, se producen y difunden las imágenes de manera incesante, con el intuito de promover ese modelo de vida que se retrata siempre como una imagen perfecta. La convivencia en la sociedad la permea el mundo imagético producido por distintos medios de comunicación. Pensando en imágenes y en la relación que poseen con la industria del consumo, recordamos también la noción de cultura que, en el entendimiento de Bauman (1998), fue acuñada según el modelo de la *fábrica de orden*, con situaciones controlables, así como una cultura controlada por un sistema de situaciones previsibles y en la cual las normas de conducta mantienen el modelo social elegido. De esa manera, las imágenes se producen para atender a ese modelo y mantener el orden necesario. Así, ¿sería posible enseñar a leer imágenes de la ciencia donde los sentidos estarían controlados por un orden necesario?

Santaella y Nöth (2013) argumentan que las imágenes sirven hace mucho para los estudios sobre los medios de comunicación masiva, y describen ese escenario como apocalíptico, por tratar el poder de las imágenes para manipular y engañar a las masas. En uno de sus estudios proponen el siguiente interrogante: *¿Pueden las imágenes mentir?* y concluyen que la mayoría de las estrategias manipuladoras de la información pictórica en los medios de comunicación no son falsificaciones de la realidad, sino manipulaciones por medio de una pluralidad de modos indirectos de transmitir significados, y resaltan que la semiótica viene brindando herramientas importantes para analizar la cuestión de la mentira o la verdad en las imágenes.

Consideramos relevante esa discusión, una vez que posibilita reflexionar acerca de ese poder manipulador, o incluso el escenario apocalíptico que ciertos investigadores presentan al tratar a las imágenes en la sociedad postmoderna. Resaltamos, aún, que ello puede que contribuya en nuestras investigaciones, si nos disponemos a pensar cómo las imágenes se vienen utilizando por diferentes grupos y/o minorías a fin de convertir ese “poder” en una táctica importante para las luchas de cada grupo. Y entre esos grupos sociales no podemos obviar a los científicos, los profesores, los estudiantes. ¿Cómo, imagéticamente, participan las ciencias en esos juegos de poder?

En ese sentido, entendemos que todos los grupos que viven en sociedades se encuentran llevados a producir tácticas a fin de dominar los códigos vigentes para apropiarse de imágenes, símbolos, etc. Consideramos que muchas prácticas diarias son tácticas, y de modo más general, “maneras de hacer”; y así, pensamos en usos y consumo, y en el caso de las imágenes nos interesa cómo puede ese poder influir en el consumo que hacen los individuos de las imágenes (Certeau, 1994). La pasividad característica del consumidor, constituido como un *voyeur* en una “sociedad del espectáculo”, tiene su punto máximo en la lectura (de la imagen o del texto), según Certeau. El autor

cita un pasaje en que Barthes lee Proust en un texto de Stendhal para indicar cómo el espectador lee el paisaje descrito, formulando una imagen, inventando una memoria, insinuando las astucias del placer y de la reapropiación del texto del otro.

En nuestro entendimiento, uno de los temas en juego es la ausencia de prácticas de democratización de la lectura, así como de acceso a los conocimientos científicos y culturales por medio de textos imagéticos. De manera general, la lectura de imágenes no es una práctica común en las escuelas, ya sean de enseñanza básica, secundaria o superior. Para “leer” una imagen el lector debe encontrarse motivado por *el placer del texto*, y de esa manera, iniciar su búsqueda, a fin de apropiarse, inventar y producir nuevos significados; y en ese sentido, el lector se caracteriza, como en las bellas palabras de Certeau, como un cazador que recurre a tierras ajenas al adentrarse en el mundo de la lectura imagética (Chartier, 1999). Para ello, debe haber una apropiación de esa práctica y la ampliación de los sentidos que se construyen durante la lectura. La lectura de imágenes no es simple descodificación de signos y no depende únicamente de la capacidad del lector de descifrarlos, sino de darles significados, comprendiéndolos (Gouvêa, 2013).

Las imágenes y sonidos, y las historias que ellos narran, informan; en fin, todo proceso de pensamiento requiere de imágenes (Manguel, 2001; Santaella y Nöth, 2013). En ese sentido, el desarrollo de prácticas lectoras teniendo como soporte el texto imagético, así como su problematización, se constituye, también en cuanto práctica educativa, como posibilidad de ampliación para lecturas más complejas.

Creemos, así como Manguel, que con el paso del tiempo, podemos ver más o menos cosas en una imagen, sondear más fondo y descubrir más detalles, así como crear asociaciones, combinar otras imágenes, prestar palabras para contar lo que vemos; sin embargo, una imagen existe en sí misma y en el espacio que ocupa, independientemente del tiempo que ocupamos para contemplarla. Leemos imágenes como traducciones de nuestra propia experiencia, y lecturas críticas acompañan las imágenes desde el inicio de los tiempos.

Consideramos que se debe comprender las imágenes como producto de la actividad humana, que en ciertos momentos se podrán recrear con nuevos sentidos y significados. Las imágenes pueden contar historias e informar, tratando al proceso de pensamiento humano como aquél que siempre requiere de imágenes. Para él, el alma se organiza a partir de una imagen mental: “lo que hace placentero el movimiento de ver imágenes es que su contemplación nos aporta una enseñanza”.

Las imágenes pueden contribuir en las formas de apropiación que buscamos los seres humanos para adecuarnos al mundo, ya que ellas poseen significados, reproducen el mundo, transmiten sensaciones, y así, se convierten en fuente de conocimiento. Cuando capturadas por la vista, las imágenes son moderadas por los demás sentimientos, así como su significado se transforma, lo que puede contribuir para la comprensión de la propia existencia.

Como ya indicamos, la lectura de imágenes ha sido objeto de estudio de diferentes investigaciones, sin embargo, todavía hay necesidad de nuevas reflexiones sobre la apropiación de esas lecturas, convirtiéndonos en sujetos reflexivos, en el lugar de “consumidores de imágenes”

Como apunta Fischman (2004), al reflexionar sobre imagen y cultura visual, crece cada vez más el interés en investigaciones que traten de experiencias visuales, así como producción y consumo de imágenes pautándose en una realidad social y cultural inconfundible: las imágenes se hicieron omnipresentes y medios avasalladores de difundir signos, símbolos e información.

Esta comprensión nos indica que el pensamiento crítico se debe estructurar en el sentido de comprender los modos de producción y consumo de imágenes, entendiendo los simulacros de esa sociedad del *espectáculo* y buscando la elaboración de otra lógica que pueda presentar un camino diferente a la monotonía instaurada por la repetición de imágenes.

Tenemos un escenario en el que se estimula cada vez más el consumo y las imágenes se utilizan para vender algo, ya sea producto o servicio. El consumo se fortalece en todas sus dimensiones, incluyendo el de signos, de manera desordenada y sin una lectura crítica, estimulado por la publicidad, que hace uso de los medios para convertir mercancías en verdaderas ilusiones necesarias.

Consideramos, por lo tanto, que bajo tal perspectiva no basta con la mera zambullida en el sentido común de la caverna postmoderna, dejándole a la sociedad del espectáculo la labor de educar los ciudadanos, pues los modelos que se ofrecen se pautan en el consumo, competencia, éxito, misticismo, violencia y vulgaridad. Claro está que en la mayor parte de veces es ésta la única “realidad cultural” destinada a los espectadores (Bueno, 2003).

En la sociedad postmoderna se producen y consumen imágenes frenéticamente, y se puede tratar tal profusión como una creación postmoderna para fortalecer las sensaciones, reproduciendo un modelo sin ninguna identidad personal. En ese sentido, la globalización de los signos y de los lenguajes imagéticos genera un impacto profundo en las sociedades y en el fortalecimiento de ideas y valores, que desvelan carácter efímero sin criticidad.

Los argumentos de Susan Sontag (1977) en su publicación “*Sobre la Fotografía*” indican que la sociedad capitalista requiere de una cultura que se basa en imágenes, y de ahí deriva la necesidad de proveer entretenimiento en forma amplia, para estimular el consumo, camuflando los daños causados a unas clases sociales, de raza y sexo.

De esa manera, la cuestión de la lectura de imágenes con vistas al cambio social se debe pensar comenzando por otra comprensión de los procesos involucrados en la producción y el consumo de imágenes. En ese sentido, resulta importante poner el énfasis en que no existen imágenes neutrales ni imágenes transparentes; ellas transmiten sentidos y son mediadoras de relaciones de poder. Ante ello, hay que considerar la mediación entre el hombre y las imágenes que muchas veces pueden construir visiones del mundo formadas por lentes ideológicos. En la lectura de imágenes hay una variación que no se puede considerar anárquica, ya que depende de los distintos saberes invertidos en la imagen (saberes prácticos, culturales, estéticos), y esos saberes se pueden clasificar, constituyendo una tipología. También es relevante seguir esas reflexiones, destacando una paradoja histórica importante: a medida que la técnica desarrolla más la difusión de la información (en nuestro caso, imágenes), más se amplían también los medios para enmascarar el sentido construido (Barthes, 2009).

Comprendemos, así como Souza (2011), que las imágenes transmiten valores y conceptos, desempeñando un importante rol en la formación; la elección de una imagen es siempre intencional y cargada de sentidos ideológicos, portando “una verdad” sobre el mundo.

La producción de las imágenes y de los discursos en la postmodernidad se caracteriza como una importante faceta que se debe analizar como parte integrante de la reproducción y de la transformación de todo orden simbólico (Harvey, 2014). Entendemos que se debe profundizar el tema en estudios posteriores, resaltando que la cuestión más importante es saber si existe una forma de resistencia contra la lógica capitalista, cuestión que deja abierta Jameson (1985) al discutir postmodernidad y sociedad de consumo.

La “conversación” iniciada en este capítulo debe tener continuidad bajo la condición pregonada por Mattelart (2006) cuando se refiere a una nueva utopía de distribución de conocimientos que tenga como premisa una sociedad pensada no únicamente en términos de identidades múltiples, sino a la luz de la igualdad social, incluyendo, en ese sentido, la distribución de los saberes involucrados en la lectura de imágenes.

Caminando al encuentro de las reflexiones de Mattelart (2005), quizá sea posible contestar al cuestionamiento: *¿Para qué y por qué resistir?*

¿Cómo resistir a esa creciente concentración de los medios de producción de opinión y cultura con la dominación de las potencias políticas y económicas? Compartimos la misma proposición del autor sobre la necesaria movilización de colectivos civiles que busquen una reapropiación de esa esfera del espacio público, construyendo un contrapeso democrático.

Las consideraciones que aquí se describen buscan estimular la elección de unos lentes de aproximación a las cuestiones relativas a la producción y consumo de imágenes, en contextos socioculturales contemporáneos que valoren las expresiones audiovisuales.

En síntesis, argumentamos en este capítulo que al enseñar a leer imágenes de ciencia se hace necesario, entre muchos aspectos: admitir lecturas polisémicas; problematizar la forma de producción y circulación; discutir la representación de la realidad a partir del modelo según el que la ciencia expresa esa realidad; situar históricamente la imagen y abordar las cuestiones de poder en ella contenidas, aunque los profesores necesitamos comprender que las imágenes no hablan por sí mismas, sino que son elaboraciones humanas social e históricamente circunstanciadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramowski, A. (2016). *Educar la mirada. Reflexiones a partir de una experiencia de formación docente*. FLACSO – Argentina. http://www.autismointegracion.com.ar/wp-content/uploads/2016/04/Educar_la_mirada-1.pdf - Acceso:15/08/16.

Barthes, R. (2005). *Inéditos, Vol.3 – Imagem e Moda*.- São Paulo: Martins Fontes. Coleção Roland Barthes.

Barthes, R. (2009). *O óbvio e o Obtuso*. Lisboa, Portugal: Edições 70.

Barthes, R. (2011). *A Câmara Clara: nota sobre a fotografia*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

Barthes, R. y Compagnon, A. (1987). *Leitura*. En: *Enciclopédia Einaudi*. Vol. 11 Oral/Escrito/Argumentação. Imprensa Nacional, Casa da Moeda.

Baudrillard, J. (2003). *De um fragmento ao Outro*. São Paulo: Zouk.

Bauman, Z. (1998). *O Mal-Estar da Pós-Modernidade*. Rio de Janeiro: Zahar.

Brunner, J.J. (1989). *Medios, modernidad, cultura*. Telos, 19.

Bueno, A. (2003). *A Educação pela Imagem e outras Miragens*. Trabalho, Educação e Saúde, 1(1): 23-44.

Camargo, M.R.R. de; Leite, C.D.P.; Chaluh, L.N. (2014). (Orgs.) *Linguagens e Imagens: educação e políticas de subjetivação*. 1 ed. – Petrópolis, RJ: De Petrus et Alli.

Certeau, M. (1994). *A Invenção do Cotidiano: 1. Artes de Fazer*. Petrópolis, RJ: De Petrus et Alli.

Chartier, R. (1999). *A aventura do livro: do leitor ao navegador*. Tradução de Reginaldo de Moraes. São Paulo: Fundação Editora da UNESP.

Chérout, C. y Jones, J. (2015). (Orgs.) *Ver é um todo: entrevistas e conversas, 1951 – 1998 / Henri Cartier-Bresson*; 1 ed.- São Paulo: Gustavo Gili.

Cache, D. (2002). *A noção de cultura nas ciências sociais*. 2ª Ed. Bauru: EDUCSC.

Debord, G. (1997). *A Sociedade do Espetáculo*. Rio de Janeiro: Contraponto.

Ferreira, M.S. (2015). *História do Currículo e das disciplinas: produzindo uma abordagem discursiva para investigar a formação inicial de professores nas Ciências Biológicas*. En: Leite, M.S. y Gabriel, C.T. 1 ed. – Petrópolis, RJ: De Petrus; Rio de Janeiro: FAPERJ.

Fischman, G. (2004). *Reflexões sobre imagens, cultura visual e pesquisa educacional*. En: Ciavatta, M y Alves, N. (Orgs). *A leitura de imagens na pesquisa social – História, comunicação e Educação*. São Paulo: Cortez Editora.

Fontanari, R. (2015). *Roland Barthes e a revelação profana da fotografia*. São Paulo: EDUC.

Gomes de Azevedo Melo, I.M. (1995). *Dos Laboratórios aos Jornais: um estudo sobre jornalismo científico*. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Letras e Linguística da Universidade Federal de Pernambuco.

Gouvêa, G. (2013). *Relatório Final de Pesquisa 2012-2013. Práticas de Leituras de Imagens em Contextos Formais e Não Formais de Educação*. Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Harvey, D. (2014). *Condição Pós-Moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural*. São Paulo: Edições Loyola.

Jameson, F. (1985). *Pós-Modernidade e Sociedade de Consumo*. Novos Estudos, CEBRAP, 12: 16-26.

Jameson, F. (2001). *Globalização e estratégia política*. En: Nader, E. (Org.) *Contracorrente: o melhor da New Left Review em 2000*. Rio de Janeiro: Record.

Joly, M. (2007). *Introdução a Análise da Imagem*. Lisboa, Portugal: Edições 70.

Losada, T. (2011). *A interpretação da imagem: subsídios para o ensino da arte*. 1 ed. – Rio de Janeiro: Mauad X: FAPERJ.

Maingueneau, D. (1993). *Tendências em Análise do discurso*. Campinas, S.P: Editora Pontes.

Manguel, A. (2001). *Lendo Imagens: uma história de amor e ódio*. São Paulo: Cia. Das Letras.

Martín-Barbero, J. (2006). *Sociedade Midiatizada*. Traduções de Moura da Silva, C.F.; Coimbra Guedes, M.A y Pimentel, L. Rio de Janeiro: Mauad.

Martín-Barbero, J. (2014). *A Comunicação na Educação*. Tradução de Vassallo de Lopes, M.I. y Melo, D. São Paulo: Contexto.

Mattelart, A. (2005). *Diversidade Cultural e Mundialização*. São Paulo: Parábola.

Mattelart, A. (2006). *Mundialização, Cultura e Diversidade*. Revista FAMECOS, 31.

Motta, L.T. da. (2011). *Roland Barthes: uma biografia intelectual*. São Paulo: Iluminuras: FAPESP.

Navarro, T.E.M. y Ursi, S. (2013). *Uso de Imagens na Disciplina de Ecologia do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza – USP – Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC- Águas de Lindóia, S.P – 10 a 14 de novembro de 2013*.

- Oliveira, C.; Gouvêa, G. (2014). Apresentação do Caderno CEDES, 34 (92).
- Perrone-Moisés, L. (2012). *Com Roland Barthes*. – São Paulo: Editora WMF Martins Fontes.
- Rego, S. y Gouvêa, G. (2010). *Imagens em Materiais didáticos impressos para o ensino de Física num curso de Licenciatura semipresencial*. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 3 (3).
- Rego, S. y Gouvêa, G. (2013). *Imagens na disciplina escolar Física: possibilidades de leitura*. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 18(1), 127-142.
- Salkeld, R. (2014). *Como ler uma fotografia*. São Paulo: Gustavo Gili.
- Santaella, L. y Nöth, W. (2013). *Imagem: Cognição, semiótica, mídia*. São Paulo: Iluminuras.
- Signorini, R. (2014). *A arte do fotográfico: os limites da fotografia e a reflexão teórica nas décadas de 1980 e 1990*. 1 ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes.
- Sontag, S. (1977). *Sobre a Fotografia*. Rio de Janeiro: Cia. Das Letras.
- Souza, L.H.P.de. (2011). *As Imagens da Saúde em Livros Didáticos de Ciências*. Rio de Janeiro: UFRJ/NUTES. Tese (Doutorado).

PARA SEGUIR LEYENDO...

AMORIM, A. C. R.; NOVAES, M. P. ; REYNOL, F. (2017). IMAGENS E INFÂNCIA, INDISCERNÍVEIS TERRITORIALIDADES. *CHILDHOOD & PHILOSOPHY*, 13 (27), 303-333.

En este texto, buscase otras posibilidades de infancia a tomar como referencia imágenes fotográficas e producciones filmicas atentas a la importancia de la modulación conceptual de infancia, a los acontecimientos y relación con medio inventivo, de creación.

AMORIM, A. C. R. (2006). NOS LIMIARES DE PENSAR O MUNDO COMO REPRESENTAÇÃO. *PRÓ-POSIÇÕES*, 17 (1), 177-914.

Discusiones respecto lenguaje y educación en ciencias, centrando en un pensamiento distinto de la representación.

GOUVÊA, G.; SOUZA L. H.P.; OLIVEIRA, C.I.C.; MACHADO, M. A.D. (2016). MODOS DE LER IMAGENS EM CONTEXTOS DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES. *EDUCAÇÃO E CULTURA CONTEMPORÂNEA*, 13, 135-159.

Modos de lecturas de diferentes imágenes realizadas por estudiantes de un curso de formación de profesores, discutiendo el papel de la imagen en la construcción de los textos contemporáneos, en los modos de lecturas, en el aprendizaje, en la constitución de subjetividades e identidades.

GOUVÊA, G.; MARTINS, I. (2001). IMAGENS E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. IN: NILDA ALVES; PAULO SGARBI. (ORG.). *ESPAÇOS E IMAGENS NA ESCOLA*. 1ED. RIO DE JANEIRO: DP&A, V. 1, P. 41-58.

Este capítulo trata los sentidos producidos por niños cuando leen imágenes de un periódico de popularización de la ciencia para niños.

BERGER JOHN. (2017). *PARA ENTENDER UMA FOTOGRAFIA*. 1 ED. - SÃO PAULO: COMPANHIA DAS LETRAS.

El libro fue organizado con 24 ensayos escritos por el autor, que abordan reflexiones sobre la fotografía.

HARAZIM, DORRIT. (2016) 1 ED. - SÃO PAULO: COMPANHIA DAS LETRAS.

El libro guía al lector por un universo de historias interconectadas, tratando de la genialidad presente en la producción de fotografías.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

- <https://portal.fiocruz.br/pt-br>

Portal de la Fundación Oswaldo Cruz con informaciones y banco de imágenes disponible. Excelente fuente de consulta para el trabajo con imágenes relacionadas a ciencia y técnica.

- <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=26277>

Portal mantenido por el Ministerio de Educación de Brasil –MEC- con diversas sugerencias de clases, materiales y cursos relacionados con prácticas relativas a imagen y educación.

- <http://www.multirio.rj.gov.br/index.php/leia/reportagens-artigos/artigos/3595-imagem-e-educacao>

Sitio de Multirio (empresa Municipal de Multimedios del gobierno de la ciudad de Rio de Janeiro). Tiene la misión de investigar lenguajes y formatos, de experimentar posibilidades tecnológicas en contenidos curriculares, de producir recursos de aprendizaje, de ampliar las formas de distribución de productos educativo-culturales y de capacitar los profesionales de la educación para la utilización de los medios de comunicación en la sala de aula.

- <http://www.uff.br/observatoriojovem/>

Sitio por medio del cual, el grupo de investigación con el mismo nombre, divulga proyectos concluidos y en desarrollo, de profesores y de estudiantes de doctorado, maestría y pregrado que hacen parte del grupo. El sitio también divulga registros audiovisuales producidos por los participantes del "Observatorio Jovem".

LOS DOCENTES COMO AUTORES EN LA INTEGRACIÓN DE LAS TIC

Maricel Occelli y Leticia García Romano

Grupo EDUCEVA-CienciaTIC. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. CONICET

En los últimos años hemos podido experimentar cómo el uso de las computadoras y diversos dispositivos como los teléfonos celulares, las tablets, las cámaras, los reproductores de sonido digitales, los escáner y fundamentalmente la Internet con la Web 2.0, se ha generalizado en todos los estratos de la vida social produciendo modificaciones sustanciales (Cebrián de la Serna y Gallego Arrufat, 2011). En este contexto cabe preguntarnos ¿qué transformaciones se han producido en las prácticas de enseñanza a partir de la disponibilidad de estas nuevas herramientas tecnológicas? Para responder a esta pregunta comenzaremos exponiendo el modo en que pensamos el lugar que ocupan los docentes en sus prácticas. A continuación explicaremos por qué entendemos a las TIC como herramientas y cuál es su relación con los procesos educativos. En tercer lugar, sintetizamos las políticas educativas locales y los distintos tipos de prácticas educativas que han se han desarrollado a partir de la disponibilidad de estas tecnologías en las aulas, y por último presentamos caminos de aproximación posible entre las TIC y las prácticas educativas.

LOS DOCENTES Y SUS PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA

Cuando hablamos de las TIC en las aulas surgen diferentes discursos vinculados a posicionamientos sobre el conocimiento, su producción y el lugar que tienen los docentes en su enseñanza. Se argumenta y naturaliza que las tecnologías han puesto en cuestión el lugar de los docentes al permitir el acceso a cualquier información con solo un clic o un "touch", lo cual corre a los docentes de un supuesto rol de proveedor de la información y los coloca ante una nueva situación que le provoca incertidumbre y desconcierto. A su vez, si agregamos a este escenario que muchos a veces se creen ajenos a las tecnologías, podríamos resumir que los docentes se sienten despojados de su rol ante "máquinas" que vendrían a realizar su tarea. Consideramos que analizar desde este enfoque el impacto de las TIC en las prácticas educativas implica concebir al docente como aquel que tiene la misión de proveer a los estudiantes de una información que carecen, es decir que significa pensar a los procesos de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva de "transmisión-recepción". Por lo tanto, no haremos eco de estos argumentos aquí, sino que por el contrario intentaremos compartir una visión del rol docente a partir de posicionamientos constructivistas. Desde nuestra perspectiva, podríamos sintetizar que el trabajo de los docentes se constituye en resolver cómo promover que se comparta y construya el conocimiento en sus prácticas.

Esta tarea está determinada en función del contexto histórico social e institucional en el cual tiene lugar. Es un fenómeno pedagógico, político, social, ético e intencional, y se desarrolla en el encuentro con otros quienes tienen intereses, saberes y sentires propios. Por lo tanto, las prácticas de enseñanza se definen por su carácter complejo y multicausal (Edelstein, 2013). En este sentido, el

trabajo docente implica tener a cargo prácticas sociales singulares que se configuran a partir de un conjunto de decisiones que deben ser tomadas en contextos de incertidumbre y urgencia, que exigen el despliegue de una gran diversidad de competencias y saberes (Perrenoud, 2004).

Enseñar, entonces, demanda una puesta en acción que no se resuelve con recetas ni tecnologías mágicas. Uno podría pensar que un docente es como un actor, un artista de la representación, que tiene un libreto que sería el curriculum al cual interpreta y adapta a su auditorio con la intención de “afectarlo” para que se sumerja en la búsqueda de nuevos conocimientos, habilidades y actitudes. En escena, el docente actúa en función de una imagen que ha construido de su auditorio, es decir considerando aquello que piensan, sienten, esperan, pretenden, merecen, etc. (Sarason, 2002). Esta tarea requiere de docentes que tengan el espacio, el permiso y la oportunidad para crear, inventar, salirse del guión, probar, experimentar y re-crear (Alliaud, 2017).

En función de esta mirada, consideramos que pretender cambios en las prácticas docentes exige proveer espacios de reflexión que inviten a mirar lo cotidiano como extranjeros no en el sentido de una mirada externa sino para lograr un efecto de “extrañamiento”. Tomar distancia de aquello que parece natural, es decir, volver hacia sí mismo y mirar las situaciones generadas en sus prácticas pero ahora desde un nuevo lugar, reflexionar sobre ellas y de-construirlas (Anijovich, Cappelletti, Mora y Sabelli, 2009). La llegada de las tecnologías puede constituirse en una oportunidad para este tipo de reflexión, ya que interpela las prácticas desarrolladas habitualmente e implica re-pensarlas para darle a las tecnologías un lugar intencional como mediadoras de los procesos educativos que se pretenden promover en las aulas.

LAS TIC COMO HERRAMIENTAS MEDIADORAS DE LOS PROCESOS EDUCATIVOS

Desde una perspectiva sociocultural, las TIC pueden considerarse como herramientas culturales que median las acciones humanas. Wertsch (1999) sostiene que el hombre actúa sobre la naturaleza y la modifica cuando crea herramientas, las cuales permiten un determinado control sobre el medio, pero a su vez condicionan su conceptualización y su acción, por lo tanto, se puede decir que el hombre actúa a través de estas nuevas herramientas. A su vez, tomando como referencia a Pierre Lévy (1993), podemos considerar que en todo proceso de pensamiento interviene el lenguaje, la información y las estrategias intelectuales aprendidas en el marco de una cultura, las interacciones de las ideas propias con las ideas de otros y la utilización de diferentes herramientas tecnológicas. En síntesis, sería posible afirmar que la cognición es el resultado de redes complejas en las cuales interactúan factores humanos, biológicos y tecnológicos, de manera que una persona fuera de esta colectividad (de otras personas y medios) no podría “pensar”.

En este sentido, aunque una persona se encuentre en determinado momento totalmente sola para resolver un problema, en dicha tarea, utiliza diversos elementos aprendidos o disponibles en su contexto sociocultural como conceptos, estrategias cognitivas, modos de razonamiento, herramientas (materiales o simbólicas), etc. (Werstch, 1999; Salomon, 2001). Para comprender este concepto analicemos cuántas veces podemos encontrarnos a nosotros mismos pensando alguna idea, proyecto, propuesta y detectamos que para terminar de armarla debemos recurrir a aquel archivo que tenemos guardado en nuestra pc, o aquella información, fotografía o presentación que nos compartieron por

Facebook, Instagram, WhatsApp o e-mail, o simplemente porque necesitamos estar acompañados con estas otras herramientas para “producir” conocimiento, escribir o pensar. Las TIC se constituyen en medios para el aprendizaje ya que son herramientas que pueden crear nuevos escenarios para las interacciones, espacios virtuales en los cuales no sólo se puede acceder a información, sino que también se puede compartir, cuestionar, problematizar, es decir, aprender (Borba y Penteado, 2001). Así, entender que las tecnologías nos ofrecen un espacio para pensar, discutir con otros, revisar ideas, nos permite imaginarlas como extensiones de la mente y vehículos de pensamiento (Lion, 2006). Al considerar estas potencialidades de las TIC, es fácil comprender la necesidad de generar igualdad de oportunidades en el acceso a estas tecnologías.

EL ACCESO A LAS TIC DESDE EL MODELO 1 A 1

Diferentes países han reconocido a las TIC como herramientas claves de los procesos educativos y en consecuencia, cada administración ha desarrollado políticas públicas con programas nacionales a fin de proveer a las escuelas de estas tecnologías (Vacchieri, 2013). En Argentina, podemos diferenciar dos líneas de acción en este tipo de políticas, una orientada al aprovisionamiento de laboratorios de computación y la otra al acceso de cada estudiante o docente a una computadora personal.

Dentro de la primera línea, desde el año 1990 se llevaron adelante programas específicos como por ejemplo el Programa de Descentralización y Mejoramiento de la Educación Secundaria (PRODYMES I, 1994 y PRODYMES II, 1996) y el Proyecto RedEs (1998-1999). En el año 2000 se funda la sociedad del estado Educ.ar para garantizar el equipamiento tecnológico de las escuelas y su conectividad, la formación de los docentes y la creación de contenidos educativos. Por otra parte, los programas de equipamiento en las escuelas toman lugar nuevamente en la agenda educativa a partir de la Ley de Educación Nacional 26.206 del año 2006, con los programas nacionales Programa de Apoyo a la Política de Mejoramiento de la Equidad Educativa (PROMEDU I) y Proyecto de Mejoramiento de la Educación Rural (PROMER) (Aguiar, Capuano, Diez, Fourés y Silin, 2016). A su vez, surgen programas orientados al equipamiento de las escuelas que atendían poblaciones de gran vulnerabilidad social como el Programa para el Mejoramiento del Sistema Educativo (PROMSE) orientado a las escuelas secundarias y el Programa Integral para la Igualdad Educativa (PIIE) que dotó a las escuelas primarias de gabinetes informáticos (Landau, Serra y Gruschetsky, 2007).

La segunda línea de políticas educativas se basa en lo que se conoce como modelo 1 a 1. Este modelo busca que cada estudiante tenga una computadora y su origen se asocia a Nicholas Negroponte quien fue cofundador y director del Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT - Massachusetts Institute of Technology) y desarrolló una computadora móvil denominada laptop XO de bajo costo y provista de recursos educativos. A su vez, creó la fundación “One Laptop per Child” (OLPC) para la distribución de estas computadoras en países emergentes y su proyecto fue presentado en el Foro Mundial de Davos en 2005¹.

El primer país en incorporar el modelo 1 a 1 con dispositivos móviles fue Australia y lo hizo siguiendo las ideas de Seymour Papert en relación a los lenguajes de programación (RELPE, 2011). Por su parte, en latinoamerica Uruguay fue el primer país que implementó una iniciativa bajo el modelo 1

¹ <http://museum.mit.edu/150/83>

a 1 a través de su programa CEIBAL en el año 2006 (“Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje”) distribuyendo computadoras XO a docentes y estudiantes del nivel primario. Luego le siguieron gran parte de los países del continente cada uno con diferentes programas, la gran mayoría destinados a la escuela primaria, algunos para todos los niveles educativos y otros orientados a la escuela secundaria. En el año 2004 se constituye la Red Latinoamericana de Portales Educativos (RELPE) que reúne la información de los portales educativos de 16 países de la región. Este sitio presenta un “Observatorio de políticas 1 a 1”² y acceso a cada uno de los portales educativos. A su vez, el sitio actualiza en un mapa geográfico interactivo el estado de cobertura alcanzado hasta el momento en función de las metas propuestas (Área, 2010; Lagos Céspedes y Silva Quiróz, 2011; RELPE, 2011).

En Argentina, el modelo 1 a 1 fue impulsado desde iniciativas provinciales o regionales y desde el gobierno nacional. Estas acciones de equipamiento promovieron el acceso personalizado a la tecnología en un gradiente que fue desde la disponibilidad esporádica a la distribución de netbooks. Dentro de las estrategias que buscaron cubrir al menos el acceso esporádico a las tecnologías, se registran las “aulas móviles” compuestas por un camión equipado de 30 netbooks, proyectores y software específicos que viajaba a cada escuela de regiones rurales o alejadas de las ciudades, y los llamados “carritos portátiles” que contenían 20 netbooks para su transporte a las aulas sin la necesidad de mover a los estudiantes a un laboratorio de computación (Dussel y Quevedo, 2010; Bilbao y Rivas, 2011). Por otra parte, la distribución personalizada de netbooks fue llevada a cabo por algunas provincias o ciudades, como por ejemplo el programa “Todos los chicos en la Red” de la provincia de San Luis que entregó computadoras a estudiantes y docentes de nivel primario entre 2008 y 2009, proveyó conexión wifi y llevó adelante estrategias de formación docente (Maggio, 2012).

Desde la órbita nacional, el modelo 1 a 1 toma aún mayor protagonismo a través de la “Campaña de alfabetización digital”, “Programa Una Computadora para cada Alumno” (2009) (para el ciclo superior de la educación técnico profesional), y el Programa Conectar Igualdad (2010) que distribuyó netbooks a todos los estudiantes y docentes de escuelas secundarias de gestión pública de educación especial y de institutos de formación docente de todo el país (Lugo y Kelly, 2011). Este programa se desarrolló en función de ocho objetivos que estuvieron centrados en asegurar el acceso a las TIC, fortalecer condiciones que incentiven procesos de transformación institucional, pedagógica y cultural, mejorar la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, producir contenidos y herramientas digitales para dotar de nuevos recursos o materiales de enseñanza y posibilitar el desarrollo de redes sociales educativas (Consejo Federal Educativo, 2010). Ahora bien, a partir de estos programas de equipamiento tecnológico ¿qué tipos de prácticas educativas generan los docentes? A continuación aportaremos algunos datos para responder a esta pregunta.

LOS DOCENTES Y EL MODELO 1 A 1

Comenzaremos esta sección explicitando que la disponibilidad de las tecnologías constituye un componente indispensable para la integración de las TIC y éstas a su vez tienen el potencial de crear oportunidades para el desarrollo de procesos de construcción activa, pero es claro que este tipo de prácticas no se generan por la sola presencia de las tecnologías en las aulas. Resulta interesante la analogía de las levaduras propuesta por Salomon (1992) para pensar el rol que podrían tener las TIC

² <http://observatorio.relpe.org>

en la gestación de espacios para la construcción del conocimiento. El autor indica que el papel de las TIC puede compararse al de las levaduras en la elaboración del pan: no se puede prescindir de ella, ya que es la promotora de una reacción en cadena, pero en sí misma es insuficiente; Para la realización del pan, se necesita indudablemente de otros ingredientes que interaccionan de manera organizada. Y es justamente la organización de todos los ingredientes lo que hace la diferencia también en las aulas, es por ello que hablar del lugar que se le asigna a las TIC implica hablar de las prácticas educativas. A su vez, si lo que se espera es que a partir del acceso a la tecnología el docente modifique formas de enseñar cercanas a las transmisión-recepción y proponga situaciones de enseñanza en las cuales los estudiantes sean los principales actores, quienes construyan el conocimiento y colaboren entre sí, entonces se piensa en innovaciones que tiendan a generar un cambio de paradigma (Díaz-Barriga Arceo, 2010). A continuación comentamos algunos estudios que proveen categorías interesantes para identificar diferentes tipos de prácticas educativas a partir de la disponibilidad de las TIC.

Un primer trabajo que comentaremos es el realizado por Area, Hernández y Sosa (2016) con docentes en España a partir de un estudio correlacional, lo cual les permitió identificar dos modelos de uso didáctico de las TIC en las aulas: a) “integración didáctica débil de la tecnología en el aula” y b) “integración didáctica intensiva de las TIC”. El primer grupo refiere a las prácticas de docentes en las cuales las TIC se utilizan con poca frecuencia y se plantean de modo expositivo en las cuales prima la reproducción del conocimiento, con actividades para los alumnos que en general son individuales y similares a las que se podrían realizar con un libro de texto. El segundo grupo reúne a las prácticas de docentes que emplean las TIC frecuentemente para una variedad de tareas tanto individuales como grupales, para enriquecer exposiciones del docente o de los estudiantes, para proponer a los estudiantes que busquen información, elaboren contenidos digitales o participen en la red.

Por su parte, Coll (2009) como resultado de diversas investigaciones propone caracterizar la utilización de las TIC considerando dimensiones de las prácticas educativas y aspectos de las herramientas tecnológicas. En función de ello, las TIC se pueden utilizar como: (i) mediadores de las relaciones entre los alumnos y los contenidos de aprendizaje; (ii) mediadores de las relaciones entre los profesores y los contenidos de enseñanza y aprendizaje; (iii) mediadores de las relaciones entre los profesores y los alumnos o entre los alumnos; (iv) mediadores de la actividad conjunta desplegada por profesores y alumnos durante la realización de las tareas o actividades de enseñanza aprendizaje; (v) configuradores de entornos o espacios de trabajo y de aprendizaje.

En el ámbito local, Aguiar et al. (2016) indagaron los cambios y las continuidades de las prácticas de los docentes de Neuquén (Argentina) a partir del Programa Conectar Igualdad. En su estudio registraron que la presencia de las netbooks reconfiguran la dinámica del aula y de la escuela en diferentes modos, desde prácticas que incorporan a las tecnologías para usos instrumentalistas hasta prácticas que generan nuevos entornos de trabajo áulico. En relación a las prácticas de enseñanza de ciencias naturales, realizamos una indagación en la ciudad de Córdoba (Argentina) y siguiendo las categorías de Area et al. (2016) encontramos que si bien la mayoría de los docentes realiza una integración débil de las tecnologías, también se comienzan a registrar prácticas tendientes a una integración intensiva que permitirían “pensar-con” la tecnología (Occelli y García Romano, 2018). Con respecto a esto último, se percibe que el tiempo transcurrido desde la disponibilidad de las tecnologías resulta un factor clave a la hora de revisar las prácticas de enseñanza.

Algunos autores afirman que al inicio, cuando se accede a las tecnologías se desarrolla una etapa de adaptación en la que los docentes buscan adecuar las estrategias de enseñanza que utilizaban normalmente en sus aulas para incorporar las tecnologías, lo cual también condiciona el tipo de tecnología que se selecciona (Penuel, 2006; Inan, Lowther, Ross y Strahl, 2010). En esta misma línea, Area y Sanabria (2014) estudiaron la implementación del Programa escuela 2.0 de España e indican que al comienzo los docentes solo utilizaban las TIC para enriquecer sus prácticas. Sin embargo, a medida que pasó el tiempo, los docentes comenzaron a incorporar nuevas estrategias de enseñanza innovando en sus aulas. Por lo tanto, se requiere que transcurra un período prolongado desde la implementación de las políticas educativas basadas en el modelo 1 a 1 para su evaluar su correlato con las prácticas educativas.

En general, las políticas educativas de equipamiento han sido acompañadas con diversas estrategias de formación docente. Por ejemplo, a través de cursos, seminarios o talleres algunos presenciales otros a distancia o mixtos, de cobertura masiva o de acompañamiento personalizado, etc. Sin embargo, no todas las propuestas de formación han reportado el impacto que se esperaba en las prácticas de los docentes. Un aspecto a considerar es el vínculo que establecen las instancias de formación con el currículum que deben enseñar los docentes. En este sentido, Díaz-Barriga Arceo (2010), indica que aquellos ambientes de formación que están centrados solo en el conocimiento sin discutir experiencias se quedan en un “conocimiento libresco” que se conciben como demasiado abstracto, desconectado de la situaciones que enfrentan a diario en sus aulas, por lo que difícilmente puedan incorporarlos en sus prácticas. Por el contrario, cuando los docentes advierten que pueden trabajar específicamente los contenidos de sus asignaturas con las tecnologías son más propensos a utilizarlas con sus alumnos (Penuel, 2006).

Otro aspecto a considerar es que resulta necesario analizar la vinculación que presentan las propuestas de formación docente con las prácticas áulicas. Al respecto, aquellas instancias que se presentan disociadas del aula no logran modificar las prácticas de los docentes y los dispositivos terminan siendo infrautilizados (Rodrigues, 2004; Balanskat, Blamire y Kefala, 2006; Coll, 2008; Zucker y Light, 2009). Por el contrario, cuando el docente vive experiencias positivas con las tecnologías ya sea por propia integración en su aula o indirectamente a través de la experiencia de otros colegas, el docente logra verse a sí mismos como facilitador. Higgins y Spitunik (2008) indican que la integración exitosa de la tecnología está ligada a las oportunidades de conversación que tienen los profesores para discutir sus ideas con sus colegas en relación a cómo utilizar la computadora. Cuando los docentes tienen este tipo de oportunidades logran integrar a las tecnologías de modo exitoso y diseñan recorridos que pueden ayudar a garantizar la igualdad de oportunidades digitales (Mouza, 2008; Casablanacas, 2014). Puede notarse que la actividad de pensar en diseños didácticos que integran tecnologías se constituye para los docentes en una oportunidad para repensar sus formas de entender la enseñanza y desde esa perspectiva evaluar el potencial de las tecnologías como herramientas cognitivas y las maneras en que éstas podrían apoyar su enseñanza (Ertmer, 2005).

Una forma de encarar propuestas de formación docente orientadas a fomentar este tipo de experiencias es a través de pequeñas comunidades de práctica, en las cuales los docentes asumen un papel más activo en su desarrollo profesional, ya que se consideran responsables tanto de su propio aprendizaje como de los de sus colegas (Penuel, 2006). En estas comunidades, los docentes exploran conjuntamente nuevas formas de enseñar con las tecnologías y se apoyan entre sí a medida

que comienzan la transformación de su práctica áulica (Ertmer, 2005). A partir de experiencias de este tipo, Canavarro y Machado (2008) encontraron que los docentes lograban percibir y aceptar que los jóvenes están acostumbrados a los mundos virtuales y que tienen la información al alcance de su mano de modo digital, con lo cual al repensar sus prácticas deseaban abandonar el modelo tradicional. Las tecnologías se constituyen en herramientas culturales que brindan mayor autonomía tanto a docentes como alumnos; permiten una nueva relación con el conocimiento y promueven una escuela expandida que ya no se circunscribe solo al aula sino a todo aquello a lo cual se puede acceder con las TIC. A continuación comentamos experiencias desarrolladas con docentes en el desarrollo de actividades extensionistas que llevamos adelante desde el grupo CienciaTIC.

EXPERIENCIAS QUE EMPODERAN A LOS DOCENTES

Estamos convencidas que pensar a los docentes como profesionales, significa reconocer que son ellos quienes poseen un conocimiento y experticia proveniente de sus prácticas educativas. Por lo tanto, desde este posicionamiento promovemos la constitución de grupos colaborativos de trabajo en los cuales participamos docentes egresados y estudiantes universitarios y docentes de escuelas secundarias de gestión pública de la ciudad de Córdoba. En estos grupos se busca colocar a cada uno de los integrantes en un lugar de saber, de compromiso y de participación (Fernández Cruz, 2004; Fiorentini, 2008). Se trabaja con docentes quienes comparten su conocimiento situacional proveniente de sus prácticas, y dicho conocimiento en sinergia con aquellos producidos en el ámbito académico de investigación posibilitan la construcción reflexiva de nuevos saberes para la transformación de las prácticas educativas y la integración efectiva de las TIC.

El trabajo se organiza en cuatro etapas consecutivas y cíclicas: 1) preparación previa de las propuestas didácticas con los docentes en las escuelas, 2) implementación de la propuesta, 3) evaluación conjunta de los resultados de la implementación y 4) difusión de lo producido. A continuación describimos cada una de ellas.

1) Preparación previa de las propuestas didácticas con los docentes en las escuelas: en esta instancia desarrollamos encuentros personalizados de trabajo con los docentes participantes en el ámbito de su escuela. Considerando la curricula vigente, el programa de la asignatura y los intereses de los estudiantes se evalúan de manera conjunta diversos recursos digitales (animaciones, simulaciones, laboratorios virtuales, videojuegos, wikis, redes sociales, etc.) para el abordaje de contenidos de ciencias naturales. Se consensuan colectivamente criterios comunes para la evaluación de los resultados inherentes a la implementación de las nuevas propuestas diseñadas y se diseña una propuesta didáctica concreta con la integración de un recurso digital para el aprendizaje de conceptos específicos. Durante estos encuentros, se busca establecer un ambiente propicio para un diálogo de saberes en los cuales el docente habla de sus clases, plantea sus problemáticas, sus aciertos y desaciertos y desde ese lugar piensa o propone posibles acciones a realizar. En este diálogo los otros integrantes del grupo se enriquecen de los saberes situacionales y profesionales de la dinámica del aula, y desde sus conocimientos vinculados al uso de las TIC para enseñar Ciencias Naturales, le proponen al docente diversos recursos para lograr los objetivos buscados. Este proceso de diálogo y negociación resulta muy enriquecedor para todos los actores participantes, y demanda la inversión de tiempo para el intercambio.

2) *Implementación de la propuesta*: en esta etapa los docentes de las escuelas secundarias llevan adelante con sus estudiantes la propuesta didáctica diseñada, los otros integrantes del equipo acompañan a los docentes como observadores sistematizando la experiencia a través de registros de observaciones, audio y video. A su vez, se indaga la percepción de los jóvenes estudiantes de las escuelas secundarias participantes acerca de la propuesta a través de un cuestionario de carácter metacognitivo. Algunos ejemplos de estas preguntas se detallan en la Figura 1.

a) ¿Qué crees que aprendiste con esta propuesta?

b) Si tuviera que decir una palabra o una frase corta para definir ... (se completa según la temática trabajada) ... ¿cuál usarías?

c) Creo que aprendí cuando (puedes marcar varias opciones si deseas):
(se detallan como opciones las diversas actividades desarrolladas en el aula)

d) Crees que la propuesta presentada te permitió:

☐ Entender las causas por las que...
☐ Tener una idea sobre el tema...
☐ Sigo sin entender el tema...

e) ¿Qué te parece que se podría mejorar de la experiencia que te propusimos?

f) Otros comentarios que quieras hacernos

Figura 1: Modelo de cuestionario de opinión suministrado a los estudiantes.

3) *Evaluación conjunta de los resultados de la implementación*: se analiza de manera conjunta entre los miembros del equipo la información recolectada durante el desarrollo de las experiencias a través de la triangulación de los diferentes registros generados y los componentes teóricos del área.

4) *Difusión de lo producido*: los docentes comunican en el interior de su propia escuela la experiencia vivenciada a sus colegas en reuniones de departamento, talleres o espacios de reflexión institucional. Así, los docentes, al compartir su experiencia, la cual tiene lugar a pesar de las dificultades contextuales compartidas (falta de Internet, ausencia de netbooks en las aulas, uso rudimentario de las netbooks, etc.) se convierten en referentes, ya que muestran cómo en las condiciones que tiene su escuela logran llevar adelante propuestas que integran las TIC de modo constructivo.

Esta forma de trabajo invita a los docentes a sumergirse en un proceso reflexivo que permita dar cuenta de cuáles son las necesidades curriculares más importantes, los intereses de sus estudiantes, los recursos disponibles, las propias limitaciones con la tecnología, etc. Así, lo que se busca es que sea el propio docente quien advierta qué recurso tecnológico necesita o qué tema desea trabajar con las TIC. Este proceso requiere una reflexión sobre sus prácticas, expectativas, intereses y saberes. Por lo tanto, implica disponerse a conversar con otros sobre lo que usualmente ocurre a puertas adentro en un aula y en soledad, significa abrirse a otro que si bien puede aportar también podría “evaluar”. Además,

demanda tiempo por parte de los docentes, para realizar estas reflexiones y para encontrarse con el grupo, aunque estos encuentros se planteen en los tiempos libres entre clase y clase, o a la salida de una clase, y siempre a comodidad del docente. En función de ello, hemos desarrollado este ciclo de trabajo de diversas maneras, en algunos casos el ciclo se completa y reinicia con el mismo docente y en otros solo se llega a completar alguno de estos pasos.

Queremos destacar aquí tres casos en los cuales se completó el ciclo e incluso se trascendió el nivel de difusión intra escuela. Los docentes llegaron a producir presentaciones o publicaciones a partir de sus experiencias lo cual da cuenta del lugar protagónico de los docentes como creadores y autores de sus propuestas.

El primero de ellos fue llevado adelante por una profesora de biología quien desarrolló una experiencia en la temática de sistemas del cuerpo humano y utilizó el videojuego SIMCity como herramienta para desarrollar el concepto de modelo para luego transferirlo a los modelos conceptuales que se utilizan en el estudio de la regulación de los sistemas del cuerpo humano. El detalle de esta experiencia se encuentra desarrollado en el Volumen II, capítulo 15 de este libro.

El segundo caso tuvo lugar en el contexto de una cátedra compartida de Educación para la Salud en la cual los docentes diseñaron una secuencia didáctica para que los alumnos construyeran preguntas sobre enfermedades de relevancia epidemiológica en Argentina teniendo como base la lectura de textos del área temática. Estas preguntas fueron utilizadas con el juego PregunTIC. Este juego fue creado por un integrante del grupo CienciaTIC es libre y al igual que el juego comercial Preguntados permite subir preguntas de múltiple opción. La secuencia diseñada y la evaluación de la experiencia fue publicada por iniciativa y con la autoría de los docentes participantes (Pomar et al., 2016).

Por último, el tercer caso fue desarrollado por una profesora de Física quien trabajó el tema “Sistema de Coordenadas Horizontales” y utilizó también el juego PregunTIC. El diseño didáctico y los resultados de su experiencia fueron seleccionados para su presentación en el 8° Congreso de Ciencias y Tecnologías en la Escuela organizado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba³. A su vez, el detalle de este diseño se encuentra en el Volumen II, capítulo 14 de este libro.

REFLEXIONES FINALES

Desde nuestra posición consideramos que la disponibilidad de las tecnologías en las aulas conforma una oportunidad para movilizar a los docentes e invitarlos a revisar y transformar sus prácticas. La clave para promover innovaciones áulicas está en las metodologías didácticas que se implementan para el uso de las tecnologías y no en la propia tecnología. A su vez, éstas dependen de las visiones y de las prácticas profesionales de los docentes por lo que se requiere de un proceso a largo plazo (Area y Sanabria, 2014). En este sentido, Manso, Pérez, Libedinsky, Light y Garzón (2011) indican que cuando un docente integra de manera efectiva la tecnología en sus prácticas educativas pone en juego conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico. Para integrar de manera efectiva a las TIC, es esencial que los docentes cuenten con espacios para (re)pensar su práctica educativa desde un lugar que integre estos tres conocimientos. En función de esto, resulta necesaria la gestación de

3 <http://www.cba.gov.ar/octavo-congreso-provincial-de-ciencias-y-tecnologias-en-la-escuela-2/>

ambientes que involucren los contenidos científicos con las TIC, eviten la reproducción y favorezcan la construcción de producciones que incluyan las voces involucradas. Por lo tanto, colocar a los docentes como protagonistas significa darles el lugar y la oportunidad para crear, innovar y experimentar, es decir para ser autores de aquello que ocurre en sus aulas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, D.; Capuano, A.M.; Diez, M.A.; Fourés, C. y Silin, I. (2016). Cambios y permanencias en las prácticas de enseñanza con TIC, Neuquén, Argentina. En: *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 27(53):315-341.

Alliaud, A. (2017). *Los artesanos de la enseñanza. Acerca de la formación de maestros con oficio*. Buenos Aires: Paidós.

Anijovich, R.; Cappelletti, G.; Mora, S. y Sabelli, M.J. (2009). *Transitar la formación pedagógica. Dispositivos y estrategias*. Paidós: Buenos Aires.

Area, M. y Sanabria, A. (2014). Opiniones, expectativas y valoraciones del profesorado participante en el Programa Escuela 2.0 en España. *Educación*, 50(1), 15-39.

Area, M. (2010). «El modelo 1x1 (una computadora por alumno) en Iberoamérica: Opiniones, entrevistas, videos y otras webs». Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Disponible en: <<http://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article7665>> [5 de abril de 2017].

Area, M.; Hernández, V. y Sosa, J.J. (2016). Modelos de integración didáctica de las TIC en el aula. *Comunicar*, 47(24), 79-87.

Balanskat, A., Blamire, R.; Kefala, S. (2006). *The ICT Impact Report. A review of studies of ICT impact on schools in Europe*. European Schoolnet, European Commission. Disponible en: <http://colccti.colfinder.org/sites/default/files/ict_impact_report_0.pdf> [6 de julio de 2016].

Bilbao, R. y Rivas, A. (2011). *Las provincias y las TIC: avances y dilemas de política educativa*. Programa de educación área de desarrollo social. Documento de Trabajo N° 76. CIPPEC.

Borba, M. y Penteado, M. (2001). *Reorganização do pensamento e colectivo pensante*. En: Borba, M., Penteado, M. (eds.). *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica Editora.

Canavarro Benite, A.M. y Machado Benite, C.R. (2008). *O computador no ensino de química: Impressões versus Realidade*. Em *Foco as Escolas Públicas da Baixada Fluminense*. Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências, 10(2), 303-319.

Casablancas, S. (2014). La cuestión de la formación docente en los modelos 1 a 1. El caso del proyecto piloto Escuelas de innovación, dentro del programa «Conectar igualdad» (República Argentina). *Educación*, 50(1), 103-120.

Cebrián de la Serna, M. y Gallego Arrufat, M.J. (2011). *Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento*. Madrid: PIRÁMIDE.

Coll, C. (2008). Aprender y enseñar con las TIC. Expectativas, realidad y potencialidades. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 72, 17-40

Coll, C. (2009). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades (pp.113-126). En: CARNEIRO, R. y ots. (Comp.). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Colección Metas Educativas 2021. OEI. Fundación Santillana.

Consejo Federal de Educación. (2010) Anexo I de la Resolución 123: Las políticas de inclusión digital educativa. El Programa Conectar Igualdad. Disponible en: <http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res10/123-10_01.pdf> [5 de abril de 2017].

Díaz-Barriga Arceo, F. (2010). Los profesores ante las innovaciones curriculares. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 1(1), 37-57.

Dussel, I. y Quevedo, L.A. (2010). VI Foro Latinoamericano de Educación; Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital. Buenos Aires: Santillana,

Edelstein, G. (2013). *Formar y formarse en la enseñanza*. Buenos Aires: Paidós.

Ertmer, P.A. (2005). Teacher Pedagogical Beliefs: The Final Frontier in Our Quest for Technology Integration? *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 25-39.

Fernández Cruz, M. 2004. El desarrollo docente en los escenarios del currículum y la organización. *Revista de currículum y formación del profesorado* 8 (1).

Fiorentini, D. 2008. ¿Investigar prácticas colaborativas o investigar colaborativamente? En: Norda, M.C. y Araújo, J.L. (Comp.) *Investigación Cualitativa en Educación Matemática*. México: Lim,USA, Cideccyt, pp: 43-71.

Higgins, T.E.; Spitunik, M.W. (2008). Supporting Teachers' Use of Technology in Science Instruction through Professional Development: A Literature Review. *Journal of Science Education and Technology*, 17: 511-521.

Inan, F.A., Lowther, D.L., Ross, S.M. y Strahl, J.D. (2010). Pattern of classroom activities during students' use of computers: relations between instructional strategies and computer applications. *Teaching and Teacher Education*, 26(3), 540-546.

Lagos Céspedes, M.E.; Silva Quiróz, J. (2011). Estado de las experiencias 1 a 1 en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 56, 75-94.

Landau, M.; Serra, J.; y Gruschetsky, M. (2007). Acceso universal a la alfabetización digital. Políticas, problemas y desafíos en el contexto argentino (La Educación en Debate 5). Buenos Aires: DiNIECE, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. En línea: <http://repositorio.educacion.gov.ar:8080/dspace/bitstream/handle/123456789/96788/EL000984.pdf>

Lévy, P. (1993). *As tecnologías da inteligência. O futuro do pensamento na era da informática*. Editora 34, Río de Janeiro.

Ley Nacional N. 26.206, Ley de Educación Nacional, sancionada el 14/12/2006, disponible en: <http://www.infoleg.gov.ar>

Lion, C. (2006). *Imaginar con tecnologías. Relaciones entre tecnologías y conocimiento*. Stella: Buenos Aires.

Lugo, M.T y Kelly, V. (2011). El modelo 1 a 1: un compromiso por la calidad y la igualdad educativas. *La gestión de las TIC en la escuela secundaria: nuevos formatos institucionales. Serie gestión educativa en el modelo 1 a 1*. Programa Conectar Igualdad. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.

Maggio, M. (2012). Entre la inclusión digital y la recreación de la enseñanza: el modelo 1 a 1 en Argentina. *Campus virtuales* 1, 51-64.

Manso, M.; Pérez, P.; Libedinsky, M.; Light, D.; Garzón, M. (2011). Las TIC en las aulas. *Experiencias latinoamericanas*. Buenos Aires: Paidós.

Mouza, C. (2008). Learning with Laptops: Implementation and Outcomes in an Urban, Under-Privileged School. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(4):447-472.

Occelli, M. y García Romano, L. (2018). Los docentes de ciencias naturales y el "Programa Conectar Igualdad" en la ciudad de Córdoba (Argentina). *Revista Ciencia, Docencia y Tecnología* 29 (56), 109-130.

Penuel, W.R. (2006). *Implementation and Effects Of One-to-One Computing Initiatives: A Research Synthesis*. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(3), 329–348.

Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Grao.

Pomar, S.; González, J.M.; Ibáñez, F.; Tello, N.; Biber, P.; Ocelli, M. y García Romano, L. (2016). *PREGUNTIC: un juego digital para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela secundaria*. En Ferreyra, H.A. (Ed.). *El currículum de Ciencias Naturales de la Educación Secundaria: retos y desafíos de cara al futuro: dossier*. Córdoba: EDUCC - Editorial de la Universidad Católica de Córdoba; Ciudad Autónoma de Buenos Aires: UNICEF. ISBN 978-987-626-311-5. Pp. 72-76 (128 páginas totales). <http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/873/1/DOSSIER%20UNICEF.pdf>

RELPE (2011). *Experiencias 1 a 1 en América Latina*. Red Latinoamericana de Portales Educativos. OEI. Disponible en: <<http://www.relpe.org/wp-content/uploads/2013/04/07-Experiencias-1-a-1-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>> [10 de febrero de 2017].

Rodrigues, S. (2004). *Digital Divides: E-literacy in Science Classrooms when Using Information Communication Technologies*. *Science Education International*, 16(4):303-323.

Salomon, G. (2001). *Cogniciones Distribuidas*. Buenos Aires: Amorrortu Ed.

Salomon, G. (1992). *What Does the Design of Effective CSCL Require and How Do We Study Its Effects?* *SIGCUE Outlook* 21(3), Special Issue on CSCL, ACM Press 843.

Sarason, S.B. (2002). *La enseñanza como arte de representación*. Amorrortu Ediciones: Buenos Aires.

Vacchieri, A. (2013). *Estado del arte sobre la gestión de las políticas de integración de computadoras y dispositivos móviles en los sistemas educativos*. Programa TIC y Educación básica. Buenos Aires: UNICEF.

Wertsch, J.V. (1999). *La mente en acción*. Aique: Capital Federal.

Zucker, A.A. y Light, D. (2009). *Laptop Programs for Students*. *Science*, 323, 82-85.

PARA SEGUIR LEYENDO...

WEBINAR 2010. PANEL DE INICIO DEL ENCUENTRO EN EL CUAL LOS PONENTES JUAN CARLOS TEDESCO, INÉS DUSSEL, NORBERTO CAPELLÁN Y GRACIELA RABAJOLI APORTAN IDEAS PARA UN DEBATE Y REFLEXIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE LAS TIC ANTE LOS MODELOS 1:1.

<http://1a1.webinar.org.ar/node/65>

SITIOS WEB RECOMENDADOS

https://www.ted.com/talks/nicholas_negroponte_on_one_laptop_per_child_two_years_on
Charla TED de Nicholas Negroponte el creador de la fundación "One Laptop per Child" (OLPC) y la laptop XO.

<http://observatorio.relpe.org>

Observatorio de las políticas 1 a 1 en América Latina que actualiza las novedades de los programas desarrollados en cada uno de los países que llevan adelante este tipo de políticas de equipamiento. Presenta un mapa interactivo en el cual se registran los diversos programas y actualiza el alcance desarrollado en función de la proyección prevista al momento del diseño del programa.

JÓVENES Y TECNOLOGÍAS: PRÁCTICAS, DESAFÍOS Y POTENCIALIDADES EDUCATIVAS

Florencia D'Aloisio y María Emilia Echeveste

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. CONICET.

En este capítulo nos proponemos problematizar algunas nociones y sentidos acerca de la relación de los jóvenes¹ con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y reflexionar sobre las potencialidades que presenta su inclusión en los procesos de aprendizaje situados en escuelas secundarias.

Para aportar a la reflexión sobre el aprendizaje en ciencias experimentales mediado por tecnologías, consideramos importante dar cuenta de la particularidad que asumen algunas prácticas y sentidos desplegados en el escenario social y escolar contemporáneo por los sujetos jóvenes.

En el primer apartado, nos detenemos en algunas precisiones teóricas para pensar a la "juventud" como constructo que adquiere inteligibilidad en relación a condiciones históricas, sociales, culturales, materiales e institucionales específicas. Creemos que desentrañar estos sentidos nos permitirá, como educadores, poder ver a los jóvenes reales para quienes pensamos nuestro quehacer docente. En el segundo apartado, caracterizamos el escenario contemporáneo donde se produce el encuentro entre los jóvenes y las tecnologías, la denominada "Sociedad de la Información". Luego, proponemos algunas revisiones que invitan a desnaturalizar representaciones reduccionistas sobre la relación de los jóvenes con las TIC. Por último, nos centramos en algunas ventajas y potencialidades que, en clave de aprendizajes situados, posibilita la incorporación de específicos recursos tecnológicos en las prácticas escolares con jóvenes.

PENSAR A LOS JÓVENES Y LA EDUCACIÓN

En numerosos discursos sociomediáticos y representaciones que sustentan prácticas educativas, los jóvenes son definidos por oposición a quienes son considerados "adultos" o como sujetos en transición a serlo. El problema de definir a los jóvenes por lo que aún no llegan a ser (adultos) es que se les niega su presente vivido en función de una imagen que la sociedad, padres y educadores proyectan para ellos de cara a un futuro imaginado (Chaves, 2010; Carrano y Dayrell, 2013).

Otra forma muy difundida de concebir a los jóvenes es desde su pertenencia a determinado grupo de edad. No obstante, como resalta Margulis (2009), la delimitación de la juventud en las sociedades actuales excede el enclasmiento etario ya que los horizontes de posibilidad son muy diferentes para diversas poblaciones juveniles, los ritos tradicionales de pasaje desaparecen y disminuye la predictibilidad respecto a los lugares sociales a ocupar por cada sector etario. El

¹ Sin desconocer las implicancias del sexismo lingüístico, a los fines de facilitar la lectura utilizamos los plurales masculinos para aludir a "jóvenes" y "docentes".

autor precisa que la “juventud” es una condición construida y determinada históricamente, cuya caracterización varía según diferencias sociales, económicas, genéricas y generacionales.

Asimismo, los sujetos que habitan las escuelas secundarias son ampliamente concebidos en términos de *alumnos o estudiantes*, dejando por fuera características socioculturales que dan cuenta de sus heterogéneas prácticas y experiencias, como aquellas vinculadas al uso de las tecnologías. Dayrell (1996) indica que esta mirada homogeneizante sobre los jóvenes reduce su comprensión a una dimensión *cognitiva* (ligada a los aprendizajes) o *comportamental* (según la adecuación de sus comportamientos con la normatividad institucional) e impide ver la diversidad que los caracteriza como sujetos sociales. Tales concepciones reduccionistas se reproducen en evaluaciones docentes informales en las que, siguiendo la lógica escolar y la normatividad institucional, se etiqueta a los jóvenes como “apáticos”, “indisciplinados”, “flojos” o bien como “buenos alumnos”, “responsables”, “cumplidores” (Weiss, 2006).

No obstante, ser alumno y ser joven suponen dos lógicas de construcción diferenciales. Para los jóvenes, convertirse en alumnos supone establecer sucesivas relaciones entre su condición juvenil y el estatuto escolar de alumno, definir la utilidad social de sus estudios, el sentido de los aprendizajes y sus proyectos de futuro (Dayrell, 2007). La categoría analítica de *condición juvenil* enlaza la estructura social con la cultura y valores particulares de los jóvenes en el marco de los procesos de transformación social contemporáneos, sean éstos laborales, formativos, culturales o económicos (Dávila León, 2004). Remite a dos dimensiones constitutivas: una dimensión *situacional*, inherente a los modos en que cada sujeto vivencia el ser joven a partir de diferencias culturales, sociales, económicas, geográficas, de género, etnia, entre otras, y a una dimensión *histórico-generacional*, referente al modo en que una sociedad constituye y significa ese momento vital (Dayrell, 2007).

La visibilización de los jóvenes y lo juvenil se produjo en la última mitad del siglo XX por la imbricación de una serie de procesos socioculturales: la emergencia de la industria de la oferta y el consumo cultural, la reorganización económico-productiva de la sociedad (por medio del aceleramiento industrial, científico y técnico), la ampliación de los márgenes de la educación formal (para posponer el ingreso de los jóvenes como relevo de la población económicamente activa) y la conformación de la condición de “minoridad” en el campo normativo-jurídico (Reguillo, 2000a), configurándose paulatinamente una noción del “joven” como sujeto de control y consumo.

Juventud es por tanto una categoría que adquiere contornos propios en contextos históricos, sociales y culturales específicos. Además de las marcas de la diversidad cultural, genérica, territorial y de las desiguales condiciones de acceso a los bienes económicos, culturales y educativos, es clave recordar que la juventud -en tanto categoría socialmente producida- es *dinámica*, se transforma en el contexto de mutaciones sociales a lo largo de la historia (Carrano y Dayrell, 2013).

Reducir a los jóvenes a un factor de edad, a una dimensión de pasaje (hacia la adultez), a un rol (alumno) y a una función (aprendizaje) son operaciones que simplifican una construcción intrínsecamente compleja, que entrama elementos simbólicos, culturales, históricos y condicionamientos sociales y económicos. La invitación a pensar a los jóvenes ya no como futuro posible sino como presente es, en sí misma, una apuesta a encontrar claves para comprender cómo se está configurando la sociedad y la cultura en que vivimos, puesto que “las nuevas generaciones pre-figuran el futuro en el presente” (Chaves, 2010: 40).

En este sentido, el uso de las tecnologías por parte de los jóvenes requiere ser comprendido en forma situada en esta nueva era informacional en la que Internet, las redes sociales, la telefonía inteligente y demás tecnologías comienzan a ser parte de la vida cotidiana de gran parte de la población.

JÓVENES: SUJETOS DE DERECHO EN LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

El mundo moderno ha experimentado una sustancial y veloz transformación: el pasaje de una Sociedad Industrial, profundizada en el siglo XX, hacia una Sociedad de la Información cuyo auge estamos observando en este siglo.

Esta transformación, también conocida como Revolución Tecnológica, es un proceso dinámico que conlleva cambios fundamentales en todos los aspectos de nuestras vidas, incluyendo la difusión de los conocimientos, el comportamiento social, las prácticas económicas y empresariales, el compromiso político, los medios de comunicación, la educación, la salud, el ocio y el entretenimiento. Sobre este enunciado versaron las Cumbres Mundiales de la Sociedad de la Información (CMSI), desarrolladas en Ginebra en 2003 y en Túnez en 2005, orientadas a desarrollar acciones y políticas para beneficiar a toda la comunidad con el crecimiento exitoso y continuo de esta nueva dinámica (Levis, 2006).

Es indudable que los avances tecnológicos brindan innumerables oportunidades de desarrollo social, cultural y económico; no obstante, sin equidad, las innovaciones tecnológicas sólo representan beneficios para algunos sectores. Diego Levis (2006) considera que el acceso a las TIC y a Internet es un fenómeno desigual y diferenciado directamente asociado a tres variables: nivel socioeconómico, edad y región de residencia.

Hoy un ciudadano que no maneje las TIC tiene muchas posibilidades de quedar excluido. Juan Carlos Tedesco (2008) comparaba el acceso a las TIC con la aparición de la imprenta: antes que ésta apareciera, saber leer y escribir no era un factor de discriminación. La gente se enteraba de lo que pasaba en la sociedad al participar en espacios donde circulaban informaciones y esos ámbitos no exigían el dominio del código de la lecto-escritura. Sin embargo, cuando aparecieron la imprenta y el libro, la información socialmente significativa empezó a transitar de manera escrita y quien no tenía el manejo del código, quedaba afuera. Con las TIC sucede un fenómeno similar, ya que mucha de la información socialmente relevante circula por canales tecnológicos. Es así que propiciar la universalización del dominio de las nuevas tecnologías forma parte de un proyecto democrático; sin embargo, conocerlas no garantiza por sí mismo inclusión social.

Considerando que buena parte de la población pasa numerosos años de sus vidas infantiles y juveniles en instituciones escolares, una manera de lograr que los avances tecnológicos lleguen a amplios sectores de la ciudadanía es por medio de la educación pública. Sin embargo, que las TIC se introduzcan en las aulas no garantiza una efectiva circulación y apropiación de conocimientos tecnológicos.

Desde 2009 hubo en nuestro país distintas iniciativas gubernamentales tendientes a desmonopolizar el sector de las telecomunicaciones y universalizar el acceso a las tecnologías². Una de

² En la década del 2000, y con antecedentes en los '90, se presentaron desde el Estado campañas de "alfabetización digital" propiciadas por grandes emporios del software privativo -como Microsoft e Intel- que se encargaron de la

las más conocidas es el “Programa Conectar Igualdad” (PCI) que representó para una inmensa mayoría de jóvenes la primera oportunidad, quizás única, de tener una computadora³. Con la iniciativa de afianzar el movimiento de software libre⁴ -propuesta de open source⁵ y trabajo colaborativo-, en 2013 los equipos del PCI comenzaron a incluir el sistema operativo Huayra (Linux) especialmente diseñado para las necesidades de estas computadoras. Asimismo, se acompañaron con propuestas como “Program.AR”⁶, “Plan Integral de Educación Digital”⁷, “Plan Escuelas de Innovación”⁸, “Lab Conectar Igualdad”⁹, que se ocuparon de articular políticas y fortalecer la integración de las tecnologías en los espacios curriculares, centrándose en la experimentación y la actividad creativa en el dominio TIC (Grasso, Pagola y Zanotti, 2016). Esto configuró una oportunidad histórica donde la escuela pudiera revalidar su función de alfabetizar a la ciudadanía en saberes socialmente válidos para que los jóvenes puedan comprender y actuar en el contexto contemporáneo. En la coyuntura político-económica 2015-2017 se produjeron achicamientos administrativos, presupuestarios y un proceso de descentralización a través del cual se disolvieron la gran mayoría de los equipos del nivel central y se transfirieron fondos directamente a las provincias, al tiempo que otros programas socioeducativos se eliminaron o se redefinieron sus objetivos (Rodríguez, 2017). Finalmente, luego de su paulatino vaciamiento, el PCI fue dado de baja en el primer semestre de 2018.

El empleo de recursos multimediales en el aula, como el trabajo con computadoras o Internet, es un tema que viene siendo abordado por diversos autores (Area Moreira, 2001; Dussel y Quevedo, 2010; Cabo, 2015). No obstante, su inclusión como herramientas mediadoras de los procesos de enseñanza y de aprendizaje sigue siendo problemático para numerosos educadores, especialmente el uso de celulares en el aula que continúa apareciendo como elemento perturbador. Villa (2015) registra que la incorporación del celular en el aula se observa cuando los jóvenes utilizan estos aparatos “a escondidas” para mandar mensajes y/o escuchar música con sus auriculares, situación que suele culminar con el retiro del dispositivo al ser advertido por el docente a cargo. El celular aparecería, entonces, como un *elemento disruptivo*, desconociendo que permite una comunicación de códigos escritos propios de la cultura juvenil que no siempre son directamente comprendidos por el mundo adulto y que se presentan como ajenos o transgresores al uso escolarizado de la lengua, tensionando así la estructura tradicional de la escuela (Gvirtz y Larrondo, 2007).

Por ello, es importante comprender de qué manera estos recursos y dispositivos tecnológicos ingresan en las escuelas, en especial si vienen de la mano de sus jóvenes estudiantes, así como revisar los sentidos y modalidades de su integración en las experiencias educativas: “las TIC no tienen en sí mismas capacidades intrínsecas de cambio que conduzcan inevitablemente a una mejora en las

formación de los docentes de enseñanza básica y media con una fuerte concepción operativa e instrumental de la tecnología en detrimento de los conceptos propios de las Ciencias de la Computación, movimiento denominado por Levis (2007) como “enfoque utilitario” (Echeveste y Martínez, 2016).

3 Sin embargo, equipar a las instituciones con computadoras y conectarlas a Internet no es suficiente para que se logre una efectiva alfabetización digital, como veremos en el siguiente punto.

4 <https://www.gnu.org/philosophy/free-software-intro.es.html>

5 <https://opensource.org/docs/osd>

6 <http://program.ar/>

7 <http://planied.educ.ar/>

8 <http://escuelasdeinnovacion.conectarigualdad.gob.ar/>

9 <http://conectarlab.com/>

condiciones de vida de sus usuarios ni a una mejor educación” (Levis, 2006, p.143). Sugiere el autor que es imprescindible darles un uso significativo a las TIC en el que, sin olvidar el cómo se hace, se priorice el *para qué se hace*, integrando pedagógicamente las necesidades de los docentes, de los sujetos del aprendizaje y de la sociedad de la que son parte.

Asimismo, para una integración de las TIC con sentido educativo, resulta necesario revisar algunas formas extendidas de entender a los jóvenes y sus relaciones con las tecnologías. Vínculos que generan, en muchos adultos, temores y resistencias a realizar usos más ricos y desafiantes de las mismas.

DESNATURALIZAR SENTIDOS EN TORNO A LOS JÓVENES Y LAS TIC

En las últimas décadas surgieron variados neologismos para referenciar la relación de los sujetos con las tecnologías: “nativos/inmigrantes digitales”, “alfabetos/analfabetos digitales”, “brecha” o “pobreza digital”. Sin embargo, estas denominaciones poco nos dicen sobre las relaciones con la tecnología si no las pensamos situadamente en escenarios atravesados por múltiples dimensiones (sociales, culturales, económicas, entre otras) que las configuran.

Marc Prensky (2001) advertía que los niños y adolescentes nacidos desde finales de siglo pasado constituyen las primeras generaciones que crecieron rodeadas de las nuevas tecnologías y que desde edades tempranas comenzaron a usar computadoras, videojuegos, lectoras de música digital, cámaras, celulares. Estima que son generaciones que piensan y procesan información de manera distinta a las precedentes, superándolas en numerosos aspectos, y que el idioma digital de las computadoras y el Internet es su lengua nativa. En distinción a este término, denominó “inmigrantes digitales” a aquellos adultos que no nacieron en el mundo digital pero se sienten fascinados por ella y adoptan algunos aspectos de las nuevas tecnologías.

En acuerdo con algunos especialistas en la temática (Camacho, 2005; Levis 2007; Busaniche, 2006; Benítez Larghi, Aguerre, Calamari, Fontecoba, Moguillansky y Ponce de León, 2011), consideramos que estos términos resultan limitados pues presuponen características comunes a todos los jóvenes y desconocen condicionantes económicos, sociales y geográficos a la hora de acceder y utilizar las tecnologías. Benítez Larghi et al. (2011) alertan acerca de la extrapolación de la metáfora “nativos digitales” para explicar las brechas generacionales en contextos locales. Las heterogéneas condiciones juveniles delinean particulares relaciones entre los jóvenes y las TIC, es decir, no todos los jóvenes, por solo hecho de serlo, viven y se apropian de las tecnologías de la misma manera. Jóvenes de sectores socioeconómicos altos y medios incorporan las TIC en distintos ámbitos por los que transitan cotidianamente: el hogar, los espacios de esparcimiento, la escuela o universidad, el trabajo. En cambio, muchos jóvenes de sectores populares que vivencian situaciones cotidianas de vulneración (como un acceso deficitario a servicios básicos y precarización residencial) no poseen un contacto continuo con la tecnología, incluso en algunos es casi nulo. Como educadores debemos tener en cuenta que existen contextos y perfiles socioculturales diversos, una distribución desigual de capitales y biografías diferentes que condicionan los procesos juveniles de apropiación de las tecnologías.

En esta línea, el término “alfabetización digital” resulta acotado para describir lo que sucede en este contexto: “una persona que sepa leer y escribir puede reproducir un texto escrito pero, no necesariamente, comprender el subtexto que sostiene. Me parece que esa es la situación que mejor

describe lo que sucede cuando no se comprende lo suficiente sobre cómo funciona la tecnología” (Schapachnik, 2016:176). Desde una lectura más complejizante, Schapachnik indica que aquellos ciudadanos que no poseen una serie de conocimientos, aptitudes y saberes prácticos que les permitan moverse con cierta libertad de pensamiento y acción, posiblemente constituyen una nueva clase de “analfabetos”. La falta de dichas habilidades condiciona, por lo tanto, la lectura del mundo y hace imposible escapar a los usos guionados de las tecnologías digitales que responden a intereses ajenos a los de sus usuarios. En la mirada de jóvenes urbanos del Mercosur, la participación en las redes de tecno-sociabilidad es uno de los pilares esenciales de la noción de *ciudadanía plena* (PNUD, 2009), razón por la que la tecnología debería ser accesible a todos los ciudadanos y estar integrada a diferentes esferas de actuación cotidiana.

De esta manera, es preciso reconocer que si bien muchos ciudadanos son usuarios intensivos de tecnología, sólo un número muy reducido conoce el verdadero manejo de esta nueva técnica cultural. Distintos autores (Camacho, 2005; Busaniche, 2006; Levis, 2007) han documentado que en nuestra sociedad existe una “brecha digital” que separa a los que acceden, utilizan y operan con las TIC. Camacho (2005) analiza tres tipos de brechas digitales: una ligada al acceso, equipamiento y conexión física, otra basada en la capacidad o dificultad para usar las tecnologías y una tercera relacionada con la apropiación de las tecnologías para la producción y el desarrollo de nuevos productos tecnológicos. Estas brechas nos ponen en presencia de un nuevo oscurantismo informático (Busaniche, 2006) que separa a un grupo selecto, conocedor e intérprete de los lenguajes de programación, del resto de los ciudadanos, que solo hacen uso de los programas y tienen vedado el aprendizaje de esos lenguajes. Esto ha generado que en educación, durante mucho tiempo, se concibiera el “saber usar” como la única forma de alfabetizar en tecnología, limitándose al uso de software propietarios.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2009) refleja con claridad la relación entre condiciones de existencia y posibilidad de apropiarse de las innovaciones tecnológicas: el nivel socioeconómico de los hogares se vincula estrechamente con la probabilidad de poseer en el hogar algún artefacto tecnológico y ello condiciona, a su vez, las posibilidades que tienen los jóvenes de hacer uso de las tecnologías y participar en las redes de tecno-sociabilidad. En el Mercosur, la proporción de jóvenes que posee una computadora en los estratos socioeconómicos altos es entre 3 y 5 veces superior a la de los estratos bajos. En cambio, el uso de teléfonos celulares se ha “democratizado” más rápidamente que la computadora: un 80,5% de jóvenes de los estratos socioeconómicos bajos y un 92,6% en los altos posee un celular. Sin embargo, aumentan correlativamente las brechas entre clases en cuanto a las potencialidades de uso, cantidad, calidad y sofisticación de las innovaciones tecnológicas a las que los jóvenes pueden acceder. En otras palabras, los jóvenes de bajos recursos tienen mayores dificultades para seguir la veloz expansión de las TIC y sus constantes innovaciones tecnológicas; intensidad de riesgo que se vincula estrechamente con el papel del Estado en la promoción de igualdad de oportunidades en el acceso a las TIC. No obstante, el actual ingreso a los sectores del mercado de trabajo formal demanda a los jóvenes no sólo mayores niveles educativos sino también el manejo de las nuevas tecnologías y el desarrollo de competencias informativas, cualificaciones necesarias para desenvolverse en el Siglo XXI (PNUD, 2016).

El Programa Nacional “Conectar Igualdad” (PCI) fue una propuesta implementada en el marco de la democratización del derecho educativo y en aras de acortar la brecha ligada al acceso, equipamiento y conectividad. Benítez Larghi, Lemus y Welschinger Lascano (2014) sugieren que la

llegada de las netbook del PCI erigió a la escuela como un espacio significativo para el uso de la computadora e Internet y como un referente en la adquisición de nuevas competencias digitales. La posesión personal de las netbooks buscaba habilitar los saberes juveniles en relación a la tecnología como la producción y acceso a contenidos, consumos e información significativos que podrían afianzar lazos identitarios y de pertenencia juvenil y una nueva valorización de la escuela, de los procesos de enseñanza-aprendizaje y del quehacer de los docentes ligado al PCI¹⁰. Son las últimas dos brechas descritas por Camacho (2005) las que plantean nuevos desafíos ante los cuales la escuela puede hacer una gran contribución en pos de un desarrollo social más equitativo.

Ahora bien, y habida cuenta de las mencionadas brechas digitales en el acceso, uso y apropiación de TIC, no podemos omitir algunas características generacionales en el uso de las tecnologías. Niños, adolescentes y jóvenes poseen una capacidad significativamente mayor para incorporar las destrezas y conocimientos que requieren el uso de las TIC, la exploración del mundo virtual y el manejo de la complejidad de la comunicación inalámbrica (PNUD, 2009). Ventaja generacional que se observa en situaciones en que les transmiten a adultos cercanos habilidades y saberes necesarios para funcionar en la sociedad contemporánea. Esto sugiere la existencia de un círculo virtuoso entre la juventud y los requerimientos del manejo de las TIC que “es alimentado por el carácter lúdico del vínculo que establecen los jóvenes con estas tecnologías, pero también por la motivación a participar plenamente en las dinámicas actuales, tanto a través de la posesión de los productos icónicos de la modernidad como del aprendizaje de las habilidades y códigos para manejarlos” (PNUD, 2009, p.171). Esta ventaja que poseen los jóvenes de realizar un *conocimiento en uso* (Papert, 1995) hace que muchos adultos experimenten las TIC como algo ajeno, perteneciente a un universo diferente del que habitan cotidianamente, más afín a la cultura letrada (Cabello, 2006).

Explica Reguillo (2000b) que la original sintaxis que cada joven -en tanto usuario, no mero consumidor- construye en su uso de las tecnologías y las redes sociales de comunicación posibilita configuraciones subjetivas e identitarias particulares. Esto apareja una derivación ineludible: el uso que hacen los jóvenes de las TIC no constituye sólo un fin en sí mismo (de esparcimiento, de comunicación y difusión, entre otros) sino que es una práctica con efecto performativo en la construcción de juventudes. Mientras muchos educadores utilizan las tecnologías mayoritariamente con finalidades instrumentales (como herramientas para trabajar, investigar o cumplimentar requerimientos burocráticos), los jóvenes construyen sus identidades, en gran medida, con y mediante ellas. Precisa la autora que las tecnologías son un marcador central en las identidades juveniles, operan como plataformas para interactuar con el mundo, producir y hacer circular la propia voz: “La tecnología es la marca de época de una juventud que la utiliza tanto para afirmar sus pactos con la sociedad de consumo, como para marcar sus diferencias y críticas a esa sociedad” (Reguillo. Cit. en Pavón, 2011).

El papel constitutivo de las tecnologías digitales en las culturas juveniles es también enfatizado por Carrano y Dayrell (2013) quienes plantean que los jóvenes, al interactuar crecientemente con las tecnologías digitales, se producen a sí mismos, orientando gran parte de sus comportamientos y existencias en torno a ellas. Las TIC amplían el espectro de sociabilidad y subjetivación más allá de las prácticas cara a cara en diversos escenarios que habitan los jóvenes (escolar, barrial, hogareño,

10 En este sentido, los jóvenes jerarquizan como “referentes” en el aprendizaje a aquellos docentes que incorporan de manera creativa las netbooks en sus clases y los saberes en torno a éstas.

laboral), posibilitando satisfacer tanto sus necesidades de interacción, esparcimiento, pertenencia e identidad al tiempo como el ejercicio y consolidación de conocimientos respecto al manejo de las tecnologías (PNUD, 2009).

Si el uso de las TIC se vincula a la construcción de las identidades juveniles, puede entenderse por qué los sujetos jóvenes tienden a ir tras la conquista de nuevos dominios cuando los adultos ingresan en aquellos que les eran privativos: numerosos jóvenes fueron migrando sucesivamente a Twitter o Instagram ante el creciente uso de Facebook por parte de los adultos (Premat, 2013).

POTENCIALES APRENDIZAJES CON RECURSOS TIC EN LAS ESCUELAS

De la mano de los jóvenes, el ingreso de las TIC y del lenguaje digital a los escenarios educativos es un hecho ineludible. La mayor familiaridad de los jóvenes con las tecnologías pone en jaque las jerarquías de saber y poder en las aulas (Carrano y Dayrell, 2013). Los intercambios dialógicos propios del mundo virtual se caracterizan por la horizontalidad, diferenciándose sustancialmente de las comunicaciones unilaterales y jerárquicas de las prácticas pedagógicas tradicionales, aún presentes en numerosas prácticas escolares. La producción de saberes en la Sociedad de la Información configura nuevas características para la construcción de conocimientos, como la conectividad, interactividad, hipertextualidad y colectividad (Martín-Barbero, 2006. Cit. en Dussel, 2011). Además de ser una característica epocal, la motivación y el entusiasmo que produce el uso de recursos tecnológicos entre jóvenes es otro fundamento crucial para su inclusión con fines de aprendizaje.

En entornos tecnológicos como el actual, los sujetos realizan acciones y producciones de carácter interactivo, intersubjetivo y cooperativo. Si tenemos en cuenta la actual tendencia al uso de software libre, en tanto movimiento social, sus bases son pensadas en un desarrollo conformado en “comunidades” de trabajo colaborativo, donde la conformación de estos grupos permite a su vez la socialización de los conocimientos utilizados y sirve de base para la organización de iniciativas de mayor alcance (Zanotti, 2013).

Es sabido que uno no aprende solo y que los aprendizajes más eficaces se producen en contextos de intercambios colaborativos mediados por herramientas culturales como el lenguaje (Vygotsky, 1995), en este caso, tecnológico. En este sentido, el aprendizaje cooperativo es una buena excusa para incorporar las tecnologías al aula. Este tipo de aprendizaje puede verse enriquecido en entornos virtuales, tanto en sus aspectos ligados al desempeño académico como social de los sujetos del aprendizaje. Teniendo en cuenta la advertencia que Perrenoud (2004) realiza: el trabajo en equipo no consiste en hacer juntos lo que podría hacerse por separado, menos todavía en “mirar hacer” al líder o al alumno más hábil del grupo (Echeveste y Martínez, 2016). En otras palabras, para que una interacción virtual sea cooperativa precisa una meta conjunta, requerimiento que trasciende la mera conectividad tecnológica. “Lo tecnológicamente factible hoy día, la potencialidad virtual para la interacción, nos brinda la posibilidad pedagógica de orientar la experiencia de aprendizaje personal con la asistencia de otros, situándonos así en un umbral potencial que no es otra cosa que la recreación de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) entre iguales”. (García del Dujo y Suárez Guerrero, 2011, p. 493).

Al emplear recursos tecnológicos, los jóvenes construyen aprendizajes específicos y la potencialidad de los mismos está íntimamente vinculada a las características específicas de cada

recurso tecnológico. Begoña Gros (2016) considera que hay tecnologías y metodologías que modifican prácticas y formas de aprendizaje de forma profunda mientras que otras mejoran algunas dinámicas o procesos sin producir cambios de gran magnitud. Sin desconocer la utilidad educativa de numerosos recursos tecnológicos, a continuación nos detendremos en dos dispositivos ampliamente empleados por los jóvenes que pueden favorecer aprendizajes significativos en asignaturas escolares: los videojuegos y los teléfonos celulares.

El uso de videojuegos conlleva aprendizajes muchas veces invisibilizados o subestimados, sin embargo han resultado efectivos para incrementar de forma notable la motivación de los jóvenes para el trabajo con ciertos contenidos de ciencias respecto a otras metodologías tradicionales. Esto responde tanto al componente lúdico de los videojuegos como a la posibilidad de inmersión en un mundo virtual en el que las interacciones y prácticas de los participantes simulan formas experienciales del mundo real (Hurtado Soler, Ramírez Luzón, Talavera Ortega y Cantó Doménech, 2015).

El uso y dominio de videojuegos requiere articular acciones sucesivas, asumir roles (personajes) y nuevos puntos de vista, ocupar una posición activa en el desarrollo del juego, aprender de los errores que se cometen, trabajar en pos de objetivos, interactuar, negociar y trabajar con otros jugadores en torno a la resolución de algún problema o proyecto (Gee, 2004). De esta manera, mediante este dispositivo es posible aprender de manera novedosa, lúdica y contextual ciertos contenidos escolares. En el capítulo 13 de este libro se caracterizan diferentes videojuegos tanto educativos como de entretenimiento, y se detallan los contenidos escolares que podrían abordarse con ellos.

Al igual que otros dispositivos móviles, las características de los teléfonos celulares tales como la “portabilidad” del dispositivo, la conectividad para establecer comunicaciones espontáneas y colaborativas, la localización de información inmediata, la provisión de información de dispositivo a dispositivo, la dotación de recursos con sonido, grabación y cámaras, hacen de éstos un recurso con innumerables utilidades a los fines educativos (Kukulska-Hulme y Traxler, 2005. Cit. en Moro, 2015). Para Moro (2015), el uso de dispositivos móviles posibilita a cualquier estudiante, en momentos y lugares indistintos, participar de procesos efectivos de aprendizaje, promoviendo su implicación y autonomía en todas las dimensiones del proceso formativo, articular intereses de su vida cotidiana con categorías conceptuales en la construcción de conocimientos científicos y desarrollar diversas habilidades y destrezas intelectuales y sociales.

El uso extensivo e intensivo de teléfonos celulares por parte de los jóvenes ha dado lugar a la ideación colaborativa de aplicaciones (app) para el abordaje de problemáticas que les interesan o preocupan, como “Testcoholemia”¹¹ y “SmarTACC”¹². Tras evaluar las actividades realizadas en el marco del proyecto “Testcoholemia”, Moro y Massa (2016) precisan que los jóvenes estudiantes que idearon dicha app construyeron aprendizajes ligados a diversas competencias, como: creatividad e innovación (desarrollo de una aplicación móvil); comunicación y colaboración (comunicación e

11 Aplicación gratuita desarrollada en el 2015 por estudiantes de un colegio secundario de la ciudad de Ushuaia que permite calcular el nivel de alcohol en sangre y saber qué precauciones tomar. Fuente: <http://testcoholemia.wixsite.com/testcoholemia>.

12 Aplicación gratuita para celulares desarrollada en 2015 por estudiantes de la escuela ORT (Buenos Aires) que permite localizar negocios y restaurantes que tengan alimentos aptos para celíacos y también acceder a recetas sin TACC aportadas por usuarios. Fuente: <http://smartacc.proyectosort.edu.ar/places>

intercambio de información para la elaboración de tareas utilizando whatsapp, correo electrónico y facebook, creación de sitio web y página de Facebook para difusión del proyecto); investigación y manejo de información (búsqueda, discriminación y jerarquización de datos, redacción de una síntesis de la información y publicación en página web); pensamiento crítico, solución de problemas y toma de decisiones (selección e interpretación de la información obtenida, planificación y toma de decisiones en el desarrollo de la aplicación para celulares); ciudadanía digital (comportamientos seguros en la web y responsabilidad social mediante su participación en un proyecto institucional con beneficio para la comunidad juvenil) y funcionamiento y conceptos de las TIC (empleo de herramientas multimedia para la elaboración de videos y uso de programas de diseño gráfico en la edición de imágenes).

En suma, los aprendizajes mediados por tecnologías, en tanto herramienta y lenguaje cultural, son de carácter innovador, interactivo, cooperativo y lúdico. Las nuevas tecnologías tensionan ciertas características del formato escolar tradicional, como el uso de los espacios y tiempos, las formas de trabajo agrupado, trabajos colaborativos, inmediatez de las consultas y sus respuestas; sin embargo, lejos de pensar en un “reemplazo” es necesario conciliar e integrar el lenguaje escolar tradicional y la disposición de las nuevas tecnologías.

REFLEXIONES FINALES

En este capítulo nos propusimos reflexionar sobre la relación de los jóvenes con las TIC y las implicancias de su inclusión en los procesos de aprendizaje situados en escuelas secundarias.

A estos fines, dimos cuenta, en primer lugar, de algunas nociones que nos permiten pensar a las “juventudes” como constructos sociohistóricos, referenciales y relacionales y a los jóvenes como sujetos situados en heterogéneas condiciones que operan posibilitando o delimitando sus experiencias. Caracterizamos luego las transformaciones inherentes al paso a una Sociedad de la Información para la organización de la vida cotidiana y las prácticas educativas de las actuales generaciones. En clave contextual y epocal, revisamos algunos neologismos acuñados para connotar las relaciones de los sujetos con las tecnologías, entre otras la extendida noción de “nativos digitales” que atribuye a los jóvenes un conocimiento intrínseco o familiaridad innata con las TIC. Todas estas denominaciones reduccionistas desconocen las condiciones sociales, económicas, geográficas y culturales que configuran brechas en el acceso, uso y creación de recursos digitales al interior de una misma sociedad.

Reconociendo que no toda incorporación de tecnología implica que los sujetos se apropien de ella, ni que toda inclusión de las TIC en las prácticas educativas promueven aprendizajes significativos en ciencias, no podemos soslayar que las escuelas tienen un rol clave en la promoción de competencias digitales para desenvolverse en la sociedad de la información. Convencidas en que las nuevas tecnologías ya no pueden quedar fuera de los muros de las instituciones educativas, abordamos las ventajas de incorporar dispositivos afines a las prácticas cotidianas juveniles y las potencialidades del uso de algunos recursos TIC para el aprendizaje de contenidos escolares.

El recorrido realizado no agota todos los sentidos, prácticas e implicancias cognoscitivas ligadas al uso de las TIC, pero fue una invitación a descubrir sus potencialidades para el aprendizaje de conocimientos científicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Area Moreira, M. (2001). Usos y prácticas con medios y materiales en el contexto escolar. De la cultura impresa a la cultura digital. *Quaderns Digitals*, 42 (477). Recuperado de http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_42/nr_477/a_6370/6370.html

Benítez Larghi, S., Lemus, M. y Welschinger Lascano, N. (2014) La inclusión masiva de tecnologías digitales en el ámbito escolar. Un estudio comparativo de la apropiación de TIC por estudiantes de clases populares y clases medias en el marco del Programa Conectar Igualdad en el Gran La Plata. *Propuesta Educativa*, 42(2), 86-92.

Benítez Larghi, S., Aguerre, C., Calamari M., Fontecoba, A., Moguillansky M. y Ponce de León J. (2011). Juventud, sectores populares y TIC en la Argentina. *Revista Versión. Estudios de Comunicación, Política y Cultura*, 27, 1-20.

Busaniche, B. (2006). De eso no se habla... Las trampas ocultas de la "Sociedad de la Información". En G. Mastrini y B. Califan (comps.) *La sociedad de la información en la Argentina: Políticas públicas y participación social* (47-53). Buenos Aires: Fundación Friedrich Ebert.

Cabello, R. (2006). Yo con la computadora no tengo nada que ver. Un estudio de las relaciones entre los maestros y las tecnologías informáticas en la enseñanza. Buenos Aires: Editorial Prometeo.

Cabo, C. (2015). *Escuelas reales en tiempos digitales*. Buenos Aires. Lugar Editorial S.A.

Camacho, K. (2005). La brecha digital. En A. Ambrosi, V. Peugeot y D. Pimienta (coords.) *Palabras en juego: Enfoques Multiculturales sobre las Sociedades de la Información* (61-69). París: C. & F. Éditions.

Carrano, P. y Dayrell, J. (org.) (2013). *Formação de professores do ensino médio, etapa I - caderno II: O jovem como sujeito do ensino médio*. Curitiba, Brasil: Ministério da Educação-UFPR/Setor de Educação.

Chaves, M. (2010). Jóvenes, territorios y complicidades. Una antropología de la juventud urbana. Buenos Aires: Espacio Editorial.

Dávila León, O. (2004). Adolescencia y juventud: de las nociones a los abordajes. *Última Década*, 21, 83-104.

Dayrell, J. (2007). A escola 'faz' as juventudes? Reflexões em torno da socialização juvenil. *Revista Educação & Sociedade*, 28 (100), Especial, 1105-1128. Campinas, Brasil: CEDES.

Dayrell, J. T. (1996) A escola como espaço sócio-cultural. En J. T. Dayrell (org.) *Múltiplos olhares sobre educação e cultura* (137-161). Belo Horizonte, Brasil: UFMG.

Dussel, I. (2011). Aprender y enseñar en la cultura digital. En VII Foro Latinoamericano de Educación: *Aprender y Enseñar en la Cultura Digital* (1ª ed). Buenos Aires: Santillana.

Dussel, I. y Quevedo, L. (2010). Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital. Buenos Aires: Santillana.

Echeveste, M.E y Martínez, M.C. (2016). Desafíos en la enseñanza de Ciencias de la Computación. *Revista Virtualidad Educación y Ciencia*, 7 (12), 34-48.

García del Dujo, A. y Suárez Guerrero, C. (2011). Interacción virtual y aprendizaje cooperativo: un estudio cualitativo. *Revista de Educación*, 354, 473-498.

Gee, J. P. (2004). Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo. Málaga: Ediciones Aljibe.

Grasso, M., Pagola, L., & Zanotti, A. (2017). Políticas de inclusión digital en Argentina. Usos y apropiaciones dentro y fuera de la escuela. *Pixel-bit: revista de medios y educación*, (50), 95-107.

Gros, B. (2016). Retos y tendencias sobre el futuro de la investigación acerca del aprendizaje con tecnologías digitales. *Revista de Educación a Distancia*, (50).

Gvirtz, S., & Larrondo, M. (2007). Notas sobre la escolarización de la cultura material. Celulares y computadoras en la escuela de hoy. *Revista Teías*, 8(14-15), 10-pgs.

Hurtado Soler, A.; Ramírez Luzón, V.; Talavera Ortega, M. & Cantó Doménech, J. (2015) Aplicaciones educativas de los videojuegos: una propuesta didáctica con Minecraft para el aula de ciencias. *TEXTOS. Revista Internacional de Aprendizaje y Cibersociedad*, Vol. 19, Núm. 1, pp. 73-90.

Levis, D. (2006). Argentina y la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información: Repercusiones en el ámbito de la educación pública. En G. Mastrini y B. Califano (comps.) *La sociedad de la información en la Argentina* (pp. 137-144). Buenos Aires: Fundación Friedrich Ebert.

Levis, D. (2007). Enseñar y aprender con informática/ enseñar y aprender informática. Medios informáticos en la escuela argentina. En R. Cabello y D. Levis (eds.) *Tecnologías informáticas en la educación a principios del siglo XXI* (pp. 21-50). Buenos Aires: Prometeo.

Margulis, M. (2009). *Sociología de la cultura. Conceptos y problemas*. Buenos Aires: Biblos.

Moro, L. E. (2015). El uso de las tecnologías móviles: una experiencia en clases de ciencias. En M. S. Massa, L. E. Moro & G. A. Bacino (comp.) *Aprender con tecnologías, estrategias de abordaje* (99. 157-175). 1a ed. adaptada. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado de <http://www3.fi.mdp.edu.ar/matematica/nuevo-libro-aprender-con-tecnologias-estrategias-de-abordaje/>

Moro, L. E. & Massa, M. S. (2016) Aprendizaje de ciencias naturales mediado con TIC: estudio de caso de una experiencia innovadora. En *Memorias del Seminario Modelos innovadores en las aulas: aprender en la sociedad del conocimiento, escuelas y tecnologías. XVII Encuentro Virtual Educa San Juan de Puerto Rico 2016*. Recuperado de <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/4638>

Papert, S. (1995). *La Máquina de los niños. Replantearse la educación en la era de los programadores*. Buenos Aires: Paidós.

Pavón, H. (2011) Los jóvenes creen en el dios Hoy por sobre todas las cosas. Entrevista a Rosana Reguillo. *Revista Ñ, Sección Ideas* (03-03-11). Buenos Aires: Diario Clarín.

Perrenoud, P. H. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona, España: Graó.

Prensky, M. (2001) *Nativos e Inmigrantes Digitales*. Cuadernos SEK 2.0. Recuperado de [http://www.marcprensky.com/writing/Prensky-NATIVOS%20E%20INMIGRANTES%20DIGITALES%20\(SEK\).pdf](http://www.marcprensky.com/writing/Prensky-NATIVOS%20E%20INMIGRANTES%20DIGITALES%20(SEK).pdf)

Premat, S. (2013). La tarea en la Web: cada vez más docentes usan las redes sociales. *Diario La Nación, Sección Sociedad*, edición impresa del 28/08/13.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2009). *Innovar para incluir: jóvenes y desarrollo humano: informe sobre desarrollo humano para Mercosur (1ª ed.)*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD (2016) “Informe sobre Desarrollo Humano 2016. Desarrollo humano para todos”. Nueva York: PNUD. Recuperado de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/librarypage/hdr/2016-human-development-report.html>

Reguillo, R. (2000a). *Emergencia de culturas juveniles. Estrategias del desencanto*. Colombia: Grupo Editorial Norma.

Reguillo, R. (2000b) *El lugar desde los márgenes. Músicas e identidades juveniles*. *Nómadas*, 13, 40-55.

Rodríguez, L. G. (2017). “Cambiamos”: la política educativa del macrismo. *Questión*, 1 (53), 89-108.

Schapachnik, F. (2016) *Ciencias de la Computación, conocimiento necesario para ejercer la*

ciudadanía del siglo XXI. Entrevista realizada por Andrés Sebastián Canavoso. *Revista Virtualidad Educación y Ciencia*, 7(12), 173-177.

Tedesco, J. C. (2008). *Las TIC en la agenda de la política educativa*. En C. Magadán y V. Kelly (comps.) *Las TIC: del aula a la agenda política. Ponencias del Seminario Internacional "Cómo las TIC transforman las escuelas"* (25-30). Buenos Aires: UNICEF- IPE-UNESCO.

Villa, A. (2015). *Las condiciones del aprendizaje escolar, las culturas juveniles y uso de TICs en el ingreso a la Escuela Media: los problemas en la transmisión entre jóvenes y profesores*. *Perspectiva*, 33(2), 613-637.

Vygotsky, L. S. (1995) *Pensamiento y Lenguaje*. Barcelona, España: Paidós.

Weiss, E. (2006). *Los jóvenes como estudiantes*. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11 (29), 359-366.

Zanotti, A. (2013) *El software libre y el campo de producción cordobés: agentes, comunidades, disputas* (tesis inédita de doctorado). Centro de Estudios Avanzados, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.

PARA SEGUIR LEYENDO...

En su libro ***Navegar entre culturas. Educación, comunicación y ciudadanía digital*** (2016, Paidós) la periodista especializada en comunicación y educación Silvia Bacher menciona la crisis que el sistema educativo está atravesando en relación a cambios que han surgido con la incorporación de la cultura digital que traen los estudiantes a la escuela y el aula, cultura disímil que interpela la cultura escolar. Antes que centrarse en las tecnologías per se, focaliza su análisis en los sujetos y sus vínculos con y por medio de las TIC. En complementariedad, sugerimos su anterior libro ***Tatuados por los medios: dilemas de la educación en la era digital*** (2009, Paidós), donde aborda algunos interrogantes cruciales, entre ellos el sentido de la educación en la era digital y cómo educar a las nuevas generaciones para manejarse con las tecnologías desde su condición de ciudadanos y no meros consumidores. Revisa críticamente algunos estereotipos peligrosos como la caracterización de la escuela como lugar del pasado y la representación de los docentes como irremediables analógicos. Por último, recorre diversas pistas para incluir las TIC en las prácticas educativas con niños y jóvenes en pos de fortalecer tanto el derecho a la educación, la comunicación y la participación como el acceso a la cultura escrita.

Aprender y enseñar en la cultura digital es un documento elaborado en 2011 por la Dra. Inés Dussel en el cual se sistematizan los debates del "VII Foro Latinoamericano de Educación organizado por la Fundación Santillana junto con la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)". El documento repasa las experiencias y aplicaciones de las tecnologías en las escuelas. Disponible en el siguiente link www.oei.org.ar/7BASICOp.pdf

SITIOS WEB RECOMENDADOS

Flacso-Sede Argentina lanzó el "Proyecto Educación y Nuevas Tecnologías" <http://www.pent.org.ar/>, como un espacio para repensar las transformaciones y desafíos presentes en la integración de las TIC al campo de la educación. Allí se puede encontrar cursos de formación, sugerencia de textos, novedades y asesorías en el tema.

El proyecto Program.ar, iniciado por la Fundación Sadosky y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, promueve el aprendizaje significativo de la computación en las escuelas. La página <http://program.ar> cuenta con manuales para docentes de nivel primario y secundario, foros, novedades de cursos, material e información de utilidad.

Computer Science Unplugged <http://csunplugged.org/> es una página en inglés con actividades de aprendizajes a través de juegos. Allí se introduce el pensamiento computacional y se pueden trabajar actividades de computación y matemática como ser números binarios, algoritmos de ordenación y de búsqueda, diagramas de árbol y demás.- Estas actividades permiten introducir el uso de la computadora en forma paulatina ya que los juegos se realizan en papel con lápices, tarjetas y hasta con el cuerpo.

PENSAR-CON-TECNOLOGÍAS... Y EDUCAR-CON-TECNOLOGÍAS

Mónica E. Villarreal

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) –

Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación – Universidad Nacional de Córdoba

mvilla@famaf.unc.edu.ar

CIENCIAS, TECNOLOGÍAS Y EDUCACIÓN

El vínculo del desarrollo científico con la tecnología es indiscutible y reconocido sin reparos por la sociedad. Consideremos algunos casos que pueden ayudarnos a ver ese vínculo. Por ejemplo, es imposible pensar en avances en ciertas áreas de la química o la biología sin el uso de un microscopio, imaginarse los primeros descubrimientos astronómicos sin el telescopio, referirse al estudio de las ondas gravitacionales sin el LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory), al bosón de Higgs sin la máquina de Dios, o al desarrollo de simulaciones numéricas que permiten validar modelos teóricos de diversas áreas del conocimiento sin las súper computadoras. Inclusive dentro del campo de la matemática el uso de tecnologías digitales ha dado lugar al surgimiento de nuevas áreas de investigación.

Es indudable que las fronteras de las ciencias han ido progresando y creciendo de la mano de los avances tecnológicos, y así podemos afirmar sin temor a equivocarnos que para producir ciencia se utilizan diversas tecnologías, pero también podemos decir que en la producción científica se piensa con tecnologías. Epistemológicamente hablando, las tecnologías son inherentes a la producción humana del conocimiento, son constitutivas del conocimiento. Sin embargo, esta verdad que resulta irrefutable en el ámbito de la producción científica parece tornarse opaca en el ámbito educativo, aunque si comenzamos a mirar con atención lo que ocurre en la escuela podremos ver que siempre ha habido diferentes tipos de tecnologías mediando la producción de conocimientos que allí ocurre (Villarreal, 2013; Villarreal y Borba, 2010).

Vale acotar que hablar de tecnologías no solo implica el desarrollo de equipos sofisticados, sino que, como lo señala Kenski (2007), “engloba la totalidad de cosas o construcciones que el ingenio humano consiguió crear en todas las épocas, sus formas de uso, sus aplicaciones” (p. 23). Según esta autora:

Nuestras actividades cotidianas más comunes –como dormir, comer, trabajar, desplazarnos hacia diferentes lugares, leer, conversar y divertirnos– son posibles gracias a las tecnologías a las que tenemos acceso. Las tecnologías están tan próximas y presentes que ya no percibimos que no son cosas naturales. Tecnologías que resultaron, por ejemplo, en lápices, cuadernos, lapiceras, pizarrones, tiza y muchos otros productos, equipamientos y procesos que fueron planeados y contruidos para que podamos leer, escribir, enseñar y aprender (Kenski, 2007, p.24, traducción propia).

Estos elementos, hoy omnipresentes en la escuela, no siempre estuvieron ahí. El cuaderno, por ejemplo, llegó a las aulas argentinas a comienzos del siglo XX (Gvirtz, 1999) cuando el precio del papel se volvió accesible. Su uso generalizado lo constituyó en un reorganizador de las actividades escolares. Lo mismo puede decirse del pizarrón de pared que centraba la actividad pedagógica en la figura del profesor (Bastos, 2005), privilegiando las actividades de copiado y explicación colectiva. La llegada a la escuela de dispositivos como pizarras electrónicas, netbooks o contar con acceso a Internet en las aulas abrió otras posibilidades de acceder a recursos e informaciones que antes se limitaban a algunos libros, imágenes proyectadas en diapositivas o los útiles de geometría para pizarrón en las clases de matemática. Reflexionando acerca de los diferentes medios¹ presentes en el ámbito escolar a través del tiempo, un profesor brasileño llamado Marcos que en 2011 se encontraba realizando un curso que trataba acerca del uso de tecnologías en clases de matemática, escribió en su trabajo final de curso lo siguiente:

¿Qué se hacía antes de la pizarra electrónica? Ah, las diapositivas en power point. ¿Y antes de eso? El buen y viejo retroproyector. ¡Tan anticuado!... Tengo una carpeta con varias presentaciones realizadas en... miren que nombre más lindo, transparencias. Todo tan claro y transparente en ellas. Me acuerdo de una innovación inmensa cuando, en un curso, una profesora nos entregó un folio plástico y una fibra. Listo: fabricación express de transparencias ecológicamente sustentables. Al finalizar la clase, se doblaba y se guardaba la clase en el bolsillo. La clase de bolsillo. La clase en el bolsillo. Había siempre una clase en el bolsillo. Pero, antes del retroproyector, había diapositivas fotográficas. ¿Y antes? Ah, el pizarrón, ¿no es cierto? ¿Y antes del pizarrón? El pizarrón de piedra. ¿Y antes? Se está poniendo difícil, tal vez el cuaderno, pero el papel debía ser bien caro, tal vez las tablitas, hechas de piedra pizarra, en las manos de cada alumno. Pero, ¿y antes? Ah... bueno, ... tal vez Pitágoras sepa.

Es increíble cómo esa idea de haber nacido, como profesor y hasta como alumno, con el pizarrón y la tiza en la mano parece impregnar todo lo que soy profesionalmente. Probablemente, en unas décadas, mis hijos no se darán cuenta de que un día existió alumno, profesor, en fin, vida, sin computadora, sin Internet, sin tablets... Antes del antes era sin.

Pitágoras sabe que antes del antes estaba el profesor que, con o sin medios, mira a los ojos, mira a través del cuerpo y escucha lo que ni siquiera fue dicho. Pero, con medios, vislumbra horizontes que antes no conseguía, ausculta lo intangible.

Un desafío a salir de la zona de confort de nuestros viejos medios blanqueados por la tiza. Ese es un punto considerable, pues tiende a trabarnos, a hacernos permanecer.

Marcos A.G.J. (traducción propia)

1 En este texto la palabra "medios" es una manera genérica de referirse a tecnologías de diferente naturaleza, desde lápiz y papel a computadoras y otras tecnologías digitales más sofisticadas.

Las reflexiones de Marcos ponen en evidencia aspectos relacionados con diferentes tecnologías que han atravesado la vida de la escuela y cuya transparencia los torna invisibles a los ojos del profesor que, acostumbrado al polvo de la tiza, puede no percibir nuevos horizontes. Para Marcos quedó planteado un desafío: salir de una zona de confort para no permanecer amarrado en el mismo lugar. Sin embargo, para salir de esa zona de confort es necesario un proceso reflexivo que nos lleve a reconocer la importancia de las tecnologías en la educación en general y en las ciencias en particular.

Las discusiones sobre el uso de las tecnologías digitales en el ámbito educativo se han debatido entre posiciones disímiles: la resistencia, el uso domesticado que repite modelos tradicionales sin aprovechar las potencialidades ofrecidas por las tecnologías o, en menor medida, el reconocimiento de una posibilidad que se abre a nuevas formas de conocer en la escuela. Las tecnologías, omnipresentes en nuestras actividades cotidianas y en el desarrollo de las ciencias, han llegado a las escuelas de una manera tímida, a veces, resistida.

Estas reflexiones se refieren a la educación en general, pero si ahora focalizamos nuestra discusión en torno a la enseñanza de la matemática, por ejemplo, podremos escuchar afirmaciones tales como: “si se usa la computadora el alumno no piensa” o “antes de usar la calculadora es necesario haber aprendido a resolver las cuentas a mano” o “sólo usaremos la computadora después de dominar los contenidos matemáticos”. Sin embargo, vale la pena hacer un ejercicio simple: pensar lo que ocurre en la escuela cuando los alumnos comienzan a resolver cálculos. Una vez enseñados los algoritmos correspondientes a las diferentes operaciones, munidos de lápiz y papel, los alumnos se dedican a la cuidadosa tarea de resolver tediosos cálculos para así conseguir que tales algoritmos sean incorporados al repertorio de habilidades matemáticas de los estudiantes. Ahora bien, ningún docente pediría a sus alumnos que resuelvan sus cuentas sin usar lápiz y papel, mucho menos aquellas que involucran números naturales de más de tres cifras o números decimales con varias cifras decimales. Al mismo tiempo, para resolver estas operaciones requerimos que otras informaciones estén ya disponibles para hacer que ese cálculo sea más ágil: saber de memoria las tablas de multiplicar, o tener en la punta de la lengua respuestas para cuentas como $1+9$, $2+8$, $3+7$, ..., $8+8$, $10+10$, $100+100$, etc. ¡Nada de hacer palotes o usar los dedos! El ejercicio de la memoria apela a la oralidad: repetir las tablas o recordar resultados de sumas sencillas. Veamos entonces: parece ser que el aprendizaje de los algoritmos estuvo mediado por la oralidad, el uso de la simbología matemática, el lápiz y el papel. Vale preguntarse entonces: ¿es posible pensar con diferentes medios?, ¿es posible aprender con diferentes medios?

En una charla TED² del reconocido matemático norteamericano Conrad Wolfram, ofrecida en julio de 2010 y titulada “Enseñando a los niños matemática real con computadoras” (*Teaching kids real math with computers*)³, reflexionaba de la siguiente manera acerca del uso de diversas herramientas en la enseñanza:

La gente confunde, en mi opinión, el orden de la invención de las herramientas con el orden en que deberían usarlas para la enseñanza. Sólo porque el papel se

2 TED es la sigla para *Technology, Entertainment, Design*, una organización no gubernamental sin fines de lucro dedicada a la difusión de ideas en formato de charlas de corta duración. Es conocida por su congreso anual (TED Conference) y sus charlas (TED Talks) que se encuentran disponibles en Internet a través de la página: www.ted.com

3 Disponible en: www.ted.com/talks/lang/en/conrad_wolfram_teaching_kids_real_math_with_computers.html

inventó antes que las computadoras, no necesariamente significa que uno entiende mejor lo básico del tema usando papel en vez de computadoras para enseñar matemáticas (...) Si uno nació después de las computadoras y del papel, en realidad no importa el orden en que nos enseñan con ellos, uno sólo quiere tener la mejor herramienta.

Las palabras de Wolfram son provocativas e invitan a reflexionar acerca del papel de las tecnologías en la educación. Para ello, comencemos analizando los Diseños Curriculares (2011) vigentes en la Provincia de Córdoba en busca de referencias locales al uso de las tecnologías en la educación en ciencias básicas (Biología, Química, Física y Matemática).

LAS TECNOLOGÍAS EN LOS DISEÑOS CURRICULARES

Una mirada a los Diseños Curriculares vigentes en la Provincia de Córdoba (2011) en busca de orientaciones referidas al uso de las tecnologías en las clases de Ciencias Naturales (Biología, Física y Química) o Matemática nos devuelve una visión algo limitada en relación al papel asignado a las tecnologías. A continuación, intentaré dar sustento a esta afirmación.

En el Tomo 2, dedicado al Ciclo Básico, no fue posible encontrar ninguna referencia al uso de tecnologías entre las orientaciones para la enseñanza de Biología, Física o Química. Ya en el caso de Matemática, se invita, en varios pasajes del texto, al “uso reflexivo de recursos tecnológicos” y en la sección titulada “Orientaciones para la enseñanza” se recomienda que el docente introduzca:

... en la medida de lo posible, la utilización de la tecnología como herramienta para resolver problemas. De esta manera, la tecnología ocupa el rol de herramienta fundamental para evitar que los estudiantes pierdan de vista la actividad que deben realizar, con lo cual se logra su concentración en el problema a resolver y no en la mecánica. (p. 47)

Luego de esta recomendación se especifica la importancia de incluir el uso de la computadora porque “potencia la representación gráfica, por su rapidez de cálculo y por posibilitar la modelización sin acudir a la forma clásica” (p.48). También se hace mención al uso de videos o la televisión ya que, debido a su potencial comunicativo, permiten “visualizar situaciones que de otra manera no serían accesibles, pudiendo constituirse en generador de fuentes de problemas” (p. 48)

Indagando en el Tomo 4 dedicado a la Orientación Ciencias Naturales, pueden leerse, en el caso de la Matemática, recomendaciones y apreciaciones similares a las ofrecidas en el Tomo 2. Para el caso de Biología tanto como de Física y Química se promueve: “El uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el marco de la actividad científica escolar para obtener y ampliar información confiable sobre el mundo biológico/ físico/ químico” (p. 75, p. 92, p. 107, respectivamente). El uso que se promueve parece asignar a la tecnología un rol subsidiario informativo, no pareciera ser considerada como posible protagonista en el proceso de construcción del conocimiento.

Si ahora detenemos la mirada, en este mismo Tomo, en la sección “Orientaciones para la enseñanza y la evaluación” de cada una de las disciplinas, podremos encontrar mayores informaciones que dicen respecto al uso de las tecnologías que se propone en cada una de ellas. En el caso de Biología se especifica, que las propuestas que se diseñen para el aula deberán ofrecer oportunidades

para que los estudiantes “Puedan comprobar la potencialidad de las tecnologías de la información y la comunicación en el abordaje de los problemas relacionados con la Biología” (p. 82). Para el caso de Física, se lee:

*En el marco de **Proyectos de investigación científica** escolar, será conveniente incorporar el uso de las tecnologías de la información y la comunicación para obtener y ampliar información confiable sobre el mundo físico; por ejemplo, utilizando simulaciones de movimientos de cuerpos. (p. 98, énfasis en el original).*

Finalmente en el caso de Química, se expone diciendo:

Otro aspecto a considerar será la introducción de las tecnologías de la información y la comunicación como ámbito que posibilite la construcción del conocimiento químico (...) Se recomienda incorporar el uso y producción de diversos recursos digitales, vinculados con los contenidos abordados (documentos, videos, portales en la Web, presentaciones multimediales, software educativo, de simulación, entre otros), recurriendo al uso de blogs, foros, wikis, cámaras digitales, teléfonos celulares, búsquedas en la Web, herramientas de producción colaborativa, para llevar a cabo actividades que promuevan procesos de indagación y producción, y de intercambio y colaboración entre los estudiantes. En Química, es conveniente considerar el uso de las simulaciones de propiedades, transformaciones y estructura de los materiales, como de prácticas de laboratorio ya que ayudan a entender, por ejemplo, la estructura tridimensional de las moléculas. El empleo de videos puede ser interesante para que los estudiantes vean, por ejemplo, un proceso de fabricación industrial. (p. 126)

En síntesis, podemos señalar que en el caso de la Matemática, el documento destaca principalmente la contribución de algunas tecnologías para la resolución de problemas a partir de las posibilidades de una mejor visualización gráfica o una mayor rapidez de cálculo. En Biología solo se habla, sin mayores precisiones, de la potencialidad de las tecnologías en el abordaje de problemas biológicos. Ya en Física, se mencionan simulaciones de movimientos, lo que puede incluir manipuladores virtuales o simuladores de laboratorios en diferentes temas. Si bien las recomendaciones para el caso de la Química son más específicas y extensas que en el caso de Biología o Física y al comienzo se refiere a la introducción de tecnologías “como ámbito que posibilite la construcción del conocimiento químico”, las afirmaciones posteriores permiten inferir que los fines que se persiguen con el uso de diferentes recursos digitales estarían más bien asociados con: la mejor comprensión de conceptos ya abordados, la visualización de ciertos procesos químicos o procesos de fabricación industrial, la comunicación, el intercambio de ideas y el trabajo en colaboración. Si bien todos estos fines son de gran importancia para el logro de los aprendizajes de las disciplinas analizadas, pareciera que el rol de las tecnologías digitales continúa siendo de carácter suplementar.

De todos modos, es importante reconocer que el hecho de que en los Diseños Curriculares se haga mención al uso de tecnologías constituye de por sí un avance importante, que tiene en cuenta la creciente presencia de las tecnologías en diferentes ámbitos de la sociedad y la importancia de su incorporación en el ámbito educativo. La mención explícita del uso de tecnologías en los Diseños

Curriculares refleja objetivos planteados desde diversas políticas educativas públicas y programas⁴ que promueven la inclusión digital y la educación de calidad. La presencia de las tecnologías en los Diseños Curriculares y el mayor acceso a las mismas en la escuela han colocado sobre el tapete la urgencia de abordar varias problemáticas, entre ellas, la importancia de asumir una posición epistemológica en relación a las tecnologías y la necesidad de cambios en los abordajes pedagógicos en función de esa posición epistemológica. En las próximas secciones abordaremos estos dos aspectos.

UNA POSICIÓN EPISTEMOLÓGICA EN RELACIÓN A LAS TECNOLOGÍAS

Ya hemos afirmado que, epistemológicamente hablando las tecnologías son inherentes a la producción humana del conocimiento científico. En ámbitos educativos, diversos trabajos han reportado sobre el papel central de diferentes tecnologías en la producción del conocimiento, problemática que en el campo de la Educación Matemática (del cual provengo) es de gran vigencia (Hoyle y Lagrange, 2010; Assude, Buteau y Forgasz, 2010). A través de múltiples investigaciones se han reunido evidencias que nos han conducido a sostener la idea que el conocimiento es producido por colectivos constituidos por *humanos-con-medios* (Borba y Villarreal, 2005), esto es, el sujeto epistémico es una unidad indisociable conformada por seres humanos y medios de diferente naturaleza. La denominación medios incluye cualquier tipo de herramienta, dispositivo, equipamiento, instrumento, artefacto u objeto (material o simbólico) producido como resultado de desarrollos tecnológicos.

La noción de *humanos-con-medios* está asociada con dos postulados centrales: por un lado, que la cognición no es una empresa individual sino social, y por ello se utiliza el plural de la palabra humano, y por otro lado, que la cognición incluye herramientas, medios con los cuales el conocimiento es producido, y este componente no es auxiliar o complementario, sino esencial, de suerte que la presencia de diferentes medios condiciona la producción de diferentes conocimientos. Los medios son así constitutivos del conocimiento y entonces podemos afirmar que el ser humano *piensa-con-medios*. Los medios transforman prácticas, contenidos y modos de conocer. De esta forma, la presencia de medios de diferente naturaleza reorganiza el pensamiento y la producción del conocimiento. Esta reorganización se manifiesta de diferentes modos en el ámbito escolar. Se producen cambios en los problemas que se pueden formular, en las formas de resolverlos, en los modos de validar el conocimiento, en las formas de comunicarse, en la gestión de la clase, e inclusive comenzamos a ver que el tratamiento de ciertos contenidos o el aprendizaje de ciertas técnicas se vuelven obsoletos. En síntesis, se modifican prácticas educativas y, a partir de ello, es posible promover acciones que conduzcan a cambios de naturaleza curricular.

4 Desde mediados de la década del 90 se han llevado adelante acciones en el marco de diversos programas de mejoras educativas tanto nacionales como provinciales que entre sus objetivos se planteaban generar condiciones materiales para la incorporación en la escuela de las tecnologías con fines pedagógicos. De implementación más reciente, se destaca el Programa Conectar Igualdad que en el año 2010 inicia la entrega de computadoras portátiles para estudiantes y docentes de escuelas estatales de educación secundaria, de educación especial y de Institutos de Formación Docente de todo el país. El número de equipos entregados llegó a los 5 millones y, más allá de las deficiencias que puedan señalarse en su implementación, se constituyó en uno de los programas de mayor alcance en términos de acceso a la tecnología en el ámbito educativo.

ABORDAJES PEDAGÓGICOS EN SINERGIA CON LAS TECNOLOGÍAS: EN BUSCA DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD

La llegada de nuevas tecnologías a la escuela ha permitido poner en discusión la vigencia de ciertas tradiciones de enseñanza y formatos curriculares y a favorecer el desarrollo de nuevos abordajes pedagógicos. En 2007, Kenski afirmaba:

Por más que las escuelas usen computadoras e Internet en sus clases, éstas continúan siendo seriadas, finitas en el tiempo, definidas en el espacio restringido de las aulas, vinculadas a una única disciplina y graduadas en niveles jerárquicos y lineales de profundización de los conocimientos en áreas específicas del saber. Profesores aislados desarrollan disciplinas aisladas, sin mayores articulaciones con temas y asuntos que tienen todo que ver uno con el otro, pero que son parte de los contenidos de otra disciplina, dictada por otro profesor. Y eso es solo una pequeña parte del problema para mejorar el proceso de enseñanza. (p. 45)

Las palabras de esta autora ofrecen recursos para pensar que el empleo adecuado de las tecnologías permitiría trascender las divisiones existentes entre los actuales espacios curriculares escolares organizados básicamente en torno a disciplinas separadas. Si bien entre los diversos formatos pedagógicos propuestos en el Tomo 1 de los Diseños Curriculares de la Provincia de Córdoba (2011) se mencionan algunos, tales como proyecto o seminario, que podrían ser utilizados para fomentar el trabajo interdisciplinar, en ningún caso se menciona explícitamente la interdisciplinariedad.

Por ejemplo, el vínculo que se establece entre la matemática y otros espacios curriculares en la escuela, en particular con las ciencias naturales, es casi nulo. La difundida idea de que la “matemática está en todas partes” parece desvanecerse en la escuela. No es el objetivo de este capítulo profundizar acerca de la enseñanza de la matemática, ya que no está en el foco de este libro, pero sí me gustaría tematizar el vínculo de la matemática con las ciencias naturales que sí están en el foco de este libro.

Deseo referirme a ese vínculo desde dos perspectivas: por un lado epistemológica, argumentando que de alguna manera la matemática también presenta, como las ciencias naturales, un aspecto experimental en su proceso de creación. Por otro lado, didáctica, trayendo ejemplos del modo en que la matemática puede entrelazarse con las ciencias naturales a través de proyectos escolares mediados por tecnologías.

En primer lugar considero importante señalar que, en virtud de la presencia de las tecnologías digitales, en el campo de la matemática desde hace algunas décadas se ha gestado un movimiento que habla de la *matemática experimental* como una rama de la matemática. En ella se reconoce el papel de las computadoras como herramientas que permiten desarrollar experimentos matemáticos y formular conjeturas y que tales experimentos son parte importante de la producción matemática. Evidencias de este movimiento lo constituyen la creación en 1989 del *Institut für Experimentelle Mathematik*⁵ (Instituto para la Matemática Experimental) en la Universidad de Duisburg-Essen (Alemania) que reúne a especialistas en matemática, ciencias de la computación e ingeniería; o la fundación en 1992 del *Centre for Experimental and Constructive Mathematics*⁶ (Centro para la Matemática Experimental y

⁵ web.iem.uni-due.de

⁶ <http://www.cecm.sfu.ca/>

Constructiva) en la Universidad Simon Fraser (Canadá), en cuya página web aparece como slogan “to explore the interplay of conventional mathematics with modern computation in the mathematical science” (para explorar el interjuego de la matemática convencional con la computación en la ciencia matemática). Es interesante ver el modo en que los editores de la Revista *Experimental Mathematics*, que se publica desde 1992, se refieren a la palabra experimento, al definir los objetivos y alcances de la publicación:

Experimento ha sido siempre, y lo es de manera creciente, un importante método de descubrimiento matemático. (Gauss⁷ declaró que su modo de arribar a las verdades matemáticas era a través de la “experimentación sistemática”). Aunque esto tienda a ser ocultado por la tradición de presentar solamente resultados elegantes, completamente desarrollados y rigurosos.

La palabra “experimental” se concibe de modo amplio: muchos experimentos matemáticos en estos días son realizados en computadoras, pero otros son todavía el resultado del trabajo con lápiz y papel, y hay otras técnicas experimentales, tales como construir modelos físicos⁸ (traducción propia).

En el párrafo anterior podemos ver que al hablar de experimentos matemáticos se mencionan diferentes medios –computadoras, lápiz y papel y modelos físicos– que intervienen en tales experimentos, poniendo en evidencia que los mismos son una parte constitutiva de la investigación en matemática.

La aceptación del hecho de que en la producción matemática hay un importante trabajo experimental que antecede a la obtención de resultados formales ha sido discutida ampliamente por matemáticos y filósofos (ver por ejemplo Horgan, 1993; Garnica, 1992). Esas discusiones se han avivado en las últimas décadas a partir del uso de computadoras, principalmente desde la publicación en 1976 de la demostración del llamado *Teorema de los cuatro colores* (Appel y Haken, 1976), la cual no hubiera sido posible sin el uso de esa tecnología. Más allá de las discusiones filosóficas en torno al papel de lo empírico en el proceso de creación matemática, lo que me interesa rescatar es que en el proceso de producción matemática es posible “experimentar” tal como en las llamadas ciencias experimentales y que eso se ha hecho más evidente con la llegada de las computadoras. En el ámbito escolar la presencia de tecnologías como instrumentos que facilitan la experimentación nos permite afirmar que es posible trabajar con una matemática más experimental⁹ y este hecho acerca a la matemática con las ciencias naturales y nos abre horizontes para pensar en abordajes pedagógicos que a través de la experimentación nos permitan aprender Matemática y Biología, Química o Física, simultáneamente.

Esto último nos conduce a la segunda perspectiva a la que deseo referirme en relación al vínculo entre la matemática y las ciencias experimentales, la didáctica. El reconocimiento de la presencia no neutral de la tecnología en el ámbito educacional y asumir una posición epistemológica basada en

7 Carl Friedrich Gauss (1777-1855), matemático, astrónomo y físico alemán considerado uno de los más brillantes matemáticos de la historia.

8 Disponible en: <http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?show=aimsScope&journalCode=uexm20>

9 Para una discusión más profunda en torno a la experimentación en matemática y en educación matemática, el lector interesado puede leer el Capítulo 4 de Borba & Villarreal (2005).

la noción de *humanos-con-medios*, nos lleva a preguntarnos acerca de los abordajes pedagógicos que resultan sinérgicos con tal presencia y posición. La respuesta que hemos conseguido dar a esta pregunta apunta hacia un abordaje que denominamos “experimental-con-tecnologías” y al trabajo con proyectos de modelización matemática que se potencian en ambientes tecnológicamente ricos (Borba, Villarreal y Soares, 2016; Villarreal y Esteley, 2013; Villarreal, Esteley y Mina, 2010).

A continuación, se presentarán dos ejemplos que muestran dichos abordajes en acción. Proviene de clases de matemática que, en diferentes años lectivos, estuvieron a cargo de estudiantes del Profesorado en Matemática de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), que se encontraban desarrollando sus prácticas profesionales docentes en una escuela secundaria de Córdoba que contaba con diversos recursos tecnológicos. Cada estudiante poseía una netbook de uso personal, en el aula había una pizarra digital y se contaba con acceso a Internet.

ABORDAJE EXPERIMENTAL-CON-TECNOLOGÍAS: SIMULADORES VIRTUALES

Un escenario que resulta fértil para cultivar un abordaje experimental-con-tecnologías y que permite vincular matemática y física es el generado por simuladores de movimientos. En el caso que describiremos aquí, se trata de un laboratorio virtual de movimiento pendular¹⁰. El mismo consiste en un simulador que puede bajarse libremente de Internet y cuya interfaz puede verse en la Figura 1. A través de diferentes comandos es posible cambiar los valores de distintas variables: la longitud del hilo del sistema, la masa suspendida, el ángulo de lanzamiento, el valor de la gravedad, la fricción o el planeta en el que nos encontramos, entre otras. El uso del mouse permite realizar acciones directas sobre el péndulo, por ejemplo, arrastrarlo hasta la posición deseada y soltarlo. También posee instrumentos que permiten medir distancias y tiempos, visualizar los vectores velocidad o aceleración y la variación de las energías potencial y cinética durante el movimiento.

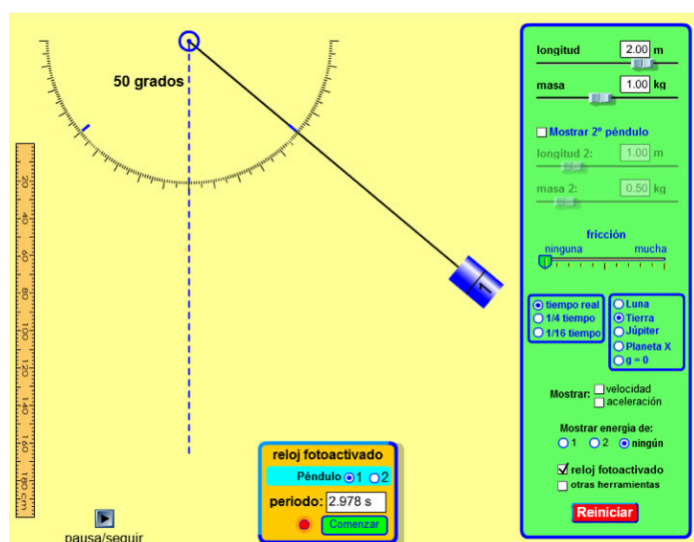


Figura 1. Interfaz del laboratorio virtual de movimiento pendular.

¹⁰ <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/pendulum-lab>

Este laboratorio virtual fue utilizado en clases de matemática de 1er año a cargo de practicantes del Profesorado en Matemática de la UNC, en las cuales se estaba introduciendo el estudio de relaciones entre variables (Corellano, Krank y Salgado, 2015). Se propuso emplearlo para estudiar la relación entre la longitud del hilo y el período (tiempo que demora el péndulo en realizar una oscilación completa). Para ello, se solicitaba fijar inicialmente un valor para la masa, un ángulo de lanzamiento y colocar el botón de la fricción en la posición “ninguna”. Luego se pedía variar la longitud del hilo para que, una vez soltado el péndulo, se determinaran los períodos correspondientes, usando la herramienta “reloj fotoactivado”. De ese modo, se podían recolectar datos para estudiar el tipo de relación funcional que vincula la longitud del hilo del péndulo y el período correspondiente, asumiendo como fijos los otros parámetros del simulador.

Esta actividad fue propuesta a través de una guía de laboratorio estructurada que indicaba paso a paso el procedimiento a seguir. Al momento de mostrar el simulador en la pantalla de la pizarra digital, antes de entregar la guía de laboratorio, diferentes estudiantes pasaron a experimentar con el simulador, probando lo que producía la variación de los diferentes parámetros representados en el mismo. Fue notable la cantidad de preguntas que la presencia de los comandos y opciones del simulador inspiraron entre los estudiantes. Diversas preguntas o sugerencias surgieron espontáneamente entre los estudiantes que observaban la manipulación del simulador. Por ejemplo: “La masa ahí es de 1 kg, si la aumento a 2, ¿va a ir más lento?”, “¿Si pongo todos los valores en el mínimo (se refiere a mínima longitud del hilo y mínima masa posible en el simulador), ¿puede dar toda la vuelta?”. Las respuestas a tales preguntas podían darse a partir de la propia experimentación y los datos que podían generarse en esa experimentación. La presencia del comando a través del cual es posible modificar la “fricción”, permitió generar una discusión referida a esa noción. Un estudiante dijo: “Es una fuerza contraria que lo va frenando” y otro propuso probar en el simulador el efecto de la fricción, aumentando su valor. También fue posible realizar conjeturas: “Si es más pesado va más rápido”, “Mientras más largo sea el hilo más va a tardar” y verificar usando el simulador si las mismas eran verdaderas o no.

Así, el simulador se constituyó en un dispositivo con el cual los estudiantes pudieron explorar, experimentar y pensar. A partir de la manipulación libre del simulador pudieron: reconocer diferentes variables, plantear problemas, elaborar conjeturas, intentar entender ciertas nociones (fricción, período) y efectos en la variación de diferentes parámetros. Posteriormente, cuando llevaron adelante las actividades propuestas en la guía de laboratorio a fin de estudiar la relación longitud del hilo vs período, el simulador se constituyó en un laboratorio para obtener datos experimentales que luego fueron organizados y representados en tablas y gráficos cartesianos utilizando un software gráfico disponible en las netbooks (GeoGebra). Puede afirmarse que fue posible constituir un colectivo pensante de humanos-con-simulador que permitió abordar los conocimientos matemáticos que se querían poner en juego en la clase. Además, permitió iniciar un acercamiento provisorio e intuitivo a ciertas nociones físicas vinculadas con el movimiento pendular que si bien no fueron profundizadas en esta clase de matemática sirvieron para mostrar vínculos entre Matemática y Física.

MODELIZACIÓN MATEMÁTICA COMO ABORDAJE PEDAGÓGICO INTER-DISCIPLINAR

Diversos trabajos desarrollados con estudiantes de distintas carreras vinculadas con las ciencias biológicas, o con alumnos de educación secundaria, permiten ver cómo el desarrollo de

proyectos de modelización matemática a partir del planteo de problemáticas biológicas, agronómicas, medioambientales o sociales, o el estudio de fenómenos físicos o químicos de interés para los estudiantes y acompañados con un fuerte uso de tecnologías (Internet, simulaciones, software matemático, etc.) posibilitaban un abordaje interdisciplinar que permite conjugar el aprendizaje de la Matemática y otras disciplinas. Al mismo tiempo permite otorgar sentido a la matemática, interpretándola desde los conocimientos provenientes de las otras áreas del conocimiento involucradas en los proyectos (Bassanezi, 2012; Greefrath, 2011). Así, es posible visualizar la riqueza de un trabajo interdisciplinar pocas veces explorado en la escuela.

La modelización matemática es un proceso de investigación frecuente y de larga data entre los matemáticos aplicados y científicos de diferentes áreas del conocimiento cuando se involucran en la actividad de crear modelos que describan un fenómeno y permitan realizar predicciones. Según Bassanezi (2002), la “modelización consiste, esencialmente, en el arte de transformar situaciones de la realidad en problemas matemáticos cuyas soluciones deben ser interpretadas en el lenguaje usual” (p. 24). Así, la modelización es un proceso que vincula matemática con mundo real, entendiendo por mundo real “todo lo que tiene que ver con la naturaleza, la sociedad o la cultura, incluyendo la vida cotidiana así como las materias de la escuela o la universidad o disciplinas científicas diferentes de la matemática” (Blum, 2003, p. 152). El trabajo con la modelización matemática como abordaje pedagógico puede realizarse desde diferentes perspectivas. Desde hace varios años, a partir de la supervisión de prácticas docentes en escuelas secundarias, promovemos el trabajo en escenarios de modelización en los que sean desarrollados proyectos donde los estudiantes, trabajando en pequeños grupos, escojan libremente un fenómeno o temática del mundo real de su interés para investigar, formulen problemas relacionados con el fenómeno o temática, distingan y seleccionen variables, elaboren hipótesis, diseñen experimentos si es necesario, busquen informaciones, recolecten datos, propongan respuestas a sus problemas e hipótesis y finalmente elaboren un informe y realicen una presentación del proceso seguido ante la clase completa. El montaje de estos escenarios puede ser completamente abierto y libre de modo que los estudiantes o el docente pueden fijar un tema y luego invitar a los estudiantes a formular problemas en relación a ese tema. Cabe señalar que estos procesos de selección de temas y formulación de problemas exigen del docente habilidades para orientar a los diferentes grupos, ya que en muchas ocasiones los problemas planteados pueden no requerir del uso de la matemática para ser respondidos, es posible que las respuestas a los mismos se encuentren disponibles en páginas de Internet –no siendo entonces problemas genuinos– o que la matemática que se necesita para resolverlos sea muy sofisticada y no esté al alcance de los estudiantes. En todos los casos, la posibilidad del acceso a diversas tecnologías hace que estos procesos iniciales, el trayecto hacia la construcción del modelo matemático y la obtención de respuestas se vean potenciados.

El siguiente ejemplo muestra un escenario de modelización creado para un 2do año en el marco de las prácticas docentes de una estudiante del Profesorado en Matemática de la UNC (Odetti, 2013). El desarrollo de proyectos de modelización estaba contemplado en la planificación anual del curso.

Al momento de iniciar el trabajo con proyectos de modelización, los estudiantes secundarios ya habían estudiado relaciones de proporcionalidad directa e inversa. La practicante decidió comenzar

haciendo uso de un video de animación corto, titulado “Retrocycling robot”¹¹. Este video le permitía poner en evidencia la problemática de la producción de basura, tema que había decidido proponer a los estudiantes como disparador para plantear problemas. El video muestra a un joven que va caminando por la vereda leyendo un diario y en un determinado momento lo arruga y lo arroja al piso con actitud displicente. Inmediatamente por detrás de él aparece un robot que recoge el papel, lo retro-recicla y lo transforma en un árbol. Luego, se vuelve a ver al joven que continúa caminando por la calle, pero en esta ocasión tomando una bebida de una botella que luego arroja en la vereda. Este tipo de situación se repite varias veces, mientras el joven va tirando diferentes desechos a la calle y siempre el robot aparece y los transforma en el recurso que los originó. Finalmente, y cansado de recoger basura, el robot toma al joven y lo transforma en un bebé. Parte de la secuencia del video puede verse en la Figura 2.



Figura 2. Secuencia de imágenes correspondientes al video “Retrocycling robot”.

La practicante a cargo de la clase explicó en su Informe Final de Prácticas:

El video tenía como objetivo conseguir otro tipo de involucramiento por parte de los alumnos. Se eligió este video, pues era de corta duración y con un gran impacto visual (...) Esta animación logró captar la atención y generar un análisis crítico de la situación que está atravesando la sociedad en relación a la basura y sus consecuencias. En relación a la frase final del video que decía “No esperes que las máquinas resuelvan todos tus problemas. Cambia tu manera de pensar”, los alumnos comentaron que se “debería empezar de nuevo”. (Odetti, 2013, p. 36)

11 La animación está disponible en el siguiente link: <http://www.youtube.com/watch?v=qCdDPCZfDoE>

Luego de un interesante debate en clase reflexionando acerca de las actitudes de las personas en relación a la basura y el papel de las tecnologías en nuestras vidas, se invitó a los estudiantes a dividirse en grupos para plantear y resolver problemas relacionados con el tema "Tratamiento de la basura". En una primera instancia debían presentar al resto de la clase los problemas planteados y las variables que identificaban en tales problemas. A continuación se muestran algunos de los problemas formulados por diferentes grupos:

- 1.¿Cuánto plástico se reutilizaría si una familia de cuatro integrantes reciclara todas las botellas que consume en una semana? ¿Cuánto plástico se reutilizaría si todas las familias de Córdoba reciclaran las botellas que consumen durante la semana?
- 2.¿Cantidad de basura electrónica que tira una persona al año? ¿Cuántos celulares se tiran por año en Argentina y Chile?
- 3.¿Cuántas hojas hay que reciclar para salvar un árbol? ¿Cuánto rinde el papel cuando lo reciclas?
- 4.¿Cuánto papel gastamos por semana y por año? ¿En cuánto tiempo una persona consume un árbol?
- 5.¿Cuántas hojas de papel sacamos con un árbol? ¿Cuántos árboles se talan por año?
- 6.¿Cuánta basura tira cada familia del grupo, dependiendo de cuantos son en ella?
- 7.¿Cuántos metros cuadrados hay en 335kg de plástico? ¿Cuántos kg de plástico cubrirían la superficie de Córdoba? [Aclaración: estas dos preguntas se formularon pensando en las bolsitas de plástico del supermercado]
- 8.¿Cuántos kg de papel hay que reciclar para salvar un árbol?

Es interesante acotar que en todos los casos los estudiantes recurrieron a informaciones presentes en Internet para comenzar a plantear y luego resolver sus problemas. Asimismo para la presentación de datos en tablas y gráficos se hizo uso de un software matemático (GeoGebra) que los estudiantes disponían en sus netbooks.

Como producción final del proyecto cada grupo debió diseñar y crear un video de concientización a partir de los resultados de sus investigaciones, para lo cual hicieron uso de diversos recursos tecnológicos. Algunos realizaron sus propias filmaciones, otros utilizaron el programa Movie maker (programa para la edición de videos) para conseguir ciertos efectos o crearon una presentación de Power Point con textos, imágenes y música.

Cabe observar que la mayoría de las preguntas planteadas por los estudiantes podían ser respondidas a través de un simple modelo de proporcionalidad directa a partir de datos encontrados en Internet o de aquellos recolectados por los estudiantes. Como ya se dijo, este tema había sido enseñando inmediatamente antes de iniciar la experiencia de modelización y en este nuevo ambiente de aprendizaje ese conocimiento se puso en acción para resolver problemas propios con la posibilidad de utilizar diferentes herramientas tecnológicas. Al mismo tiempo, en este nuevo escenario se

produjeron nuevos aprendizajes que trascendieron lo meramente matemático: formularon problemas a partir de un tema dado, discutieron y se preocuparon del cuidado del medio ambiente y propusieron acciones de concientización a partir de la producción de un video.

PARA CERRAR, ALGUNAS REFLEXIONES

La presencia de la tecnología en las escuelas puede ser vivida como una oportunidad para producir cambios en los procesos de enseñanza o aprendizaje. Pero esto será posible si se crean condiciones didácticas para que ello ocurra y se asume una posición epistemológica que admita que el sujeto epistémico tiene un carácter colectivo, que es lo que se postula a través del constructo *humanos-con-medios*, tal como fuera explicado anteriormente.

Aunque de modo cauteloso, los Diseños Curriculares vigentes en la Provincia de Córdoba abren espacios para el uso de tecnologías en la escuela, también plantean la posibilidad de recurrir a diferentes formatos pedagógicos que permitirían superar la visión cartesiana del conocimiento a fin de que la enseñanza y el aprendizaje de la matemática y las ciencias experimentales se acompañen y se fortalezcan mutuamente. Los ejemplos mostrados ofrecen evidencia de que aún en el formato de división disciplinar que hoy caracteriza el mapa curricular en la escuela, es posible generar ambientes exploratorios, investigativos e interdisciplinarios para abordar diferentes contenidos. En tales ambientes, la presencia de las tecnologías digitales atraviesa las propuestas didácticas e impregna las actividades de los estudiantes de suerte que la producción de conocimiento es el resultado de un colectivo pensante conformado por estudiantes, docentes, diferentes tecnologías o medios disponibles dentro o fuera de la escuela y también por otros actores que puedan haber contribuido con las acciones desarrolladas en el aula (padres, especialistas consultados, etc.).

A lo largo del texto se ha intentado mostrar que siempre se educa-con-tecnologías y por consiguiente en la escuela, como en la producción científica, también se piensa-con-tecnologías. Las viejas tecnologías (lápiz y papel, pizarrón, etc.) impregnan desde hace tiempo nuestra educación y pensamiento. Es primordial avanzar hacia una educación-con-nuevas-tecnologías en las ciencias básicas, principalmente porque las formas de producir conocimiento en las ciencias están impregnadas de tecnologías y es así como podríamos enseñarlas y aprenderlas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Appel, K. y Haken, W. (1976). *Every map is four colourable*. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 82, 711–712.

Assude, T.; Buteau, C. y Forgasz, H. (2010). *Factors influencing implementation of technology-rich mathematics curriculum and practices*. En C. Hoyles, C. & J-B. Lagrange (Ed.), *Mathematics Education and Technology-Rethinking the terrain* (pp. 405-419). New York, USA: Springer.

Bassanezi, R. (2002). *Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma Nova Estratégia*. São Paulo, Brasil: Editora Contexto.

Bassanezi, R. (2012). *Temas y modelos*. Campinas, Brasil: UFABC.

Bastos, M. (2005). *Do quadro-negro a lousa digital: A história de um dispositivo escolar*. *Cadernos de História da Educação*, 4, 133–141.

Blum, W. (2003). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education. Discussion Document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1), 149-171.

Borba, M., y Villarreal, M. (2005). *Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: Information and communication technologies, modelling, experimentation and visualization*. New York, USA: Springer.

Borba, M.; Villarreal, M. y Soares, D. (2016). Modeling using data available on the internet. En C. Hirsch & McDuffie E. (Ed.), *Annual Perspectives in Mathematics Education 2016: Mathematical modeling and modeling mathematics* (pp. 143-152). USA: National Council of Teacher of Mathematics.

Corellano, A.; Krank, V. y Salgado, A. (2015). Estudio de relaciones entre variables: proporcionalidad directa e inversa en la escuela secundaria. Trabajo Final de Prácticas. Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación. Universidad Nacional de Córdoba. Extraído el 31 de agosto de 2016 desde <http://www2.famaf.unc.edu.ar/institucional/biblioteca/trabajos/6085/17376.pdf>

Diseño Curricular de la Educación Secundaria de la Provincia de Córdoba (2011). Tomos 1, 2 y 4. Extraído el 31 de agosto de 2016 desde <http://www.igualdadycalidadcoba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/EducacionSecundaria/DisenosCurricSec.php>

Garnica, V. (2002). As demonstrações em Educação Matemática: um ensaio. *Boletim de Educação Matemática. BOLEMA*, 18, 91-99.

Greefrath, G. (2011). Using technologies: new possibilities of teaching and learning modelling – Overview. En G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Ed.), *Trends in the teaching and learning of mathematical modeling* (pp. 301-304). New York: Springer.

Gvirtz, S. (1999). El discurso escolar a través de los cuadernos de clase. Argentina 1930-1970. Buenos Aires: EUDEBA.

Horgan, J. (1993). La muerte de la demostración. *Investigación y Ciencia* (Versión española de Scientific American), 207, 70-77.

Hoyles, C. y Lagrange J-B. (Ed.) (2010). *Mathematics Education and Technology-Rethinking the terrain*. New York, USA: Springer.

Kenski, V. (2007). *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. 1. ed. Campinas: Papirus.

Odeti, F. (2013). Estudio de proporcionalidad directa e inversa en distintos ambientes de aprendizaje. Informe Final MOPE. Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación. Universidad Nacional de Córdoba. Extraído el 31 de agosto de 2016 desde: <http://www2.famaf.unc.edu.ar/institucional/biblioteca/trabajos/6085/16919.pdf>

Villarreal, M. y Borba, M. (2010). Collectives of humans-with-media in mathematics education: notebooks, blackboards, calculators, computers and ... notebooks throughout 100 years of ICMI. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 42(1-2), 49-62.

Villarreal, M. y Esteley, C. (2013). Escenarios de modelización y medios: acciones, actividades y diálogos. En M. Borba & A. Chiari (Ed.), *Tecnologias Digitais e Educação Matemática* (pp. 273-308). São Paulo, Brasil: Livraria da Física.

Villarreal, M. (2013). Humanos-con-medios: un marco para comprender la producción matemática y repensar prácticas educativas. En E. Miranda & N. Paciulli Bryan (Coord.), *Formación de Profesores, Currículum, Sujetos y Prácticas Educativas. La perspectiva de la investigación en Argentina y Brasil* (pp. 85-122). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Extraído el 31 de agosto de 2016 desde: http://www.ffyh.unc.edu.ar/editorial/wp-content/uploads/2013/05/EBOOK_MIRANDA.pdf

Villarreal, M., Esteley, C. y Mina, M. (2010). Modeling empowered by information and communication technologies. *ZDM The International Journal on Mathematics Education*, 42(3-4), 405-419.

PARA SEGUIR LEYENDO..

ROBINSON, K. Y ARONICA, L. (2015). ESCUELAS CREATIVAS. LA REVOLUCIÓN QUE ESTÁ TRANSFORMANDO LA EDUCACIÓN. BUENOS AIRES: GRIJALBO.

Considero que se trata de un libro de lectura amena y profundas reflexiones para quienes trabajamos en educación. También pueden ver las charlas TED de Ken Robinson disponibles en www.ted.com

SITIO WEB RECOMENDADO:

<https://phet.colorado.edu/es/simulations>

Contiene múltiples simuladores para la enseñanza de ciencias experimentales.

OTRAS FUENTES DEL CURRÍCULO CIENTÍFICO EN LA ENSEÑANZA CON TIC

Marina Masullo

Integrante del Grupo EDUCEVA. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.

"Los diseños efectivos para el aprendizaje nunca son el resultado de repetir las "mejores prácticas" ni de seguir una receta al pie de la letra. Siempre requieren un grado de invención, de interpretación y de adaptación por parte de docentes conscientes que están en sintonía con las demandas y las oportunidades particulares que les presenta su propia situación".

Marta Stone Wiske, (2006)

INTRODUCCIÓN

En la última década del siglo XX se advierte que las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han llegado a los sistemas educativos para quedarse. Este acontecimiento es crucial ya que no sólo se trata de la aparición de nuevas herramientas tecnológicas, es más profundo, se trata de cómo éstas se constituyen en herramientas simbólicas de orden cultural (Vigotsky, 1995), facilitando formas de pensamiento superior. Así, seleccionar, diseñar y secuenciar actividades didácticas requiere incorporar elementos y modos de acción diferentes teniendo en cuenta otras fuentes que nutren el currículo científico, en palabras de Coll: "en el currículum se concretan y toman cuerpo una serie de principios de índole diversa - ideológicos, pedagógicos, psicopedagógicos- que, tomados en su conjunto, muestran la orientación general del sistema educativo" (Coll, 1994).

Es justamente a la hora de conjugar wikis, simuladores, laboratorios virtuales, foros de discusión, webquest, etc. que los docentes adquieren una posición muy importante, porque son los responsables de "ensamblar" estos "objetos" en actividades aptas para los estudiantes y que favorezcan los aprendizajes. En el proceso de diseñar es dónde entran en juego otras dimensiones que inciden en el currículo científico, además del conocimiento disciplinar. Cuestiones vinculadas a epistemología, sociología de las ciencias, las concepciones de aprendizaje, los usos sociales de la ciencia y la finalidad misma de la ciencia que enseñamos, dan forma a las actividades académicas/escolares.

En este capítulo no se realizará un análisis exhaustivo de teorías y modelos, reservamos esa ardua tarea a los especialistas en esos dominios de conocimiento. En este caso, situados como docentes de ciencias, nos proponemos discutir y recuperar algunos elementos de teorías psicológicas / epistemológicas / sociológicas que inciden en la práctica cotidiana de los profesores y que forman parte de los debates actuales.

Nos centraremos en las ciencias como conocimientos socialmente construidos, haciendo hincapié en aquellos aspectos que podrían ser de utilidad en la reconstrucción de conocimiento científico en el ámbito escolar/académico. Para ello nos remitiremos a cuestiones filosóficas, a veces,

más cercanas a las filosofías de las ciencias o a la epistemología y en cierta medida a la filosofía de las prácticas científicas, etc. También nos ocuparemos de cómo aprende el que aprende, teniendo en cuenta algunas concepciones que desde la psicología, dan cuenta de estos procesos y el por qué deberían ser tenidos en cuenta en la enseñanza de las ciencias. Finalmente, retomando los aportes de la sociología de las ciencias, se abordará la importancia de reconocer la relevancia de los contenidos científicos y la finalidad (o las finalidades) de la ciencia que enseñamos, que generalmente, tiende a permanecer “oculta” o “implícita” y que no siempre se explicita de manera directa a los estudiantes y aun así, incide de manera directa en los procesos de enseñanza - aprendizaje.

EL MODELO EMPIROINDUCTIVISTA ACADÉMICO/ESCOLAR

La ciencia académica/escolar se ha caracterizado por una concepción epistemológica en la que se reconocen ciertas recurrencias (Nieda y Macedo, 1997):

- Una concepción neutral, objetiva y ahistórica de las ciencias.
- Los enunciados universales provenientes de una disciplina científica se consideran verdades absolutas (leyes y teorías).
- La observación como punto de partida para obtener o descubrir conocimiento científico.
- Se privilegian los procesos inductivos, en que a partir de la recolección de datos (en condiciones controladas) se extrae una conclusión que se generaliza.
- El conocimiento es considerado algo que está “oculto” en la naturaleza y que se debe “descubrir”.
- Las actividades científicas académicas/escolares, promueven entre los estudiantes, una visión acotada del conocimiento científico y de la actividad científica que más bien se limita a una metodología y unos procesos que tienen la siguiente secuencia: *observar- registrar-concluir*.

Numerosas actividades prácticas de carácter experimental responden a esta secuencia. Se corresponde con los prácticos tipo “receta de cocina” en la que luego de un enunciado, más o menos breve, hay un listado de materiales; seguido de una o varias consignas que constituyen el procedimiento, en el que se solicita a los estudiantes que realicen actividades como: medir, mezclar, agregar, registrar resultados, analizar (etc.) y sacar conclusiones. En ocasiones se solicita que se realice un documento escrito “el informe”. Generalmente, no se realizan preguntas anticipatorias referidas a lo que se espera encontrar más allá de cuestiones de orden técnico. Tampoco se formulan hipótesis. Esta concepción epistemológica empiroinductivista tiene su correlato con una concepción conductista del aprendizaje en la que los estudiantes son considerados una “tabula rasa” y el motor del aprendizaje es externo. Las actividades son iguales para todos, el docente es el actor principal y el estudiante tiene un rol pasivo de “receptor” de la información.

Desde el punto de vista social, la ciencia es concebida como un conjunto de saberes que no se vinculan con su contexto de producción y que parece ajena a los acontecimientos históricos, políticos y económicos. Siendo una actividad neutral, desarrollada por científicos asépticos que garantizan la objetividad de la actividad que realizan.

Este es el modelo que se pone en tela de juicio y que los aportes de las TIC junto a otras fuentes del currículo intentan deconstruir.

ALGUNOS APORTES DE LA EPISTEMOLOGÍA Y LA FILOSOFÍA DE LAS PRÁCTICAS CIENTÍFICAS

La epistemología, es la rama de la filosofía que se dedica al estudio del conocimiento científico. Para los docentes de ciencias naturales, prestar atención a esta disciplina, es imprescindible ya que da cuenta de cómo ocurren los procesos de construcción en el ámbito científico pero también para reconocer las propias concepciones epistemológicas (creencias implícitas) ya que estas “se filtran” en las actividades que se diseñan y/o proponen (*Flores Camacho, Gallegos Cázares, Bonilla, López, y García, 2007; García, Mateos Sanz, Villanova, 2011*). No se trata de extrapolar linealmente los métodos de las comunidades científicas a las instituciones educativas. Hay diferencias fundamentales, los científicos construyen conocimientos que no existían hasta ese momento, mientras que los estudiantes lo reconstruyen aunque ya está inventado pero es desconocido para ellos; pero además los miembros de una comunidad científica determinada se caracterizan por dominar con alto grado de especificidad la disciplina y el tema en el que trabajan. Por el contrario, en las aulas, es el docente, el libro de texto la internet, etc. los que provee el conocimiento o más precisamente los marcos teóricos. Entonces ¿qué actividades y aspectos del trabajo científico debemos considerar a la hora de enseñar ciencias?:

- El desarrollo de la capacidad de pensar críticamente.
- La formulación de hipótesis
- El reconocimiento de variables
- El diseño y ejecución de experimentos
- El registro de datos y la comunicación de los mismos
- La incidencia de las ciencias en la sociedad
- El valor social del conocimiento científico

La lista no es exhaustiva, y cada docente podrá añadir todo aquello que considere necesario.

¿UNA EPISTEMOLOGÍA O VARIAS? DOS HOMBRES QUE MARCARON EL SIGLO XX

Dentro de la propia disciplina, la concepción sobre cómo se construye y crece el conocimiento científico ha ido variando a lo largo del tiempo, particularmente, en el siglo XX se generó un debate intenso que lejos de converger en una única definición deja un abanico de concepciones. En este texto nos ocuparemos de los trabajos de Thomas Kuhn y Karl Popper: Dos hombres que marcaron la epistemología del siglo XX (Chalmers, 1984).

Quando se abordan cuestiones de filosofía de las ciencias, la discusión sobre las ideas, a veces nos hace perder de vista cuestiones tan sencillas como quiénes son los autores, dónde y cuándo nacieron (quizás sea obvio para los especialistas en la disciplina). Tampoco se trata de reseñar aquí las

biografías de Kuhn y Popper, pero sí rescatar que ambos vivieron “casi todo” el siglo XX. Popper nace en Viena (1902 – 1994), filósofo. Kuhn nació en Estados Unidos (1922 - 1996), físico y filósofo de las ciencias.

El primero es el impulsor del “falsacionismo”, postura filosófica que considera que el punto de partida del conocimiento científico son las teorías y que el avance no se debe a que se compruebe que éstas son correctas, sino más bien, que al no serlo promueve la aparición de otra preposición, superadora de la anterior. Así las teorías se constituyen en hipótesis falsables, es decir, son conjeturas que van adquiriendo un rango superior en la medida que se sostienen en el tiempo y pueden ser contrastadas experimentalmente, tratando de resistir esa contrastación. La experimentación es la base de este proceso de corroboración o falsación, en su libro “la lógica de la investigación científica” (1980) afirma:

El hombre de ciencia, ya sea teórico o experimental, propone enunciados —o sistemas de enunciados— y los contrasta paso a paso. En particular, en el campo de las ciencias empíricas construye hipótesis —o sistemas de teorías— y las contrasta con la experiencia por medio de observaciones y experimentos. Según mi opinión, la tarea de la lógica de la investigación científica —o lógica del conocimiento— es ofrecer un análisis lógico de tal modo de proceder: esto es, analizar el método de las ciencias empíricas. Pág. 27

En palabras de los docentes resuena la frase: “la ciencia avanza por ensayo y error” en el que comprobar un enunciado, es un proceso metodológico, en el que se advierten ciertas secuencias de trabajo que en algunos textos de ciencias escolares se denominan “pasos del método científico”.

Pero ¿Qué debemos rescatar del trabajo de los científicos para “hacer ciencia” en la escuela (o en la universidad)? Que el conocimiento es provisorio, las leyes y teorías son sólo hipótesis que han resistido la corroboración experimental pero que en algún momento serán insuficientes y nuevas conjeturas se someterán a este proceso:

“[...] el método de contrastar críticamente las teorías y de escogerlas, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en su contraste, procede siempre del modo que indicamos a continuación. Una vez presentada a título provisional una nueva idea, aún no justificada en absoluto —sea una anticipación, una hipótesis, un sistema teórico o lo que se quiera—, se extraen conclusiones de ella por medio de una deducción lógica; estas conclusiones se comparan entre sí y con otros enunciados pertinentes, con objeto de hallar las relaciones lógicas (tales como equivalencia, deductibilidad, compatibilidad o incompatibilidad, etc.) que existan entre ellas.” (Op. Cit. pág. 32)

Así formular hipótesis y someterlas a comprobación es uno de los aspectos más importantes que podemos tomar de Popper para la enseñanza de las ciencias. Otro aspecto importante se vincula a las que denominaremos “recurrencias metodológicas”, ya que evitamos hablar de “un” método

científico pero sí se reconoce una secuencia procedimental que aporta fiabilidad al trabajo científico: *plantear hipótesis (a partir de los marcos teóricos) - diseñar experimentos - recolectar datos- contrastar los resultados con las hipótesis de partida-* .

Es aquí donde las TIC tienen un papel fundamental porque permiten trabajar con simuladores y laboratorios virtuales que permiten obtener una serie de datos. Pero eso es sólo una parte. Estas estrategias deben combinarse en una guía de actividades en que los estudiantes hayan tenido la posibilidad de discutir y a partir de una pregunta problema, plantear hipótesis. Finalmente se requiere un espacio de discusión en el que los resultados -obtenidos de la simulación o el experimento (también simulado)- sean comparados con las hipótesis iniciales. Con las TIC, es factible realizarlo en un escaso lapso de tiempo (más acorde con los cronogramas escolares y académicos).

Así como en el modelo empiroinductivista se reconoce el predominio de unas formas inductivas, en el que por observación se recolectan datos y se elaboran conclusiones de orden más general, este es un modelo al que llamaremos *hipotético deductivo*, porque las hipótesis que se han de generar, no parten de la nada, sino que tienen origen en las teorías que guían la observación, así desde unas conjeturas (leyes, teorías) de carácter general se deducen hipótesis que tienen un grado menor de generalización.

Por otro lado y simultáneamente a los trabajos de Popper, Kuhn causó una verdadera "revolución" con su obra "la estructura de las revoluciones científicas" (2004). El autor propone que las ciencias progresan a través de una secuencia que se repite en las comunidades científicas: *precencia – aparición de un paradigma- ciencia normal - anomalías- crisis- revolución- nuevo paradigma* (y el ciclo vuelve a comenzar).

Aquí nos detendremos para analizar algunos términos (conceptos) que se mencionan en el párrafo anterior y que es necesario discutir. El primero es la noción del término "paradigma", algunos críticos acusan al autor que se pueden encontrar más de diez o quince definiciones distintas en la propia obra de Kuhn. Sin embargo, creemos que esto no hace más que denotar la complejidad del concepto. A continuación, algunas definiciones (*Op.cit.*):

"Considero a éstos como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica". Pág. 13

"[...] 'paradigmas', término que se relaciona estrechamente con 'ciencia normal'. Al elegirlo, deseo sugerir que algunos ejemplos aceptados de la práctica científica real —ejemplos que incluyen, al mismo tiempo, ley, teoría, aplicación e instrumentación— proporcionan modelos de los que surgen tradiciones particularmente coherentes de investigación científica."Pág. 34

Podríamos seguir citando definiciones pero para fines didácticos, alcanza dimensionar que un paradigma alberga una dimensión teórica y una metodológica, que se constituye en la norma que regirá el trabajo de la comunidad científica en lo que Kuhn ha dado en llamar "ciencia normal". El paradigma también será la fuente de los problemas y de las soluciones. Cuando el paradigma no

puede dar respuesta (anomalías) o se agotan los problemas a investigar, se dice que los científicos pierden la confianza en el paradigma, se produce una crisis que culminará con una revolución en la que un nuevo paradigma emerge y es tomado por la comunidad científica.

Retomando los conceptos kuhnianos, la “comunidad científica”, adquiere una relevancia inusitada, ya que es la responsable de adscribir a un paradigma, de ponerlo en duda, defenderlo o cambiarlo. En esta elección de paradigma, Kuhn considera que hay razones objetivas pero también subjetivas que hacen que un grupo, al que denomina “comunidad científica” realice su elección:

“Los hombres cuya investigación se basa en paradigmas compartidos están sujetos a las mismas reglas y normas para la práctica científica. Este compromiso y el consentimiento aparente que provoca son requisitos previos para la ciencia normal, es decir, para la génesis y la continuación de una tradición particular de la investigación científica.” (Kuhn, 2004) pág. 34

Esas razones subjetivas pueden ser de distinta índole: social, política, económica, psicológica, etc. Esto abre las puertas a la sociología que hasta ahora sólo daba cuenta de las cuestiones científicas que salían mal, para las correctas estaba la epistemología. El lector se podrá imaginar que esta discusión aun hoy continua vigente y las posiciones más radicalizadas de la filosofía de la ciencia (Mario Bunge) consideran casi un “disparate” a las nuevas concepciones epistemológicas. La discusión que subyace es la vieja idea del “criterio de demarcación” de los positivistas en el que se considera que el conocimiento científico es una forma de conocimiento “especial” diferente a otras formas de conocimiento que sólo se alcanza a través del “método científico”.

Más allá de cuál sea su postura personal al respecto, seguramente estará de acuerdo que es importante ofrecer una pluralidad epistemológica a los estudiantes. Allegados a este punto, las posiciones centradas sólo en una concepción epistemológica limitan y condicionan.

Kuhn también hace referencia a dos momentos bien diferenciados, uno el de ciencia normal:

“ ciencia normal [...] en la medida en que los trabajos de investigación normal pueden llevarse a cabo mediante el empleo del paradigma como modelo, no es preciso expresar de manera explícita las reglas y las suposiciones la ciencia normal mantiene habitualmente apartada a la filosofía creadora y es probable que tenga buenas razones para ello. En la medida en que los trabajos de investigación normal pueden llevarse a cabo mediante el empleo del paradigma como modelo, no es preciso expresar de manera explícita las reglas y las suposiciones.”

El paradigma se constituye en la norma y el modelo a seguir, buena parte del tiempo escolar y académico transcurren como “ciencia normal”.

La ciencia extraordinaria la constituyen los momentos en que ocurren las crisis y la revolución que no es más que la asunción de un nuevo paradigma:

“Las crisis debilitan los estereotipos y, simultáneamente, proporcionan los datos adicionales necesarios para un cambio de paradigma fundamental”.

Desde lo pedagógico didáctico en las clases de ciencias, se recrea ciencia normal y en algunas ocasiones ciencia extraordinaria.

Una vez más las TIC posibilitan trabajar con distintos paradigmas, compararlos, y reconocer los límites y aplicaciones de cada uno. Por ejemplo, en el caso de la distribución electrónica, los simuladores se sustentan en paradigmas diferentes (unos más cercanos a Bohr y otros a la mecánica cuántica). El uso de simuladores (TIC), es interesante ya que permite a los docentes poner en evidencia que estos se sustentan en modelos teóricos –paradigmas- y que tanto uno como otros tienen limitaciones y un rango acotado de aplicación.

El trabajo en grupos es imprescindible en las clases de ciencias ya que las discusiones, el intercambio de opinión, la confrontación de distintos puntos de vista en torno al problema en estudio, no hace más que promover aprendizajes en torno a un paradigma, las TIC facilitan el acceso a una gran cantidad de información que está disponible en la red y provee además otras herramientas de aprendizaje colaborativo (ej: wikis). De esta manera, el problema puede ser construido por los estudiantes, cotejado con información y/o simulado experimentalmente. Los foros de discusión posibilitan los encuentros entre estudiantes aunque no estén en el mismo lugar geográfico ni en el mismo momento. También facilita formas de comunicar la información por distintos medios (blogs, facebook, revistas electrónicas, etc.) considerando la importancia de un lenguaje público de la ciencia que respeta ciertas normas para hacerlo legible a todos los actores.

Las TIC también permiten recuperar hechos históricos asociados a cambios paradigmáticos, lo que permite dar cuenta de un proceso de construcción del conocimiento influido por cuestiones sociales, políticas, etc.

FILOSOFÍA DE LAS PRÁCTICAS CIENTÍFICAS ¿LA FILOSOFÍA QUE SE VIENE?

La filosofía de la ciencia del siglo XX se centró principalmente en el conocimiento científico ya elaborado (teorías, leyes). Siguiendo la distinción entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación, se puso el énfasis en este último. Generando una “falta de atención” al contexto de descubrimiento, en el que se sitúan las prácticas científicas. Estos estudios, tienden a cuestionar la idea de que para entender y explicar la ciencia basta con reflexionar sobre la relación entre evidencia y teoría (Esteban y Martínez, 2008).

La noción de práctica se usa de diversas maneras, podríamos considerar que una práctica es un conjunto de actitudes proposicionales tácitas que permiten explicar porqué hay una manera común de realizar una tarea. Se aproxima, a la idea de ocupación y actividad conjunta, las actividades conjuntas definen el medio social de las acciones por lo tanto son consideradas agentes de socialización ya que

el individuo al participar de estas actividades se apropia del propósito, los materiales y los métodos que las animan. Poseen una pauta normativa que no siempre es explícita (Esteban y Martínez, 2008).

Sin embargo la discusión en términos de prácticas ha crecido durante los últimos años del siglo XX en el que se establecen las bases conceptuales de una *“filosofía de la práctica científica”*.

Echeverría (1995) distingue cuatro contextos de la actividad científica: *innovación, evaluación, aplicación, educación*.

Para entender un enunciado científico hay que haber aprendido unos sistemas de complejos conocimientos teórico y prácticos, sin los cuales no hay posibilidad de entender, ni justificar, ni tampoco aplicar el conocimiento científico: *“no hay intelección científica sin aprendizaje previo”* (Echeverría 1995). Así la enseñanza de las ciencias es el primer ámbito en el que la actividad científica tiene vigencia. Actividad que incluye la enseñanza y el aprendizaje de sistemas conceptuales y lingüísticos como así también, técnicas operatorias, problemas, manejo del instrumental, etc. Es necesario dotar a los alumnos de habilidades en el manejo de todos esos sistemas. Pero si sólo nos limitamos al contexto de educación no estamos formando científicamente a los estudiantes, sólo le estamos proveyendo de un conjunto de conceptos y procedimientos.

Desde el momento que la ciencia se concibe como actividad y no solo como conocimiento es necesario caracterizar las acciones científicas y si consideramos los cuatro contextos antes mencionados, la práctica científica abarca actividades muy variadas, así la enseñanza de las ciencias demanda:

- Enseñar/aprender a ver fenómenos interesantes desde el punto de vista de la ciencia.
- Enseñar/aprender a manejar equipamiento en los laboratorios. (instrumentos de medida, de observación, etc.)
- Enseñar/aprender a operar con una determinada notación (física, química) o con un determinado aparato (de simulación, de tratamiento de datos; etc.)
- Enseñar/aprender una determinada teoría.
- Elaborar y usar materiales docentes específicamente diseñados para los estudiantes y los profesores (libros de textos, ejercicios prácticos, etc.).
- Introducir nuevos métodos y contenidos para la enseñanza y la difusión de la ciencia
- Evaluar el resultado de todas estas acciones educativas.

El giro praxiológico, día a día, está adquiriendo más relevancia (Guyot, Becerra Batán, (2005):

“Desde el momento que el hombre tomó conciencia de su propio pensar, se presentó la diferencia entre dos modos de vincularse con la realidad; una a nivel del pensamiento, problematizando, interrogando, buscando explicar y comprender los acontecimientos con los que debía enfrentarse; otra, a nivel de la acción de las necesarias intervenciones para modificar la realidad natural y social, de acuerdo a sus necesidades y propósitos. Pronto, la filosofía establecería diferenciaciones más precisas, tratando de ofrecer respuestas a los múltiples asombros que producían las

relaciones entre el orden de las ideas y el orden de los hechos, entre el conocer y el obrar, entre el pensar y el hacer. Asombros que se fueron alimentando a medida que se desarrollaba la capacidad racional en el campo de la filosofía teórica y la necesaria reflexión en el territorio de la filosofía práctica.

CÓMO APRENDE EL QUE APRENDE

Ya en el siglo XXI las concepciones constructivistas del aprendizaje se dan por sentadas, superando visiones conductistas, los marcos conceptuales del estudiante son consideradas el punto de partida de cualquier aprendizaje. Sin embargo, debajo del paraguas constructivista, se encuentran posiciones teóricas que convergen en algunos aspectos tales como la importancia de las ideas previas de los sujetos, los educandos como actores principales y activos constructores de los saberes, el docente como guía y orientador del proceso. Sin embargo, hay divergencias a la hora de dar cuenta de cómo se aprende, el lector advertirá que no hay una sola voz sino más bien una pluralidad. En este capítulo haremos foco en dos autores David Ausubel (Estados Unidos, 1908 – 2008, psicólogo y psicopedagogo) y Lev Vygotsky (Bielrussia 1896 -1934, estudió medicina, derecho, literatura y psicología).

Una brevísima mención a Jean Piaget (Suiza, 1896 – 1980, psicólogo, biólogo) y su epistemología genética, si bien su teoría no es una teoría de aprendizaje sino más bien de la inteligencia, ha sido ampliamente difundida en la formación inicial de profesores y maestros en la Argentina. Desde esta perspectiva el aprendizaje es considerado como un proceso constructivo interno, personal y activo, que tiene en cuenta las estructuras mentales del que aprende (Nieda y Macedo, 1997):

Las investigaciones del psicólogo y epistemólogo suizo Piaget constituyen una importante aportación para explicar cómo se produce el conocimiento en general y el científico en particular. Marcan el inicio de una concepción constructivista del aprendizaje que se entiende como un proceso de construcción interno, activo e individual. El desarrollo cognitivo supone la adquisición sucesiva de estructuras mentales cada vez más complejas; dichas estructuras se van adquiriendo evolutivamente en sucesivas fases o estadios, caracterizados cada uno por un determinado nivel de su desarrollo.

Según Piaget, entre los 7 y 11 años se consolidan estructuras cognitivas de pensamiento concreto, es decir, los alumnos interpretan la realidad estableciendo relaciones de comparación, seriación y clasificación. Precisan continuamente manipular la realidad y tienen dificultades para razonar de manera abstracta, pues están muy condicionados por los aspectos más observables y figurativos.

En la adolescencia, a partir de los 12 años, se empieza a razonar de manera más abstracta y se pueden utilizar representaciones de la realidad sin manipularla directamente. Comienza lo que el autor denomina pensamiento formal. Las habilidades intelectuales que caracterizan esta etapa están íntimamente relacionadas con los requerimientos que se exigen para el aprendizaje de las ciencias. Se es capaz de comprobar hipótesis, controlar variables o utilizar el cálculo combinatorio.

Esta consideración hizo pensar que el aprendizaje científico sólo era posible si los alumnos habían adquirido el nivel de desarrollo formal.

EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE AUSUBEL

David Ausubel, postula la teoría del aprendizaje significativo considerando que “las ideas expresadas simbólicamente interactúan de manera *sustantiva y no arbitraria* con lo que el estudiante ya sabe. *Sustantiva* quiere decir no literal, que no es al pie de la letra, y *no arbitraria* significa que la interacción no se produce con cualquier idea previa, sino con algún conocimiento específicamente relevante ya existente en la estructura cognitiva del sujeto que aprende” (Moreira, Caballero y Rodríguez, 1997).

La estructura cognitiva está jerárquicamente organizada, de lo general a lo particular y lejos de ser estática, es muy cambiante y dinámica. Así para que ocurra un nuevo aprendizaje, que puede ser, por ejemplo, un símbolo, un concepto, una proposición, un modelo mental, una imagen; se requiere de un *subsumidor, subsunso* o *idea-ancla*. Un *Subsumidor* es la denominación que se da a un conocimiento específico, existente en la estructura de conocimientos del individuo, que permite darle significado a un nuevo conocimiento. Esta *idea-ancla* puede tener mayor o menor estabilidad cognitiva, puede estar más o menos diferenciada. En ese proceso, los nuevos conocimientos adquieren significado para el sujeto y los conocimientos previos adquieren nuevos significados o mayor estabilidad cognitiva.

Ausubel distingue el aprendizaje de representaciones, de conceptos y de proposiciones (*Op.cit.*):

El aprendizaje significativo más básico es el aprendizaje del significado de símbolos individuales (típicamente palabras) o aprendizaje de lo que ellas representan. [...] [se denomina] aprendizaje representacional a este aprendizaje significativo. El aprendizaje de conceptos, o aprendizaje conceptual, es un caso especial, y muy importante, de aprendizaje representacional, pues los conceptos también se representan por símbolos individuales. Sin embargo, en este caso son representaciones genéricas o categoriales. Es preciso distinguir entre aprender lo que significa la palabra-concepto, o sea, aprender qué concepto está representado por una palabra dada y aprender el significado del concepto. El aprendizaje proposicional, a su vez, se refiere a los significados de ideas expresadas por grupos de palabras (generalmente representando conceptos) combinadas en proposiciones o sentencias.

Ausubel reconoce unos procesos que hacen que la estructura cognitiva cambie y se modifique: *diferenciación progresiva y reconciliación integradora* (Nieda y Macedo, 1997):

“La diferenciación progresiva significa que a lo largo del tiempo los conceptos van ampliando su significado así como su ámbito de aplicación. Con la reconciliación integradora se establecen progresivamente nuevas relaciones entre conjuntos de conceptos. Las personas expertas parecen caracterizarse por tener más conceptos integrados en sus estructuras y poseer mayor número de vínculos y jerarquías entre ellos.”

Para que ocurran aprendizajes significativos los materiales didácticos deben estar estructurados respetando una jerarquía conceptual, desde los más generales e inclusivos a los más simples. Esto favorecerá una organización de las actividades que respeta la estructura psicológica del estudiante.

En el ámbito educativo esto se refleja en la enorme difusión que han tenido los mapas conceptuales, constituyéndose en una herramienta útil como organizador previo (lo elabora el docente) pero también en diferentes momentos del proceso de enseñanza aprendizaje, son los estudiantes los que diseñan sus propios mapas como actividad autoevaluativa en el que los aprendices deben reflexionar sobre los conceptos y el modo de relacionarlos, lo que le permite al docente interpretar “la imagen momentánea” de cada estudiante. Con el advenimiento de las TIC y las netbooks en el aula, el diseño de mapas conceptuales se ha tornado muy sencillo con herramientas como el power point, procesadores de texto y con algunos softwares específicos de descarga gratuito como *CmapTools*.

LA TEORÍA SOCIO-HISTÓRICA DE VYGOTSKY

Lev Vygotsky nació el mismo año que Piaget, sin embargo el primero murió muy joven y dado el contexto de su país, su obra permaneció casi en silencio para occidente, sin embargo ya en las últimas décadas del siglo pasado resurge constituyendo “el “núcleo” duro de los enfoques constructivistas y socioculturales actuales” (Baquero y Limón Luque, 2011).

El trabajo de Vygotsky intenta explicar el surgimiento de las formas consientes y voluntarias de regulación de la actividad psicológica mediante instrumentos como el lenguaje en sistemas de interacción social como la crianza y la educación formal.

Así como las herramientas físicas modifican el entorno material, las herramientas psicológicas (o semióticas) como el lenguaje humano, permitirían regular el comportamiento psicológico de los otros y el propio (Nieda y Macedo, 1997):

Vygotsky propone también la idea de la doble formación (Martín 1992), al defender que toda función cognitiva aparece primero en el plano interpersonal y posteriormente se reconstruye en el plano intrapersonal. Es decir, se aprende en interacción con los demás y se produce el desarrollo cuando internamente se controla el proceso, integrando las nuevas competencias a la estructura cognitiva.

Si toda función aparece primero en el plano intersíquico y después en el intrapsíquico y para explicar cómo opera la transición de lo social a lo individual y cómo se relacionan ambos planos nos remitiremos a los conceptos de interiorización (o internalización), apropiación, y zona de desarrollo próximo (ZDP).

Para Vygotsky la interiorización es la reconstrucción a nivel intrapsicológico de una operación interpsicológica, gracias a las acciones con signos. No se trata de una copia o transferencia, sino de un proceso transformativo que conlleva cambios en las estructuras y funciones que se interiorizan (Wertsch, 1988):

“La apropiación se da en la participación, al tiempo que el individuo cambia para involucrarse en la situación y esta participación contribuye tanto a la dirección que toma el acontecimiento como a la preparación del individuo para otros acontecimientos similares. La apropiación es, en sí misma, un proceso de transformación, un cambio que resulta de la propia participación. La participación implica la puesta en marcha de esfuerzos creativos de comprensión y contribuye a la actividad social que, por su propia naturaleza, implica la construcción de puentes entre las muy diferentes formas de entender una situación. La comunicación y los esfuerzos compartidos implican siempre ajustes entre los participantes (con diversos niveles de asimetría) para ampliar la comprensión común, con el fin de adaptarse a las perspectivas nuevas que puedan surgir en el esfuerzo compartido”.

Para Vygotsky, el área de desarrollo real hace referencia a lo que el niño es capaz de realizar sin la ayuda de otro, por sí mismo; mientras que el área de desarrollo potencial es definida como la diferencia que existe entre las tareas que el niño puede realizar por sí solo y aquellas que puede hacer con la ayuda de, o en cooperación con, otra persona más capaz.

Así la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) según Wertsch (1988):

- *No constituye una propiedad del individuo es sí, ni del dominio interpsicológico, sino de ambos: estará determinada conjuntamente por el nivel de desarrollo de la persona y las formas implicadas en el desarrollo de la actividad. Serían las actividades educativas las que crean la zona de desarrollo próximo.*
- *La ZDP supone una conciencia conjunta de los participantes sobre una tarea o actividad en la que colaboran para la resolución de un problema. Si bien es probable que los participantes no compartan inicialmente una misma definición de la tarea en cuestión, sus definiciones respectivas se irán aproximando en el curso de la interacción.*
- *La ZDP no es una zona estática, sino dinámica, donde cada paso es una construcción interactiva específica de ese momento, que abre, a su vez, distintos cursos de evolución futuros. El adulto en estas situaciones se ocupará de controlar el centro de atención y mantener los segmentos de la tarea en un nivel de complejidad adecuado a las posibilidades.*
- *Ambos participantes desempeñan un papel activo que condiciona el carácter dinámico de la ZDP. La intervención de todos los participantes en la actividad es fundamental.*

Las TIC, portadoras de nuevos lenguajes se convierten así en una herramienta formidable para favorecer nuevos aprendizajes, permitiendo dar cuenta del acervo cultural de la humanidad a solo un

“clic” o un “touch”. Los docentes se constituyen en actores imprescindibles en este escenario en su carácter de guía y orientador en la ZDP. La interacción con “otros” que pueden ser pares o sujetos remotamente situados, con los cuales se puede coincidir en un foro virtual, en una wiki, etc. dando lugar a los procesos de construcción colectiva de los saberes. Sin olvidar la interiorización, de la que el estudiante deberá dar cuenta de manera individual al docente, una herramienta útil es el uso de rúbricas para auto evaluación y co-evaluación. Estas pueden elaborarse por el grupo clase con la guía del docente, pudiendo estar alojadas en el aula virtual o un blog del docente, pueden ser distribuidas por e-mail o descargadas del facebook del profesor, etc.

LA RELEVANCIA DE LOS CONTENIDOS Y LA FINALIDAD DE LA CIENCIA QUE SE ENSEÑAN

En la segunda mitad del siglo XX, en gran medida gracias a la obra de Tomas Kuhn que provoca un giro epistemológico dando acceso a componentes sociales; las ciencias son consideradas una actividad como cualquier otra y por ende susceptible de ser estudiada desde la sociología. Así desde Merton hasta Bourdieu, pasando por Latour, Knorr Cetina, etc. dan cuenta del carácter social del conocimiento científico (Kreimer, 1999).

La utilidad social de los conocimientos científicos, la capacidad que éstos tienen de convertirse en un recurso para otros actores ajenos al campo científico, es uno de los ejes centrales en torno del cual se desarrollan las reflexiones sobre las relaciones entre ciencia y sociedad. La capacidad de los conocimientos científicos de convertirse en un recurso concreto depende de la apropiación que de ellos se haga. Estas “cadenas de apropiación” involucran a múltiples actores e instituciones.

Así el problema de la utilidad de los conocimientos científicos puede realizarse en tres niveles de análisis cuyo eje son las relaciones entre la producción de conocimiento y su apropiación (Olivier, 2003):

a. *Nivel macrosocial*: donde la utilidad es pensada en términos históricos en relación con el desarrollo del orden social: Desde ciertos sectores se postula a la ciencia y la tecnología como los motores del progreso económico y social, otros, ponen en cuestión el desarrollo científico; ya sea por las consecuencias ambientales, por las cuestiones éticas que plantea, pero también por cuáles son los sectores sociales beneficiados por su desarrollo. Preguntas tales como ¿De quién es la ciencia? ¿Quiénes la financia? ¿Quiénes se beneficia o se perjudican con ella? Son respondidas por la sociología.

La primera forma de Sociología de la Ciencia se inspira en la escuela estructural funcionalista americana, en la que los sociólogos se preguntan acerca de los principios que regulan la actividad de la investigación científica y si existen normas que organizan el espacio científico. Robert Merton fue el máximo exponente.

El concepto más importante en la formulación de Merton sobre la sociología de la ciencia es la existencia de un *ethos* científico en el que se establece cuáles son las normas que guían el comportamiento de los científicos y que estructuran la ciencia en tanto actividad social, de acuerdo con esta posición define cuatro principios (Kreimer, 1999; Olivier, 2003): **Universalismo**. Los científicos adhieren al carácter internacional, impersonal y prácticamente anónimo de la ciencia. Para eso los criterios de evaluación de los trabajos científicos deben ser intersubjetivos, conocidos por todos y no

depender de circunstancias o personas. El rechazo o aceptación de enunciados científicos no depende de la raza, del sexo, de la nacionalidad e incluso de la religión de quien lo enuncia. Brega por la designación anónima y neutra de árbitros. Otra norma se refiere al **comunalismo (o comunismo)**, que asegura que todos los productos de la investigación científica son bienes colectivos y la ciencia es el resultado de una colaboración, de un esfuerzo cooperativo y constituye un patrimonio público. Una tercera norma se refiere al **desinterés**, por lo que asegura que el científico trabaja olvidando sus intereses personales, sus motivaciones extra científicas y está dedicado a la búsqueda de la verdad. Por último, el **escepticismo organizado**, impide que los resultados sean prematuramente aceptados, garantizando que éstos deben ser sometidos a profundos exámenes críticos antes de ser validados como conocimientos adquiridos.

El conjunto de esas cuatro normas conforman el “*ethos científico moderno*” constituyéndose en los principios éticos y morales que deben guiar la acción del científico y la estructura social de la ciencia actuando como los principios organizadores de la vida de las instituciones científicas. El respeto a esas normas asegura que los resultados producidos sean un saber científico riguroso, un conocimiento certificado y racional. Además, el cumplimiento de esas normas, le aseguran a la comunidad científica no estar totalmente sometida a las exigencias de la sociedad, de la economía o del desarrollo industrial, constituyendo un subsistema autónomo en la sociedad.

b. *Nivel institucional*: se analiza la forma en que los entornos institucionales alientan u obstaculizan los procesos de apropiación del conocimiento. En este nivel se deja de tomar como referencia a la estructura social en su conjunto y se concentra en el comportamiento de determinadas instituciones. Parte de la premisa que las relaciones ciencia y sociedad sirven para mejorar las capacidades (económicas, militares, sanitarias, etc.) de una sociedad determinada. Se favorecen procesos de apropiación efectivos (incentivos de promoción, regulatorios, etc.). Se adopta un modelo institucional lineal en que a los nuevos conocimientos les siguen desarrollos tecnológicos basados en ellos. A partir de los 70’ una nueva concepción destaca la importancia de los agentes privados como los principales responsables de los procesos de innovación. Sistemas Nacionales de Innovación, se imponen parámetros para el desarrollo y surgen las relaciones Universidad, Estado e industria (Oficinas de vinculación, incubadoras de empresas).

c. *Nivel centrado en la interacción entre los productores de conocimiento en que la utilidad es el resultado de procesos concretos de apropiación*: Abriendo las “cajas negras”. Bruno Latour en *La vida en el laboratorio* (1986), se centra en dos cuestiones principales, la primera, en cómo se construyen los hechos en el laboratorio, para ello recurre a un criterio de “*inscripción gráfica*” que le permita poner orden en el caótico mundo de datos con los que se encuentran los científicos. La segunda, pretende responder a cuáles son las diferencias, si las hay, entre la construcción de los hechos y la construcción de las explicaciones. Describe cómo el proceso de construcción es a la vez un “*proceso de inversión*” en el que la construcción del hecho, paulatinamente se va despojando de las explicaciones a las que apelaron los científicos para “convencer a otros” hasta constituirse en el “*hecho*”. Un rasgo importante de la construcción de un hecho científico es el proceso mediante el que desaparecen los factores “sociales” una vez que éste queda establecido. Los propios científicos retienen de manera preferente la existencia de factores sociales allí donde se considera que las cosas científicas han ido mal.

Estos niveles no sólo hacen referencia al orden de magnitud del foco de los temas abordados por la sociología, sino que constituyen una secuencia cronológica de los problemas de investigación sociológica. A la vez, se advierte una paulatina deconstrucción de la neutralidad de la ciencia a una ciencia situada y contextualizada socialmente.

En el ámbito académico/escolar es factible identificar el valor que se le otorga al conocimiento científico en términos de intenciones o finalidades, que pueden ser explícitas o implícitas (Acevedo et al., 2005)

En los documentos oficiales (Consejo federal de Cultura y Educación, Jurisdicción Córdoba, informes de evaluación CONEAU) se reconoce la importancia de alfabetizar científicamente y tecnológicamente como así también la necesidad de seleccionar contenidos científicos relevantes socialmente, sin embargo, no se aclara qué se entiende por **relevancia**. Siguiendo algunas investigaciones (Aikenhead, 2003), La relevancia de la ciencia escolar se constituye en un hecho social. Se reconoce que el término “relevante” tiene dos dimensiones preponderantes: ¿relevantes para quién? y ¿relevantes para qué? (Aikenhead 2003).

Considerar la relevancia nos lleva a preguntarnos sobre la finalidad de la ciencia que enseñamos, de los contenidos que seleccionamos y de las actividades que implementamos. Sin embargo, no siempre es tan explícito. Algunos docentes sencillamente no cuestionan, acatan, otros lo ignoran asumiendo que “harán lo que quieran, más allá de las normativas” y otros prefieren mantenerse en una postura neutral alegando que los conocimientos científicos son ahistóricos y apolíticos. Sea cual sea la posición tomada, siempre que se enseña, prevalece una finalidad (o varias). Hacerla visible en las clases favorecería la discusión sobre las ciencias, los modos de producción de los conocimientos científicos y el valor social de las ciencias (Acevedo Díaz y García Carmona, 2016):

La clave, como en otros casos de didáctica de las ciencias, está en la formación que se dé al profesorado y, ligado a ello, en su concepción del currículo de ciencia escolar e implementación en el aula. Así, una comprensión básica de más aspectos de la naturaleza del conocimiento científico permitirá al profesorado decidir, entre ese espectro, cuáles son los aspectos más apropiados a tratar en los diferentes contenidos de ciencia escolar. Tal comprensión podría propiciar, además, que el profesorado promueva la construcción de conocimientos escolares más en sintonía con lo que sucede en la comunidad científica, pese a las limitaciones propias del ámbito educativo. Por ejemplo, la idea de que los científicos discuten, pueden tener opiniones diferentes, etc., sugiere enfoques que promuevan en clase actividades de ciencia escolar basadas en la discusión de ideas, el respeto a las valoraciones de los demás, la necesidad de hacer comprobaciones para consensuar qué conclusión es la más adecuada, etc. Asimismo, la comprensión de que el desarrollo de la ciencia está condicionado por los intereses de la sociedad en cada momento, fomenta que el alumnado pueda tomar decisiones sobre qué problemas o cuestiones pueden ser más interesantes para tratar en clase.

En este apartado nos centraremos en las concepciones docentes referida a la finalidad de la ciencia que enseñamos, ésta se construye muy vinculada a la propia trayectoria escolar, formativa y laboral de cada uno, al conjugarse con los posicionamientos ideológicos, políticos y religiosos

conforma el propósito o la intencionalidad que hemos dado en llamar “finalidad” de la ciencia que se enseña. Aikenhead (2003) propone una serie de categorías para cada tipo de ciencia escolar según su finalidad como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1: Finalidades de la ciencia aportadas por Aikenhead (2003)

Ciencia propedéutica	La finalidad es propedéutica, centrada en los contenidos más convencionales y ortodoxos de la ciencia, tendiente a formar a aquellos que proseguirán estudios superiores.
Ciencia social:	Formar personas en ciencia y tecnología para que puedan enfrentarse en la vida cotidiana a cuestiones tecnocientíficas de interés público y tomar decisiones racionales sobre ellas. Se centra en el funcionamiento de la tecnología actual. Es una ciencia que facilita el ejercicio de la ciudadanía democrática mediante la acción social.
Ciencia funcional:	Necesaria para trabajar en empresas y puestos de trabajo relacionados con la ciencia y la tecnología. Los contenidos convencionales se subordinan a la adquisición de capacidades más generales, útiles para el ejercicio profesional.
Ciencia seductora:	La que se presenta en los medios de comunicación de masas: documentales de televisión, revistas de divulgación científica, Internet. Consigue audiencia mediante el espectáculo y el sensacionalismo, lo que contribuye a mostrar una imagen estereotipada de la ciencia y la tecnología
Ciencia doméstica:	Esencialmente práctica, es deseada por su utilidad y aplicación para la vida cotidiana. Incluye los contenidos transversales (salud, consumo, nutrición, educación sexual).
Ciencia curiosa:	Surge de la propia curiosidad y, por lo tanto está muy ligada a la idiosincrasia personal y cultural. Presta especial atención a los temas de C y T que más puede interesar a los propios estudiantes, por lo que son ellos quienes deberían decidir lo que es relevante.
Ciencia cultural:	Promueve contenidos interdisciplinarios más centrados en la cultura de la sociedad que en las propias disciplinas científicas. Los hábitos culturales de la sociedad donde viven los estudiantes se toman como referencia para decidir lo que es relevante en la enseñanza de las ciencias.

Seguramente la Tabla 1 resulte inacabada e insuficiente a la hora de definir cuál o cuáles son las finalidades de la ciencia que cada uno enseña, lo importante es cuestionarnos al respecto y explicitarlo, dando margen a que en la diversidad de docentes, haya múltiples voces. A su vez, la finalidad de la ciencia del docente incide en la selección de los contenidos que realiza y en las actividades que diseña y/o implementa.

Con las TIC en el aula, se facilita el hacer lugar a diversas posturas, a textos que abordan un mismo concepto desde concepciones diferentes y dependerá de cuan creativos y flexibles sean los docentes en el diseño de las actividades para promover diversas finalidades de las ciencias en los estudiantes. Una consecuencia importante es promover estudiantes capaces de ser “buenos

navegantes en la red”, en el sentido que sean capaces de discernir los fines, las intencionalidades que hay “detrás” de las, páginas, sitios, wikis, etc. de ciencias (o de cualquier otro dominio) que encuentran en la web.

Para finalizar, se espera que el lector de este capítulo pueda (re)dimensionar cuan imprescindible resulta el docente en el proceso de enseñanza aprendizaje con TIC. Los profesores son irremplazables a la hora de articular los saberes, promover aprendizajes, en la identificación de propósitos y en la construcción que cada estudiante haga respecto del saber, del saber hacer y del saber ser como un ciudadano comprometido con su entorno. Son los docentes los que promueven una formación integral de los estudiantes como personas. Las máquinas, son herramientas de orden material en términos vygostskyanos, que no pueden hacer en las mentes, lo que la multiplicidad de lenguajes logra en la interacción con los otros y hacia el interior de la mente de cada uno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J.A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J.M., Acevedo, P., Paixão, M.F. y Manassero, M.A. (2005). *Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 121-140.

Acevedo Díaz, J.A. y García Carmona, A. (2016). “Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado”. *Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (1), 3-19.

Aikenhead, G.S. (2003). *Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula*. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): *Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands.

Chalmers, A. (1984) *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Siglo XXI, Buenos Aires. Argentina.

Coll, C. (1994). *Psicología y Currículum. Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum escolar*. Paidós, Barcelona.

Baquero, R. y Limón Luque, M. (2011). *Introducción a la psicología del aprendizaje escolar*. 1ra edición. Bernal: Editorial Universidad Nacional de Quilmes (cuadernos universitarios).

Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la Ciencia*. 2da. Edición. Madrid: Ediciones Akal.

Esteban, J. M. y Martínez, S. (2008). *Normas y prácticas en la ciencia*. Primera edición. México, DF: Universidad Autónoma de México.

Flores Camacho, F.; Gallegos Cázares, L.; Bonilla, X.; López, L. y García, B. (2007). *Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de biología del nivel secundario*. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12 (32).

García, M.B.; Mateos Sanz, M. y Villanova, S.L. (2011) *Contenido y naturaleza de las concepciones de profesores universitarios de biología sobre el conocimiento científico* *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 23-39.

Guyot, V. Becerra Batallan M. (2005). *La Epistemología y las prácticas del conocimiento. Epistemología e historia de la ciencia. Selección de trabajos de las XV Jornadas* 11 (1). Faas, Saal y Velasco Editores. UNC. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Kreimer, P. (1999). *De probetas, computadoras y ratones*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Kuhn, T. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. 1ra Edición. 8va. Reimpresión. Buenos

Aires: Fondo de Cultura económica.

Latour, B. (1986). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza Editorial.

Moreira, M.A.; Caballero, M.C. y Rodríguez, M.L. (1997). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. pp. 19-44.

Nieda, J. y Macedo, B. (1997). *Un Currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. Biblioteca Virtual de la OEI <http://www.oei.org.co/oeivirt/index.html>.

Olivier, M. (2003). *Sociología de las Ciencias*. Buenos Aires: Ediciones nueva visión.

Popper, K. (1980). *La lógica de la investigación científica*. Primera edición. 5ta reimpresión. Madrid: Tecnos.

Stone Wiske, M. (2006). *Enseñar para la comprensión*. Primera edición. Buenos Aires: Editorial Paidós.

Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y Lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*. Primera edición. Buenos Aires: Ediciones Fausto.

Wertsch, J. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.

PARA SEGUIR LEYENDO...

Se recomiendan:

1) Acevedo Díaz, J.A. y García Carmona, A. (2016). "Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado". *Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 13 (1), 3-19.

2) Eder, María Laura; Adúriz-Bravo, Agustín la explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: aproximaciones epistemológica y didáctica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), vol. 4, núm. 2, julio-diciembre, 2008, pp. 101-133 <http://www.redalyc.org/pdf/1341/134112597007.pdf>

3) Latour, B. (2012) *Cogitamus - Seis Cartas Sobre Las Humanidades Científicas*. Paidós. Buenos Aires
La primera lectura sugerida hace hincapié en el aspecto quizás más descuidado de la ciencia que enseñamos tales como los aspectos sociológicos.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/

En el sitio del Grupo Grecia, equipo de investigación especializado en Enseñanza de las Ciencias y dirigido por el Dr. Mario Quintanilla, se ofrecen recursos didácticos que pueden implementarse en las aulas, como así también los resultados de sus trabajos de investigación que favorecen la reflexión teórica y/o la aproximación a nuevos temas disciplinares que deben ser abordados en el ámbito escolar.

<http://cefiec.fcen.uba.ar/cms/>

Es el sitio del Instituto de Investigaciones en Didáctica de las Ciencias Naturales y la Matemática dirigido por el Dr. Agustín Adúriz Bravo, se referencian las líneas de investigación que se llevan adelante así como también las actividades académicas y de formación docente que se realizan.

AULAS VIRTUALES, AULAS SIN PAREDES... ENTORNOS DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE

Rosanna Forestello y Mónica Gallino

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba

¿QUÉ ES UN AULA?

Hablar de aulas virtuales es un tema que merece una mirada histórica para comprender su esencia intrínseca. En primer lugar, es necesario reconsiderar el término *aula* que aparece ligado a los procesos de institucionalización en relación con el ámbito pedagógico para luego clarificar el concepto de virtualidad y su especificación en la actualidad.

Desde esta perspectiva nos remite en nuestro imaginario cultural, a la enseñanza, a la educación, en un espacio cerrado. Sin embargo, en los inicios ésta se departía en espacios abiertos con pedagogos u orientadores que tenían niños o jóvenes a su cargo con fines formativos.

Es, en la modernidad, en la que se comienza a formalizar el proceso educativo con fines explícitos y espacios determinados a tal fin y respondiendo a una necesidad social. El surgimiento del *estatuto de la infancia* en el siglo XV –reconocimiento de la niñez como tal–, hace que se ponga especial atención en la instrucción de los mismos. Así podemos observar la posición de la iglesia católica en la constitución de espacios propios de enseñanza en lo que hoy llamamos escuela elemental y en la necesidad de “cuidarlo”, “vigilarlo” y “disciplinarlo” (Varela, 1992).

En el siglo XVI, con el desarrollo de los estados modernos y la industrialización, se hace hincapié en la regulación del espacio y el tiempo, dos aspectos cuya evolución histórica inciden en la construcción social y cultural de la mano con los avances tecnológicos. *“Medir y regular el tiempo de una determinada forma implica no sólo relacionar los acontecimientos de un modo específico sino también percibirlos y vivirlos de un modo peculiar”* (Varela, 1992).

Los modelos de pensamiento se comienzan a construir desde la subjetividad estructurada en las relaciones de poder organizacional y de saberes que se consideran legítimos. La práctica pedagógica se conforma en función de métodos, materiales, ritmos, periodicidad y formas de vivir: el estilo del buen individuo-ciudadano-civilizado.

El aula como espacio cerrado con bancos inamovibles y frente a la pizarra; los niños y jóvenes en fila uniformados y bajo la mirada de un único maestro; la división en edades; la currícula que se expresa en las clases y lecciones delimitadas; la evaluación como expresión de éxito o fracaso y según la distribución de valores o méritos, configuran la educación y las relaciones sociales. El tiempo se distribuye en períodos y separa según categorizaciones de edad exigiendo organizar las actividades según complejidad y gradualidad. Tiempo y espacio se erigen en torno al seguimiento y control en esquemas particionados.

Con el tiempo, el saber y la actividad pedagógica se miran desde la escuela. Aparece como disciplina universitaria y surgen catedráticos que la afirman como la ciencia y arte que guía a los educadores.

Los principios pedagógicos y didácticos reconocen tres procesos ocurrientes en el aula: el proceso de aprendizaje, el proceso de enseñanza y el proceso de comunicación integrando en su complejidad tres tipos de conocimientos, el cotidiano, el científico y el académico. Todo ello implica superar la mirada del aula como mero espacio colectivo de docentes y alumnos en la institución educativa, aunque la incluya.

No es intención desarrollar aquí una historia de la educación, pero si es importante significar el interjuego de la concepción de espacio y tiempo con los diversos modelos pedagógicos y su representación -desde la infraestructura, finalidades, programas, materiales y métodos- en concepciones de sujeto y sociedad.

Tan solo para resumir es interesante recuperar los modelos que signan distintas épocas, siendo, sin embargo, una distinción meramente didáctica e incluso integradas en algunos aspectos en la actualidad (Forestello y Gallino, 2009).

- Un primer modelo, fundado en las *pedagogías tradicionales*, cuyo eje se centra en el conocimiento construido consolidado y acabado. Se arraiga en las tradiciones normalizadora-disciplinadora, la académica y la eficientista, ya que responden a matrices compartidas y se pueden señalar rasgos comunes a las mismas. En principio, se destaca un discurso prescriptivo acerca del deber ser del docente, entendiéndose su función más como funcionario del estado que como educador o profesional. Tiene una noción de neutralidad de la escuela y del conocimiento, heredada de la modernidad y del positivismo y la visión homogénea y homogeneizadora de la realidad. Según este modelo, el docente cumple un rol activo, de transmisión lineal y homogénea y el alumno asume un rol pasivo, de escucha y ejercitación.

- Un segundo modelo, basado en *las teorías en las que el eje se centra en el educando y sus intereses*; la estructura propia del saber pasa a un segundo plano y las acciones del educador se limitan a disponer las condiciones para que el alumno organice sus estructuras o aprenda a investigar la realidad. Se incluyen las tendencias hermenéutico-participativas y las huellas que ha dejado la Escuela Nueva, de allí que las denominaremos teorías emergentes. Se propone la modificación de la organización institucional, los rituales, las formas y condiciones de trabajo.

- Un tercer modelo, apoyado en *las teorías críticas*, el cual se centra en la recuperación de contenidos significativos en la enseñanza desde un enfoque de crítica social e histórica, entendiendo la transmisión de la cultura como necesaria para la transformación social. Se considera la no-neutralidad de los contenidos, las prácticas sociales y la enseñanza. Se destaca la importancia de la función docente en la transmisión del conocimiento como herramienta idónea de intervención y transformación social a través de un vínculo pedagógico no autoritario.

En estas tres posturas aparecería implícita alguna forma de *transmisión de cultura* pero cada teoría le asigna un valor diferente dentro de su marco conceptual.

"Es más, probablemente la pedagogía escolar ha influido para que muchas veces la televisión, la familia, las instituciones, a pesar de su fuerza propia, se parezcan más a las escuelas. Pensemos en los programas infantiles, en los que se presta mucha atención a lo que los niños entienden, hasta tal punto que a veces se los subestima. Pensemos en la madre que hace los deberes, o en la educación dentro

de una empresa, que cada vez se vuelve más escolar, ya que en ella se dictan cursitos y ya no sólo se aprende de la experiencia. Pensemos en los juguetes “didácticos”, por ejemplo, en los pupitres de juguete para chicos en edad preescolar, que los van educando y socializando en la forma de sentarse, disponer el cuerpo para escribir y mirar al frente.” (Caruso y Dussel, 2003).

Podemos observar, entonces, cómo la tecnología ha acompañado y ha inventado el mundo. La imprenta fue un ícono que abre las puertas al necesario aprendizaje de la lecto-escritura en tanto acercamiento popular como también a una producción más dinámica y amplia en su distribución, constituyéndose el texto en material maestro de la instrucción. Este período marca a la educación con los libros, el nacimiento de los libros escolares y la enseñanza por correspondencia. Se inicia así una etapa que llega hasta nuestros días signada por una mente alfabetizada, letrada, capaz de codificar y decodificar los grafemas y de comprender significativamente los contenidos, principales objetivos de las escuelas.

Otro ciclo se inicia con la llegada de los sistemas de comunicación analógica - el teléfono, la radio y la televisión –, que plantean nuevas maneras de intercambio a nivel planetario. Se promueve una manera diferente de alfabetización gráfica y visual y a fines de la década del 40 aparecen las primeras PCs, que son los primeros antecedentes de la que hoy conocemos como la sociedad de la información, que está caracterizada por *“la capacidad de sus miembros para obtener y compartir cualquier cantidad de información de manera prácticamente instantánea, desde cualquier lugar y en la forma preferida, y a con un coste muy bajo.”* (Coll y Monereo, 2009).

Paralelamente al surgimiento de los medios que identificamos en el párrafo anterior, en su forma más clásica, la educación a distancia surge desde la necesidad de inclusión educativa a personas alejadas de los centros educativos y el material impreso es el medio base de las propuestas formativas. Estos materiales se elaboran sobre principios didácticos que modelan un tipo particular de diálogo entre docentes y alumnos buscando acercar teorías, conceptos y actividades en analogía con el aula real, cara a cara. A ello se suman otros soportes de comunicación: el teléfono, el correo postal y el fax, mencionados en párrafos anteriores.

A mediados de la década de los noventa irrumpe Internet, la red de redes, que se expande rápidamente en nuestro siglo con efectos de singular importancia no sólo económica-social sino y, especialmente, en lo cultural y educativo. Cambian los formatos, los soportes, las narrativas, los lenguajes, –imagen móvil, texto, hipertexto, sonido, etc-. Los medios se diversifican y surgen las aulas virtuales desde plataformas y softwares que ofrecen innumerables posibilidades de expresión, comunicación e información. El término usual que abarca este entramado se puntualiza en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Parafraseando a Finquelievich (2016) podría decirse que las sociedades de la información y el conocimiento representan el producto de la revolución digital y de los nuevos lenguajes. Probablemente, los cambios, las transformaciones que sigan en el futuro no sean tan disruptivas porque el cambio fundamental fue el pasaje de lo analógico a lo digital. Si hace algunas décadas, hubiéramos pensado en la posibilidad de enviar documentos desde nuestras computadoras personales por correo electrónico a muchos kilómetros de distancia o que podemos escribir documentos compartidos desde

diferentes lugares geográficos y en diferentes tiempos, por sólo mencionar dos ejemplos, nos habrían mirado raro.

Es importante señalar que las tecnologías han estado presentes en el ámbito educativo desde siempre, sin embargo, y desde el imaginario colectivo, cuando realizamos esta pregunta, parece relacionarse a las computadoras, los teléfonos celulares o la red de redes. Esto es así porque las experiencias sobre Internet figuran de manera prominente. El ciberespacio y el tiempo real configuran nuestra vida en el umbral entre lo real y lo virtual. Lo simbólico se hace presente desde configuraciones que afectan también la acción, el pensamiento, el yo y la máquina. En palabras de Turkle (1995) *“este contexto es la historia de la erosión de las fronteras entre lo real y lo virtual, lo animado y lo inanimado, el yo unitario y el yo múltiple”*.

¿DE QUÉ HABLAMOS CUANDO HABLAMOS DE LO VIRTUAL?

La virtualidad se inserta en la vida cotidiana como un aspecto más de la misma: mundos reales, mundos virtuales... ¿cuasi real?, ¿cuasi imaginario/virtual?

El ámbito virtual refiere a un espacio opuesto a lo real pero más específicamente su uso surge en la particularidad de la tecnología y la informática para centrarse en la realidad construida mediante sistemas o formatos digitales. De todas formas encierra asimismo, un sentido filosófico más complejo ya que la vivencia experiencial que *sucede es real* y supera al soporte material.

Desde la mirada de García Blanco (2002) el término *virtual* encuentra su uso más difundido e interesante en combinación con el de *realidad*, conformando la expresión “realidad virtual”. Con este concepto se hace referencia al resultado de la manipulación de los sentidos humanos (el tacto, la vista y el oído) a través de entornos sintetizados por una computadora. En estos entornos, uno o varios participantes, conectados, articulados con ella, interactúan de manera transparente trayendo como consecuencia que el entorno artificial generado es experimentado como si fuera “natural”. Se trata, entonces, de un entorno artificial que es percibido gracias a estímulos sensoriales proporcionados por una computadora, en el que las operaciones propias de los usuarios determinan, en parte, lo que en él sucede.

Complementando estas definiciones Elena Esposito (1995), han puesto de relieve que las TIC pueden construir una realidad de nuevo tipo, a la que entiende que puede calificarse perfectamente de virtual, porque máquinas construidas con ellas, utilizando coordenadas ligadas al ciberespacio, pueden crear imágenes que *realmente estén presentes*, aunque en términos virtuales. Según la mencionada autora, *“la paradoja que representa hablar de una realidad no real desaparece, pues se trata de una realidad efectiva, aunque existente sólo en este hiperespacio”*, que genera un entorno de percepción, manipulación y elaboración. Se trata de una realidad que no es independiente de la computadora y de la interacción que genera el usuario. En consecuencia, nos dice que si se habla de virtualidad, se hace referencia a usos de una máquina para actividades que no simplemente son mejor realizadas *gracias a ella* sino que *sin ella* no serían posibles. Moverse en este mundo, genera una experiencia nueva por entero ya que modifica de manera radical la percepción del espacio y el tiempo así como nuestra operatividad en los límites de los mismos. *“Esto ha llevado a algunos investigadores a sugerir la idoneidad de relacionar la producción electrónica de mundos virtuales con la forma artística de producir el mundo”* (García Blanco, 2002), que abre la totalidad del aparato sensorial de las personas.

“De esta forma, quien utilice el ciberespacio como medio para asimilar el mundo, puede abordar la realidad desde perspectivas perceptivas hasta ahora desconocidas” (Münker, 1997).

Siguiendo el planteo de García Blanco (2002) la virtualidad es parte constitutiva fundamental de toda vivencia humana y de toda operación social. Por lo que es necesario entenderla como *posibilidad o potencialidad* inherente a todo fenómeno de conciencia y a todo fenómeno comunicativo. La llamada *realidad virtual*, entonces, no vendría a ser más que una imagen especular, tecnológicamente producida y abierta a la experimentación, de la *realidad* de los sistemas que operan con (y producen el) sentido.

Pierre Lévy (1999) explicita lo virtual como principio de movimiento que conduce a la realización de algo nuevo, de ahí que digamos que el continuum de las TIC enraizadas en la virtualidad implican una visión de innovación, algo que se potencia y no se reduce al acto en sí mismo sino que sigue posibilitando la novedad.

En palabras de Finquelievich (2016): “El mundo virtual no es paralelo al presencial, es su prolongación tanto el virtual como el presencial existen. Al comienzo teníamos muchas ilusiones y pensábamos que el ciberespacio era un escenario paralelo hasta que nos dimos cuenta que es una prolongación del presencial y, en definitiva, las personas van y vienen todo el tiempo aunque no lo sepan” En este sentido es importante el papel del interjuego de los procesos de tiempo, espacio, tecnología e institucionalización en la impronta de la subjetividad en la cual la virtualidad en la vida cotidiana modelan un tipo de pensamiento que rompe la linealidad y la concepción de información, su apropiación y producción, generando un nuevo estilo de experiencias y un nuevo enfoque del mundo. La relaciones humanas y en particular la comunicación abre formas diferentes y diversas de acercamiento quizás, antes impensadas.

Es decir que el análisis de la incidencia de los avances tecnológicos y específicamente de las TIC en educación, debe realizarse desde una mirada más amplia superando lo meramente tecnológico para posicionarse en relaciones tecnológicas sociales y espacio temporales complejas que remodelan la subjetividad y las prácticas pedagógicas.

EL AULA VIRTUAL

Desde el año 2002- aproximadamente- el avance de las tecnologías digitales posibilitó el desarrollo de los entornos virtuales de enseñanza (EVEA) también conocidos plataformas virtuales (Claroline, Moodle, E-ducative, por sólo mencionar algunas) en cuyo interior se desplegaron propuestas educativas mediadas que implicaron nuevas formas de planificar, de diseñar y de repensar el oficio docente y la clase misma.

Una primera aproximación al concepto de aulas virtuales refiere a un espacio en el cual se puede cubrir una serie de actividades de enseñanza y de aprendizaje realizadas de manera que se libera al profesor y al alumno de la coincidencia temporal e incluso espacial. Además ofrece flexibilización de los itinerarios personales, la posibilidad de explorar diversos caminos y desarrollar diferentes procesos singulares. Según Horton (2000) el aula virtual es el medio en Internet en el cual los educadores y educandos se encuentran para realizar actividades que conducen al aprendizaje. Desde la mirada de este autor, *no sólo tiene que ser un mecanismo para la distribución de la información y el conocimiento,*

sino que tiene que ser pensada como un sistema en el cual las actividades involucradas en el proceso de aprendizaje y en el proceso de enseñanza puedan tomar lugar, es decir que en la esencia de la misma están los procesos de interactividad y comunicación,

Un aula virtual representa importantes desafíos ante el dispositivo “aula” descrito en el apartado anterior. Al respecto, Barberá y Badía (2004) afirman:

“un aula virtual se crea con medios tecnológicos e informáticos y se abastece de diferentes tecnologías de la información para proporcionar los contenidos al alumnado, y también diferentes tecnologías de la comunicación para ofrecer medios de comunicación a los miembros del aula” (...) “En este escenario formativo combinado, surge un conjunto de cuestiones por resolver de gran relevancia para la calidad de los procesos educativos que tienen lugar en esta modalidad, como son el manejo tecnológico del aula virtual, las competencias tecnológicas del profesorado y el alumnado, la gestión del espacio y el tiempo educativos, el diseño de los contenidos y el tipo de actividades formativas.”

Siguiendo a los autores mencionados podríamos pensar estos retos teniendo en cuenta seis dimensiones: el docente, los estudiantes, el contexto, el tiempo, los contenidos y la propuesta didáctica.

“un aula virtual no es un entorno virtual en sentido estricto porque el entorno en cuanto armazón electrónico es inerte y el aula no debería serlo; en todo caso, tiene un nivel de concreción e individualización que le dan vida y entidad propias; no es un contexto virtual de enseñanza y aprendizaje porque es sólo una parte de él y tampoco la más importante pero está claro que puede ser un gran facilitador o inhibidor del aprendizaje” (Barberá y Badía, 2004).

Aquí queremos hacer un alto para distinguir dos conceptos: aula virtual y aula virtualizada. Esta última es aquella clase que incorpora en su actividad educativa la presencia de cualquier tipo de elementos virtuales fruto del uso de las TIC, integrándolas de manera transparente (Bárbera y Badía, 2004). Ello lleva a hablar de un docente que progresivamente incorpore aptitudes y actitudes virtuales en un marco de innovación educativa. Esto supone para los docentes, en el momento del diseño y desarrollo de su clase, pensar un conjunto de actividades de enseñanza y de aprendizaje con un alto ingrediente comunicativo y con posibilidades de abrir, expandirla a través de las paredes del aula y transformarla en un aula porosa. Lo que significa en palabras de Litwin (2009):

“Apostar a que las aulas pueden constituirse en un mundo cultural enriquecido en donde ingresen referencias al cine, la literatura, la pintura o la música, los temas de debate contemporáneo social y/o científico, provocando que las clases se expandan, se enriquezcan, se atiendan diferentes intereses y se despierten vocaciones pero también es preguntarnos como docentes cómo atender al conocimiento siempre cambiante y en expansión, fruto de las transformaciones veloces de la ciencia y la tecnología y la conciencia de la enorme producción científica y cultural, lo que

implica elegir una perspectiva vigente, controvertida, polémica que más que otra cosa nos enseña a pensar y actuar en el mundo."

"Cada una de las clases deberían tener como propósito la obtención de una conciencia más informada e imaginativa y también educada en la crítica para capacitar a los estudiantes en las visiones diferentes, la adopción de perspectivas no estereotipadas (...) abriendo las paredes de la clase generando un espacio abierto para enriquecer la vida fuera de los límites que las aulas delinear. Lo que significa proporcionar oportunidades para que los estudiantes elijan, adopten reflexivamente un contexto, un escenario o una vivencia para transitar(...) que le implica tratar crítica y creativamente la realidad o el objeto de conocimiento, establecer conexiones, integrar esa experiencia en un contexto más amplio y elegir formas autónomas de análisis y tratamiento."

Podemos decir, entonces, que *el aula virtual* es un espacio que presenta los efectos didácticos de un aula presencial en donde el aprendizaje y la enseñanza se encuentran mediadas y mediatizadas pedagógicamente interactuando con una propuesta comunicacional basada en la participación y el diálogo sincrónico o asincrónico y a través de diversos lenguajes: texto, imagen, sonido. Hablamos de un espacio psicológico y simbólico sustentado en la interacción comunicacional y el enorme potencial que los desarrollos tecnológicos nos aportan. En ella transcurre la globalidad de la propuesta educativa, de la acción educativa.

Implica responder a una nueva configuración de los procesos de enseñanza y de aprendizaje; su incidencia en los materiales didácticos, en la figura de tutores docentes, en el proceso didáctico, sus estrategias metodológicas y de interacción-comunicación, potenciando el acceso al saber a partir del desarrollo de competencias cognitivas y metacognitivas. En este sentido, las estrategias didácticas de intervención docente cobran relevancia, considerando las nociones de mediación simbólica y relacional, generando espacios educativos en una distancia transaccional óptima que resignifica el proceso de comunicación con la integración de las TIC.

Se visualiza como un proceso guiado, social y comunicativo inserto en un espacio o ambiente de aprendizaje en el que se supera la simple transmisión de información para transformarla en una dinámica activa y de autogestión tanto de la enseñanza como del mismo aprendizaje. Esta tarea se vive y se crea *"desde adentro"*, es decir desde los procesos de interacción y comunicación de los actores conjuntamente con la coherencia entre procesos, productos y servicios. A la vez, también está determinado *"desde afuera"*, en cuanto que forma parte de la estructura y finalidades de una institución y más aún de los requerimientos de una sociedad.

La enseñanza cobra aquí un sentido particular pero que no debe dejar de lado su esencia educativa, es decir su finalidad y los principios en los que se asienta. No tenemos que olvidar que las TIC configuran espacios socio-educativos en los que circula y se distribuye el saber, se establecen relaciones de poder y se constituyen subjetividades.

Litwin (1994) lo explicita como el desarrollo de propuestas de acción basadas en disciplinas científicas referidas a las prácticas de enseñanza que, incorporando todos los medios a su alcance, dan cuenta de los fines de la educación en los contextos socio históricos que le otorgan sentido. Complementa este posicionamiento, en el año 2005, expresando que la mencionada disciplina

“se conforma como un cuerpo de conocimientos referidos a las prácticas de la enseñanza configuradas en relación con los fines que le dan sentido al acto de enseñar. Este cuerpo de conocimientos, construido a la luz de experiencias que significan buenas propuestas de enseñanza, reconoce la influencia de las nuevas tecnologías en aquellas, y de las características de las estrategias docentes cuando son mediadas tecnológicamente”.

Por ello es que se hace imperativo desnaturalizar la mirada en el diseño y desarrollo de las propuestas virtuales de enseñanza y de aprendizaje. Las aulas virtuales poseen diferentes elementos, herramientas y recursos que es necesario identificar y evaluar en su incorporación desde el punto de vista de la función lo que significa considerar si son adecuadas para la enseñanza; de qué contenidos y qué destinatarios; cuál es su significación e importancia al interior de la propuesta educativa; cuál es el grado de interactividad que se querrá desarrollar, entre otros. También considerar cómo encontrar el equilibrio entre las dimensiones didácticas, metodológicas, los contenidos a enseñar con los elementos técnicos antes mencionados y poder decidir con qué fines u objetivos se los integran.

En esta línea es importante analizar qué recursos son interesantes de incorporar para potenciar actividades que fomenten diversos procesos cognitivos y los tiempos que se deben dedicar para su desarrollo e interacción comunicativa. Así, tal vez, los Foros aparecen como una propuesta generalizada para la consulta, pero también pueden organizarse como espacios de debate, resolución de problemas en mini grupos, compartir experiencias, constituirse como oficinas de asesoramiento, ateneos, etc. Integrar Podcast, Videos, Mapas Conceptuales, Gráficas, Diarios, Comics, Folletos, Wiki, Tareas individuales de búsqueda de información y selección fundamentada, Murales, Simulaciones, Laboratorios virtuales, Facebook, Google Drive... y podríamos seguir enunciando la multiplicidad de posibilidades que cada día se nos ofrece desde la red de redes –tanto en aspectos realizados por el docente como por los realizados por los alumnos-. La centralidad está dada por la estrategia didáctica que se traduzca en dicho soporte frente a lo cual el límite está dado por nuestra imaginación.

Es decir, la implementación implica, por un lado, una clarificación pedagógica-didáctica y, en segundo lugar, la integración tecnológica desde una actitud reflexiva que, en principio, tome conciencia acerca de las respuestas a estos interrogantes: *¿para qué? ¿en base a qué? ¿bajo qué modelos fundantes plantear su práctica? ¿cuál es la incidencia de estos procesos tecnológicos –entornos, mediaciones- en las propuestas educativas?, ¿qué y cómo potenciar procesos cognitivos complejos?*

Área Moreira (2001) nos alerta expresando que *“los ordenadores no cambian la educación, pero los profesores sí”* lo que nos recuerda que no es *“la tecnología”* la que nos permite producir estos cambios, sino nuestra decisión de pensar, de imaginar con y a través de ella. Nuestro compromiso en la producción de propuestas con un fuerte sentido educativo. Esta nueva relación epistemológica, disciplinar, didáctica y comunicativa tiene que ser nuestro norte de trabajo como docentes.

DIMENSIONES DESDE DÓNDE PENSAR EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE AULAS VIRTUALES

Coincidimos con que el proceso de implementación de las aulas virtuales y por qué no, de las TIC en la enseñanza, necesita prever estrategias que articulen en *simultaneidad lo técnico y lo didáctico*. Los cambios profundos que realmente sostienen las innovaciones educativas tienen que permitir revisar concepciones respecto al conocimiento, al rol y formación del docente y sobre el sujeto que aprende. Sólo en estas instancias las mismas son aportes que mejoran las prácticas y no las reproduzcan. En esa dirección es nuestro anhelo que se comiencen a encaminar los esfuerzos y las acciones.

En este apartado abrimos un espacio para aportar interrogantes y reflexiones en torno *al enseñar y, por qué no, educar con aulas virtuales*.

Reconocemos que una de las características más genuinas de las TIC, y de las aulas virtuales, es su versatilidad puesto que nos ofrecen un conjunto de posibilidades y prestaciones diversificadas.

a.- Una de las primeras dimensiones a considerar y reflexionar es en torno a *la relación entre procesos tecnológicos y procesos pedagógicos*. Al respecto, Juana Sancho (2006) afirma:

“porque explotar el potencial de este conjunto de tecnologías implica reconocer y adoptar las visiones educativas que, desde principios del siglo XX, con el movimiento de la Escuela Nueva, han aportado evidencias sobre la importancia de repensar el papel del alumnado, el conocimiento, la evaluación y la comunidad educativa en la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje.”

Por ello y pensando en los docentes, es central que éstos comiencen a conceptualizar a las tecnologías y a las TIC, desde un enfoque sociocultural. Lo que implica, por un lado, concebirlas como herramientas, objetos tecnológicos, productos culturales y por el otro, identificar las técnicas que ponen en juego cuando las utilizan. Definimos a las técnicas como prácticas sociales que implican los usos de las herramientas. Las mismas son históricas, no son individuales, son idiosincráticas y arrastran modos de uso particulares de aquellas. Parafraseando a Burbules (2001) *las tecnologías nos usan y las usamos*, sentando una clara concepción relacional.

También es necesario que construyan, desde el mismo enfoque teórico, conceptos en torno al aprendizaje y la enseñanza que, posteriormente, de seguro transferirán a su propuesta metodológica a la hora de diseñar e implementar aulas virtuales. Del mismo modo, nos parece importante seguir reflexionando en torno a qué significa enseñar en el siglo XXI, la mediación docente, el papel de los diferentes lenguajes en la enseñanza, el aprendizaje y el acceso al conocimiento, qué se entiende por conocimiento, el rol del profesor y el alumno en el proceso de enseñanza y en el proceso de aprendizaje.

En palabras de Carina Lion (2005) no se trata solamente de incorporar tecnologías, sino de pensarlas en forma contextualizada, en proyectos institucionales, curriculares, con significatividad pedagógica.

Es necesario superar las posiciones instrumentalistas para dejar paso a una postura reflexiva que centralice su actividad en los aprendizajes como procesos situados. Es también revalorizar no solo el contenido sino el conocimiento didáctico del contenido fundado en la noción de sujeto pedagógico crítico.

Aquí nos parece valioso validar que cobra fuerza y validez el modelo TPACK (Figura 1) propuesto por Shulman (1986), Mishra y Koehler (2006) que presenta la compleja interacción, desde una mirada integral, dinámica y complementaria de estos saberes, que debe resolver el docente para integrar:

- conocimientos tecnológicos (T),
- conocimientos pedagógicos (P),
- contenidos de la disciplina (CK),

que permite entender la integración de tecnologías digitales en las propuestas educativas. Además recupera y respeta las singularidades y características de cada docente, del aula, de los factores sociales, culturales y contextuales de cada institución educativa y otros factores implican que cada propuesta educativa, cada propuesta de enseñanza es única y ninguna combinación de contenidos curriculares/pedagogía/tecnología se aplicarán de igual manera.



Figura 1: Modelo TPACK (Imagen extraída del blog canaltic.com)

Nos surge, entonces, como concepto clave el de *articulación*, que es una noción compleja de poner en práctica ya que implica que siempre se pone en juego una dualidad de partes y a la vez transparenta el carácter inestable y contingente de los vínculos que se construyen entre ellas.

El gran desafío es articular estos tres tipos de conocimiento para poder integrar de manera cabal las tecnologías digitales a las propuestas de enseñanza o construir aulas virtuales con sentido. Ponerlo en juego y experimentarlo es hacer visible lo invisible. Este nuevo tipo de saberes que deben desarrollar los docentes es complejo, multifacético, dinámico y contextualizado. Pero además debe poder integrar todos esos saberes para hacer una propuesta potente, enriquecida al interior de las aulas. Lo que significa que tenemos que pensar que en la formación docente es necesario estimular su aprendizaje permanente además de permitirles aplicar sus conocimientos de forma innovadora.

b.-Otra dimensión central a pensar es en torno a *la función docente y la enseñanza*.

En este sentido es necesario reconocer (Forestello y Gallino, 2009) que existen diversas concepciones de enseñanza, dependientes de concepciones de aprendizaje unas, de tradiciones históricas otras y, sobretudo, de posiciones ideológicas de lo que deba ser el papel de la educación en la sociedad. Podemos conceptualizarla desde la racionalidad técnica o como una práctica política, desde una *tradición mimética* o desde la *tradición transformadora* siguiendo la mirada de Philip Jackson (2002). Podemos posicionarnos y focalizarla como lo hace Seymour Sarason (2002) como arte de representación y abrir una nueva puerta para poder analizarla como una *relación dialógica* con la ayuda de Nicholas Burbules (1999).

En este marco, se impone resignificar roles y procesos apuntando a una nueva configuración didáctica que perfile una buena enseñanza (Fenstermacher, 1989) y un buen aprendizaje (Perkins, 1995). Sino caeríamos en puro activismo, es decir, realizar actividades con las computadoras, pero sin continuidad ni significado educativo. Es evitar lo que Sancho (2006) califica como el *vacío pedagógico* de muchas propuestas, proyectos y experiencias de aplicación de las TIC a la educación.

Aun admitiendo la diversidad de opciones respecto de las formas de entender la enseñanza es ya recurrente concebirla como actividad intencional. Sostenida sobre procesos interactivos múltiples, las prácticas de la enseñanza cobran una particular e irrepetible forma a partir de las definiciones y decisiones que el docente concreta en torno a una dimensión central y constitutiva de su trabajo: el problema del conocimiento, cómo se comparte y construye el conocimiento en el aula (Forestello y Gallino, 2009)

En este sentido recuperamos la siguiente definición de enseñanza aportada por Litwin, (2006):

"enseñanza como una actividad artesanal, teñida de componentes éticos, morales, políticos y normativos. (...) La actividad educativa, está recorrida por el carácter cuestionable y problematizador de cada una de sus decisiones. Enseñar en un ámbito del saber es siempre mostrar una forma de comprender la naturaleza de ese ámbito de conocimiento, su posición y significado en el mundo de la ciencia y de la cultura. Ese mostrar implica aceptar la responsabilidad social por la calidad del propio trabajo, que en la enseñanza universitaria no puede desvincularse de la investigación científica. El docente, entonces es ante todo un creativo que organiza su clase desde sus compromisos políticos e ideológicos desde el dominio de un saber científico y en el placer que otorga la aventura de crear."

Desde este posicionamiento queremos recuperar las siguientes ideas:

* Focalizar en el concepto de *mediación*. El docente interactúa como mediador entre el alumno y el objeto de conocimiento junto con las competencias y habilidades de formación. En la mediación se concilian el conocimiento y la pedagogía, integrándolas en una propuesta de *discurso pedagógico* que permite procesos ricos de aprendizaje. Es decir, que propone la conciliación entre las diferentes áreas y objetos de conocimiento y sus prácticas, por un lado, y el alumno en situación de aprendizaje, por el otro. Por ello, este concepto nos remite a la figura de *punto entre...*, *nexo entre...* las disciplinas

y el alumno dentro del proceso educativo. Como así también entre lo que sabe y lo que no sabe, entre lo vivido y por vivir, entre la experiencia y el futuro, pero siempre significa promover y acompañar el aprendizaje del alumno *con todos los productos de la imaginación y la creatividad humana*.

Hablar, entonces de mediación es hablar de sentidos y significados, ubicándonos en una concepción de educación particular, si bien no nueva, pero que refuerza los aspectos críticos del proceso educativo: *la participación del alumno* como camino a la autonomía y autogestión, a su transformación individual y social, siendo protagonista en la *comunicación* y en el aprendizaje, con espacios para la creatividad, expresión y relación.

* Rescatar el concepto de *inclusión genuina* (Maggio, 2005) concepto que recupera, tanto a nivel de los objetivos como en el de los contenidos y la propuesta didáctica, el efecto que las TIC tuvieron y tienen en los procesos de producción del conocimiento en los diversos campos disciplinares, favoreciendo los procesos de comprensión de los contenidos. La misma tiene razones del orden de lo moral en el sentido de buena enseñanza (Fenstermacher, 1989).

* Que la mediación tecnológica se constituya en un contexto en el cual se supere el mero carácter instrumental para dar cabida a un ambiente didáctico de trabajo donde las categorías *actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento* (Onrubia, 2005), caractericen el diseño formativo y lo advierte claramente cuando nos dice:

"así entendida, la enseñanza (...) tiene un componente necesario de "realización conjunta de tareas" entre profesor y alumno: sólo a partir de esa realización conjunta se podrá realizar una intervención sensible y contingente que facilite realmente al alumno el ir más allá de lo que su interacción solitaria con el contenido le permitiría hacer. De nuevo, ello encaja difícilmente con una visión del diseño de los procesos virtuales de enseñanza y aprendizaje centrada, única o prioritariamente, en el diseño de los contenidos o materiales de aprendizaje."

Esto nos lleva a considerar que la interacción entre alumno y contenido, no garantiza por sí sola formas óptimas de construcción de significados y sentidos y de allí la importancia de lo que Onrubia (2005) conceptualiza como *la ayuda educativa ofrecida por el profesor*. Parafraseando al autor esta ayuda debe entenderse como un proceso, que permita la adaptación dinámica, contextual y situada entre el contenido a aprender y lo que el alumno puede aportar y aporta a ese aprendizaje a cada momento. Desde la propuesta de enseñanza se debe seguir de manera continuada el proceso de aprendizaje que los alumnos desarrollan y ofrecerle apoyos y soportes en aquellos momentos que sean necesarios.

**Que el proceso se engarce con acciones que impliquen la conformación de una comunidad virtual de aprendizaje colaborativo* ya que el diseño conceptual para introducir estas tecnologías al servicio de la educación es una tarea primordialmente pedagógico-comunicacional.

En estos nuevos escenarios el aprendizaje y la enseñanza se entienden como algo que tiene lugar en una comunidad; una comunidad que se extiende más allá de las fronteras de la educación formal. El aprendizaje se produce en una comunidad en la que se intercambian ideas, relatos, emociones y contenidos textuales e iconográficos. Es abordar una propuesta de aprendizaje basada

en la comunicación e interacción. Esta perspectiva permite idear experiencias más interesantes que se fundan también en la creación de un ambiente de aprendizaje en el que lo colaborativo da sentido y se infiere de la importancia que la semántica de la red -de pensar y actuar en red- implica particularmente en las nuevas generaciones.

El aprendizaje colaborativo nace y responde a un nuevo contexto sociocultural donde se redefine el *cómo aprendemos y dónde aprendemos*. En este ámbito se reconocen, comparten, construyen y reconstruyen conocimientos, ideas, categorías conceptuales y también prácticas educativas, entre otros procesos. El aprendizaje colaborativo está centrado básicamente en el diálogo. Lo que significa que estamos considerando -siguiendo a Vigotsky (1979)-, que el hecho de aprender es por naturaleza un fenómeno social en el cual la construcción y adquisición de conocimientos es el resultado de la interacción de personas que participan en un diálogo. Aprender es un proceso dialéctico y dialógico en el que una persona contrasta, negocia su punto de vista personal con el otro hasta llegar a un acuerdo.

“La mediación social del aprendizaje y los individuos involucrados son vistos como un sistema integrado y altamente situado en donde la interacción sirve a manera de vehículo del pensamiento socialmente compartido. Por lo tanto los productos de aprendizaje, que son contruidos conjuntamente, están distribuidos a través de todo el sistema social, más que estar como posesión de los individuos participantes.” (Salomon y Perkins, 1998).

Esto implica plantear tareas y un clima de trabajo que potencie una interdependencia positiva -compromiso y responsabilidad de aprender y enseñar unos de otros-. Así, los estudiantes se brindan ayuda y apoyo mutuo según metas comunes, respetando la expresión de los puntos de vista diferentes que puedan surgir durante el proceso del desarrollo del trabajo colaborativo a través de pequeños grupos de producción y discusión. Es la constitución de una comunidad que ha logrado una identidad como grupo que produce.

Aquí es importante destacar no sólo el formato de la propuesta didáctica sino también el rol tutorial que le cabe en la acción de crear un clima democrático y responsable de trabajo virtual, donde los lazos que se entablan son pedagógicamente comunicacionales.

La comunicación está vista desde un proceso relacional novedoso entre los sujetos y objetos que intervienen, configurando una identidad comunicacional situada que replantea la modalidad en que se dan y dinamizan los elementos propios de la comunicación, mejorando la relación individual entre emisor y receptor en la superación del mero nivel de traspaso de información.

*Desde la perspectiva del aprendizaje, *las mediaciones tecnológicas y su resonancia en la mente* de los sujetos constituye uno de los núcleos más consistentes de la investigación en tecnología y educación que si bien no constituyen un verdadero cuerpo teórico, son importantes líneas de indagación que no debemos desconocer sino más bien analizar y profundizar para seguir enriqueciendo el campo científico.

La consideración de la herramienta informática como herramienta mediacional es uno de los aspectos más conocidos que surge de considerar un marco de referencia general, como es la teoría socio-histórica. Este enfoque del aprendizaje sostiene que la mediación instrumental produce un cambio estructural en la cognición humana. Podemos mencionar los estudios realizados y compilados por Salomon, Pea, Perkins y Globerson en la década del '90-, sobre sus tesis acerca de la cognición distribuida, el concepto de persona más y también sus exploraciones en torno a las llamadas tecnologías inteligentes (Salomon, 2001).

*El *pensamiento en red* es una de las posibilidades más representativas del uso de las TIC. La posibilidad de construir de manera colectiva incluye necesariamente el trabajo sobre aspectos tales como la co-responsabilidad, el autoconocimiento, la flexibilidad, la adaptabilidad y la solidaridad. Por otra parte, las TIC permiten trascender los límites físicos del aula, propiciando la interacción de diferentes grupos dentro y fuera de la institución. En este contexto George Siemens (2005) plantea la noción de conectivismo como una manera de entender el aprendizaje como un proceso de conexión entre nodos o fuentes de información. La capacidad de relacionar y procesar información es más decisiva que lo que se sabe; continuamente llega nueva información y el conocimiento puede residir fuera de nosotros mismos, en redes de bases de datos. Para facilitar el aprendizaje continuo es necesario nutrir y mantener conexiones. El conectivismo integra principios explorados en las teorías del caos, redes y teorías de la complejidad y auto-organización. Los objetivos principales de las actividades de aprendizaje conectivistas son la circulación fluida y precisa de información y el conocimiento actualizado, para lo cual son imprescindibles las nuevas tecnologías.

*Que la *interacción* mediada sea el centro en el cual se imbriquen las propuestas didácticas a fin de provocar internalizaciones de construcción y re-construcción de saberes. La educación no es el producto de procesos cognitivos individuales sino de la forma en que tales procesos se ven conformados en la actividad por una constelación de elementos que se ponen en juego, tales como percepciones, significados, intenciones, interacciones, recursos y elecciones, como un resultado de la dinámica sociocultural.

Desde la perspectiva sociocultural, interesa entonces, el enfoque de *mediación cognitiva* (Werstch, 1998), en donde el signo es el centro donde se visualizan los procesos de mediación. Para el autor los procesos psicológicos pueden comprenderse analizando las herramientas y signos que intervienen en el mismo. Es decir, se rescata el interés por el papel que las mediaciones simbólicas ejercen en los procesos de internalización de la enseñanza y del aprendizaje. Los conceptos de *dominio* y *apropiación* (Werstch, 1998) enriquecen el análisis de la internacionalización a través de la habilidad cognitiva de operar con los instrumentos culturales en un contexto dado y de disponer de manera dialéctica del interjuego de las relaciones entre los planos inter e intrapsicológicos.

En este marco, se considera que el proceso de individuación –subjetividad- está constituido por un entretejido de relaciones personales e interacciones con otros, lingüísticamente mediados. Los significados se aprehenden reflexivamente a partir de la interacción simbólicamente mediada como resultado de la reciprocidad de las expectativas y juicios de valor que se generan entre los interlocutores. La interpretación y la comprensión tienen lugar a partir de ese proceso dialógico compartido en un contexto dado. Hablamos de *contexto dado* porque el lenguaje es marco de referencia para los sujetos que se encuentran en ese mundo (Corredor, 1999).

PARA SEGUIR CAMINANDO...

A lo largo de estas páginas reconocimos que el potencial de las TIC para transformar, innovar o mejorar las propuestas educativas depende del planteamiento pedagógico/didáctico en el que se inserta su utilización. Son la visión y los pensamientos pedagógicos en torno a los procesos de enseñanza los que marcan las maneras de incluir los recursos multimediales en el diseño e implementación de las propuestas educativas. Nos reconocemos posicionadas en un *tema de borde* de las agendas de la Didáctica y la Tecnología Educativa.

Las nuevas tecnologías han dado origen a nuevas formas culturales, nuevos modos de conocer y nuevas formas de aprender. El tipo de intercambio ha crecido en estos años y se ha acercado, en mayor medida, a una vivencia de la virtualidad. Al respecto, Levy (1999) dice *“cuando una persona, una colectividad, un acto, una información se virtualiza, se colocan fuera de ahí, se desterritorializan”*. El autor sigue diciendo que, pese a estar fuera de ahí, *“esta comunidad se anima con pasiones y proyectos, conflictos y amistades”*

Hasta aquí compartimos estas páginas -desde nuestra experiencia y saberes- como pedagogas que, desde hace más de diez años, acompañamos, asesoramos, diseñamos e implementamos aulas virtuales en el grado y en el postgrado en áreas disciplinares vinculadas a las ciencias naturales, exactas y sociales.

Nos acercamos y compartimos nuestros conocimientos desde el hacer, el crear, el experimentar, reconociendo que ha habido una evolución... registrando que entre el decir y el hacer hay una distancia...y, fundamentalmente, poder dar respuestas a la pregunta *¿Hay algo que permanece en todo eso que cambia?*. En este sentido, Litwin (2009) nos advierte que:

“a la hora de formular proyectos recuperamos nuestras mejores aspiraciones, pero también nos interrogamos acerca de los límites, las condiciones, las realidades y el sentido con el que el proyecto se instala. Alcances, límites, condiciones de efectividad requieren estudios, consultas, comparaciones y propuestas alternativas que confronten su eficacia”.

En este sentido, nos parece importante rescatar la necesidad de formación pedagógico didáctica de los docentes que les permita construir un marco diferente en torno a las relaciones entre tecnologías, enseñanza, conocimiento y aprendizaje al interior de las disciplinas; la imperiosa compenetración de los docentes que se involucran en este tipo de proyectos, con el modelo TPACK (Mishra y Koehler, 2006) que intersecciona el eje del conocimiento tecnológico, el eje del conocimiento pedagógico y el del contenido, para que se animen a probar, a enseñar, a aventurarse, lo que nos invita a seguir indagando en torno a la pregunta *¿cómo se integran las aulas virtuales frente a los desafíos de la enseñanza de cada una de las áreas disciplinares?*

Los cambios profundos que realmente sostienen las innovaciones educativas deberán permitir revisar concepciones respecto al conocimiento, al rol y a la formación del docente y sobre el sujeto que aprende. Sólo en estas instancias las mismas serán aportes que mejoren las prácticas y no las reproduzcan. En esa dirección, es nuestro anhelo que se comiencen a encaminar los esfuerzos y las

acciones. Sabemos que el camino hacia la concreción de este tipo de proyectos supone un recorrido lento, con diferentes niveles de resistencias y dificultades, aun así, lo importante es que continuemos caminando.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Área Moreira, M. (2001). *Educación en la sociedad de la información*. Bilbao: Declée de Brouwer.
- Barberá E., Badía A. (2004). *Educación con aulas virtuales. Orientaciones para la innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje*. Madrid: A. Machado Libros.
- Burbules, N. (1999). *El diálogo en la enseñanza*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- Burbules, N. (2001) *Educación: Riesgos y Promesas de las Nuevas tecnologías de la Información*. España: Granica.
- Caruso, M. y Dussel, I. (2003). *La invención del aula. Una genealogía de las formas de enseñar*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Coll, C. y Monereo, C. (2009) *Psicología de la educación virtual*. Madrid: Morata
- Corredor, C. (1999). *Filosofía del lenguaje*. Barcelona: Visor.
- Espósito, E. (1995). *Ilusion und Virtualität*. En W. Rammert (ed.), *Soziologie und künstliche Intelligenz*. Frankfurt: Campus.
- Finquelievich, S. (2016). *Las ciudades en la era de Internet*. Entrevista Miércoles 14 de setiembre de 2016. Diario Página 12. Buenos Aires.
- Fenstermacher G. (1989). *Tres aspectos de la investigación sobre la enseñanza*. En Wittrock, M. (ed). *La investigación de la Enseñanza*, vol. I. Enfoques, teorías y métodos. Barcelona: Paidós.
- Forestello, R. y Gallino, M. (2009). *Reflexiones en torno a la coherencia pedagógico-didáctica de la enseñanza como práctica mediada por TIC*. Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación, 4, Facultad de Humanidades y Artes (UNR).
- García Blanco, J.M. (2002) *Virtualidad, realidad, comunidad. Un comentario sociológico sobre la semántica de las nuevas tecnologías digitales*. Revista Papers, 68, 81-106.
- Horton, W. (2000). *Designing web based training* Wiley Computer Publisher, New York, NY.
- Jackson, P. (2002). *Práctica de la Enseñanza*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Lévy, P. (1999). *¿Qué es lo virtual?* Barcelona: Paidós ibérica. Col. Paidós multimedia 10.
- Lion, C. (2005). *¿Qué cambia en nuestras formas de enseñar y aprender cuando se incorporan tecnologías?* Portal Educ.ar. Recuperado en: <https://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=115849>
- Litwin, E. (1994). *Las nuevas tecnologías en los viejos y siempre vigentes debates*. Seminario Internacional: Tecnología Educativa en el contexto latinoamericano. ILCE. Ciudad de México del 14 al 18 de marzo de 1994.
- Litwin, E. (2006). *El oficio docente en acción. Las confusiones en el oficio de enseñar*. Recuperado en: <http://www.educared.org/global/ppce/las-confusiones-en-el-oficio-de-ensenar>
- Litwin, E. (2009). *Ficciones, realidades y esperanzas para la escuela del presente*, en De Pablo Pons, J. (Coord.) (2009) *Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*. Málaga: Aljibe
- Maggio, M. (2005). *Los portales educativos: entradas y salidas a la educación del futuro*. En: Litwin, E. (Comp.). *Tecnología Educativa en tiempos de Internet*. Buenos Aires: Amorrortu.

Mishra, P. y Koehler, M.J. (2006). *Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge*. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017-1054. Recuperado en: <http://www.mendeley.com/research/what-istechnological-pedagogical-content-knowledge-tpack/>

Münker, S. (1997). *Was heisst eigentlich: "virtuelle Realität"?* En: Münker, A. y Roesler, A. (Eds.). *Mythos Internet*. Frankfurt: Suhrkamp.

Onrubia, J. (2005). *Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento*. RED. *Revista de Educación a Distancia*. Número monográfico II. Recuperado en: <http://www.um.es/ead/red/M2/>

Perkins, D. (1995). *¿Qué es la comprensión?*. En: Stone Whiske, M. *La enseñanza para la comprensión*. Buenos Aires: Paidós

Salomon, G. y Perkins, D. (1998). *Individual and social aspects of learning*. *Review of Research in Education*, 23 (12).

Salomon, G. (Comp.) (2001). *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas*. Buenos Aires: Amorrortu.

Sancho Gil, J. (2006). *Comp. Tecnologías para transformar la educación*. Madrid: Akal.

Sarason, S. (2002). *La enseñanza como arte de representación*. Buenos Aires: Amorrortu.

Shulman, L. (1986). *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching*. *Stanford University. Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.

Siemens, G. (2005). *Connectivism: A learning theory for the digital age*. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10.

Turkle, S. (1995). *La vida en la pantalla. La construcción de la identidad en la era de Internet*. Barcelona: Paidós.

Varela, J. (1992). *Categorías espacios temporales y organización escolar: del individualismo al narcisismo*. *Revista Educación, Monográfico 298*.

Vigotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Buenos Aires: Grijalbo.

Werstch, J. (1998). *Vigotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.

PARA SEGUIR LEYENDO...

Coll, C. (2010). *Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje. Una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis*. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 15 (44).

Lion, C. (2006) *Imaginar con tecnologías. Relaciones entre tecnologías y conocimiento*. Buenos Aires: Stella/LaCrujía.

Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza, los ambientes de alta disposición tecnológica como oportunidad*. Editorial Paidós. Bs As.

Lechuga, M. Fernández-Arteaga, F.; Ríos, F. y Fernández-Serrano, M. (2014). *Utilización de Entornos Virtuales Educativos y Recursos Educativos Abiertos (OpenCourseWare) en cursos de Ingeniería Química de la Universidad de Granada, España*. *Formación Universitaria*, 7 (4). Disponible en: URL:http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062014000400002

Martín, M.; González, A.; Esnaola, F.; Barletta, C. y Sadaba, I.A. (2010) Aulas virtuales, convergencia tecnológica y formación de profesores. Dirección de Educación a Distancia. Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18316/Documento_completo.pdf?sequence=1

SITIOS WEB RECOMENDADOS

- 37 Plataformas virtuales educativas gratuitas:

<http://www.ticeducacionec.com/2014/05/30-plataformas-virtuales-educativas.html>

- 50 Herramientas Online para Profesores:

<http://blog.educabilia.com/post/47553997585/50-herramientas-online-para-profesores>

AULA INVERSA Y APRENDIZAJE INVERSO

Alfredo Prieto Martín^{1*}, David Díaz Martín^{1*}, Jorge Monserrat Sanz^{1*}, Melchor Alvarez-Mon Soto¹, Paquita Sanvicén Torné^{2*}, Mario Italo Rinaldi^{3*}

¹Departamento de Medicina y Especialidades Médicas Universidad de Alcalá. España. ²Departamento de Geografía y Sociología. Facultat de Educació, Psicologia y Treball Social. Universitat de Lleida España. ³Grupo de investigación INNOVA-TE LAB. Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información Universidad Tecnológica Nacional F R Villa María. Argentina *Grupo de innovación docente interuniversitario exmagistrales anónimos
Mail de contacto: alfredo.prieto@uah.es

CONCEPTOS DE AULA INVERSA Y APRENDIZAJE INVERSO

Vamos a empezar diferenciando el concepto inicial de *flipped classroom* o aula inversa con el posteriormente evolucionado de *flipped learning* o aprendizaje inverso. El **flipped classroom** empezó con el desarrollo de nuevos métodos (video y podcast) para transmitir la información a aprender fuera del tiempo de clase y de este modo poder aprovechar el tiempo de clase para el ejercicio y la práctica por los alumnos. El **flipped learning** o aprendizaje inverso representa el nuevo modelo de aprendizaje funcional que resulta de aplicar la metodología *flipped classroom* y disponer de alumnos mejor preparados para asumir un rol protagonista y más tiempo en clase para dedicarlo a actividades como evaluación formativa o proyectos en las que los alumnos practiquen con lo que ya han aprendido y comprendido por medio del autoestudio. (Prieto, 2017).

En su evolución hacia el *flipped learning* el profesor va adaptándose a estas condiciones introduciendo más actividades de aprendizaje, evaluación formativa y colectivización de *feedback* en clase. Por esto, su forma de enseñar va cambiando progresivamente. En el entorno del *flipped classroom* la forma de aprender de los alumnos también se transforma, sus hábitos de estudio cambian motivados por el nuevo entorno educativo. En este nuevo entorno de aprendizaje, los alumnos aprenden a aprender estudiando y resolviendo de forma autónoma sus propias dudas. Los alumnos también aprenden a reflexionar sobre su propio aprendizaje y a comunicar sus dificultades al profesor.

MÉTODOS DE FOMENTO Y COMPROBACIÓN DEL ESTUDIO PREVIO EN ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LAS CIENCIAS

Estos métodos sirven para motivar a los alumnos a realizar el estudio previo de la información a aprender antes de que se trate en clase. Con ello, se ahorra tiempo de clase y se dispone de alumnos mejor preparados y, por ello, durante el tiempo de clase podremos usar metodologías de aprendizaje activo e inductivo (Prieto, Díaz y Santiago, 2015). Estos métodos de fomento del estudio previo tienen dos cosas importantes en común, la primera es el exigir a los alumnos que estudien con antelación a las clases y la segunda es que estos métodos siempre comprueban de alguna manera que ese estudio previo se ha producido mediante la realización de actividades de evaluación formativa (cuestionarios, tareas, respuesta y discusión de preguntas y casos en clase). A continuación, tratamos las metodologías para el fomento del estudio previo y el *flipped learning* que se han usado con notable éxito a nivel universitario: *team based learning*, *just-in-time teaching*, *peer instruction* y *PEPEOLA* (Preparación y Estudio Previo por Evaluación On Line Automática).

APRENDIZAJE BASADO EN EQUIPOS (TEAM BASED LEARNING, TBL)

El *team based learning* se basa en el principio de que una de las estimulaciones más fuertes conocidas para el estudio es la inminencia de una prueba de evaluación (Michaelson, Knight y Fink, 2002). Por tanto, si empezamos a tratar cada tema realizando en la primera clase un examen de evaluación formativa estimularemos fuertemente a nuestros alumnos para que estudien y se preparen antes de que cada tema se trate en clase, pues serán conscientes de que en la primera clase dedicada al tema se realizará un examen usualmente basado en preguntas de elección entre múltiples opciones (*multiple choice questionnaire*, MCQ).

El examen formativo inicial suele ser breve (10-15 preguntas MCQ), y es primero respondido individualmente por cada alumno y entregado al profesor. A continuación los alumnos se reúnen con sus compañeros de equipo y vuelven a realizar el examen en equipo discutiendo sobre la justificación de las respuestas y llegando a consensos y cada equipo vuelve a rellenar el examen. Ambos exámenes suelen calificarse para que los alumnos se los tomen en serio. Finalmente, se celebra una discusión general en la que se van respondiendo las preguntas una a una y se discute las razones que justifican las distintas opciones.

Si queremos que estos exámenes sean contabilizados en la evaluación continua necesitaremos que los alumnos respondan en hojas de respuesta de lectura automática y disponer de un lector automático de marcas ópticas. También, pueden usarse los *smartphones* de los alumnos como sistemas de respuesta a distancia con aplicaciones como Socrative. Algunos profesores (entre los que me encuentro) usan el TBL de forma más laxa, sin recoger los exámenes individuales y sólo puntuando a los equipos o incluso sin puntuar nada con lo que el método será exclusivamente formativo y no contribuirá a la evaluación sumativa de la asignatura. La ventaja es que de esta manera el proceso del TBL es mucho más sencillo para el profesor pues no hay que corregir todos estos exámenes, cada alumno se autocorriga el suyo y se autoaplica el *feedback* a sus propios errores, y por tanto, aunque no se produzca calificación, se proporciona *feedback* formativo a los alumnos sobre los errores que han cometido.

Es importante resaltar que en el TBL, la composición de los equipos es definida por el profesor y se mantiene a lo largo de toda la asignatura para aumentar la probabilidad de que los equipos lleguen a convertirse en equipos de alto rendimiento. Por tanto, los equipos en el TBL son equipos formales en el sentido de que su composición es fija (no casual) y reciben calificaciones de equipo (por los exámenes en equipo y otros proyectos que se realizan en equipo).

ENSEÑANZA JUSTO A TIEMPO (**JUST-IN-TIME TEACHING**, J-I-T T)

Esta metodología fue ideada por el profesor Gregor Novak que lideraba a un grupo de profesores de física de la Universidad de Purdue en Indiana. El objetivo de esta metodología es fomentar que los alumnos estudien antes de clase y comuniquen sus dificultades y dudas al profesor. Así les transferimos poder a nuestros alumnos, poder de decisión para influir en lo que se trate y practique en clase a cambio de su trabajo de preparación. El *just-in-time teaching* recibe este nombre porque el profesor replantea su clase a partir de los intereses o de las necesidades de comprensión que detecta en sus alumnos y que estos le transmiten (justo a tiempo) en forma de respuesta a cuestionarios de comprobación del estudio previo.

Esta metodología fue descrita en detalle en el libro *Just-in-time teaching: blending active learning with web technology* (Novak, Gavrin, Christian y Patterson, 1999). La metodología J-i-T T usa comunicación *on line* a través de la web entre el profesor y los alumnos para fomentar la comunicación de la información a aprender y recibir informes de las dificultades que los alumnos tienen para comprenderla. Esta comunicación bidireccional fomenta el conocimiento mutuo entre profesores y alumnos de sus intenciones y dificultades y facilita el que el profesor adapte su enseñanza a las dificultades de sus alumnos y sintonice sus explicaciones y ejercicios en función de las dudas más prevalentes de sus alumnos. La preparación y comunicación previa a la clase permiten ahorrar tiempo en dictado o explicación de la materia a aprender y dedicar más tiempo de clase a actividades en las que los alumnos serán los protagonistas activos de lo que ocurra en clase. Además, los alumnos gracias al estudio previo están mucho mejor preparados para participar de modo activo en la clase respondiendo a preguntas o resolviendo problemas y casos.

El proceso en el J-i-T T se inicia con el profesor enviando por medios electrónicos la información a aprender y pidiéndoles que estudien estos materiales que originalmente eran documentos electrónicos pero que ahora pueden incluir vídeos y *screencasts*. El profesor les pide que tras intentar comprender estos materiales respondan a cuestionarios de comprobación del estudio previo y le informen sobre lo que les parece más interesante e importante, sobre lo que debería profundizarse en clase, sobre lo que más les cuesta comprender y sobre sus dudas más acuciantes. Con este *feedforward* procedente de los alumnos el profesor rediseña su enseñanza justo a tiempo antes de empezar a impartirla (Figura 1).

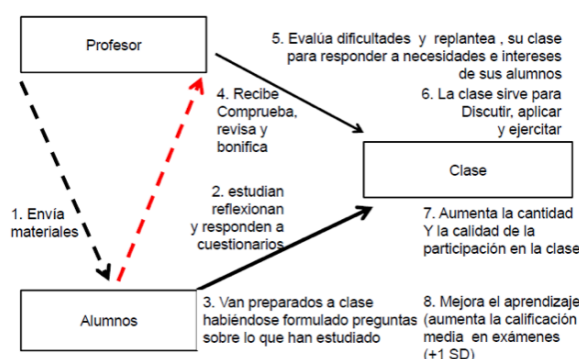


Figura 1: Proceso en el just-in- time teaching (J-i-T T)

En esta metodología también son importantes los “*warm up exercises*” que son ejercicios de preparación o calentamiento. Estos ejercicios son tareas que los alumnos realizan antes de clase y que les prepararán para participar de manera activa en clase. El profesor usa su cuestionario de comprobación del estudio y los *warm up exercises* para fomentar y comprobar el estudio previo y descubrir que es lo que necesita esclarecerse explicándose más a fondo usando ejemplos o ejercicios. Para ello, el profesor debe analizar las respuestas de sus alumnos a preguntas abiertas de reflexión metacognitiva así como preguntas que estos plantean a requerimiento de su profesor (Prieto, Díaz y Santiago, 2015). Basándose en esta información fresca procedente de la reacción de sus alumnos a los materiales instructivos proporcionados, el profesor puede replantear como hará su clase presencial justo a tiempo, decidiendo que aspectos no es necesario explicar o pueden tratarse someramente y abreviarse y que otras partes deben profundizarse, discutirse y ejercitarse más. También puede incluir

actividades y ejercicios de evaluación formativa que permitan evaluar la comprensión de los alumnos y su capacidad de aplicarla y transferirla a nuevas situaciones.

Desde el punto de vista de la tecnología para gestionar la recogida de respuestas y su análisis, el profesor debe aprender a manejar Apps para crear y enviar cuestionarios on line y también aprender los procedimientos eficaces para analizar la información útil que contienen las respuestas de sus alumnos. El profesor debe aprender a usar una App como *Google Drive Forms*. Las respuestas de los alumnos pueden ser transferidas a Excel como una base de datos que mantiene su estructura en filas y columnas (Prieto et al., 2018).

INSTRUCCIÓN POR COMPAÑEROS (**PEER INSTRUCTION** PI)

La metodología de *peer instruction* fue ideada y diseñada por Eric Mazur, profesor de física de la Universidad de Harvard y esta descrita en el libro *Peer instruction: A User's Manual* (Mazur, 1997). En esta metodología la clase se basa en intercalar preguntas MCQ con discusión en parejas, discusión general y explicaciones (miniclases) del profesor. Este es un método algo más complejo de implementar que el TBL pues requiere preguntas que examinen comprensión de los conceptos esenciales del tema no sólo recuerdo de los hechos básicos que se han leído o estudiado. Este tipo de preguntas MCQ diseñadas para poner a prueba la comprensión conceptual se denominan *concept tests*. Los *concept tests* plantean situaciones hipotéticas en las que los alumnos deben predecir qué es lo que ocurrirá aplicando su razonamiento lógico y crítico y su comprensión de los conocimientos de la asignatura.

El PI se basa en que el alumno que acaba de aprender algo comprende en primera persona las dificultades para aprenderlo, mejor incluso que un profesor que lo aprendió hace años y que ahora lo ve muy obvio porque ya olvidó las dificultades que inicialmente tuvo para aprenderlo. En el PI pedimos a cada alumno que explique a un compañero porque ha escogido una opción y que escuche porque su compañero ha escogido otra. Los grupos de alumnos para la discusión son informales, formados con un compañero próximo que ha escogido una opción distinta de una pregunta MCQ.

El objetivo del PI es generar múltiples discusiones en clase entre parejas de alumnos que les ayuden a comprender los conceptos esenciales. Para ello, en la metodología de PI se van intercalando preguntas a las que los alumnos deben responder individualmente con discusiones con los compañeros que han escogido distintas opciones sobre la justificación para las distintas respuestas.

El problema o dificultad logística para el profesor con esta metodología es que para cada clase en la que queramos usarlo debemos crear preguntas conceptuales (*concept tests*) que nos permitan evaluar la comprensión aplicable de los conceptos principales de la clase. Este tipo de evaluación requiere que las preguntas pongan a prueba la capacidad de los alumnos para analizar y evaluar situaciones y predecir qué es lo que ocurrirá o lo que debería hacerse si se persigue un determinado fin. El profesor debe disponer de una colección de al menos 10-12 preguntas de este tipo para cada clase. Para algunas disciplinas como la física existen bancos de *concept tests* (Mazur, 1997). Últimamente Mazur está experimentando esta metodología con otros tipos de preguntas distintas del MCQ.

El proceso en el PI es que el profesor intercala miniexplicaciones con preguntas de test de comprensión-aplicación conceptual en la que ellos deben aplicar su comprensión y predecir qué

ocurrirá o debería ocurrir en una determinada situación real, profesional o experimental. Tras plantear la pregunta el profesor les da un minuto para que piensen y respondan individualmente. Una vez que los alumnos han respondido individualmente, la dinámica de la discusión se ajusta al porcentaje de alumnos que aciertan la pregunta en primera opción. Si ocurre el peor caso y casi todos fallan (el porcentaje de alumnos que aciertan es inferior al 30%) el profesor ofrece alguna pista o explicación de detalles adicionales y vuelve a plantar la misma pregunta. El profesor pedirá a alguno de los alumnos que han acertado que justifiquen su respuesta en alta voz y expliquen porque creen que las otras opciones son erróneas. El profesor intentará esclarecer el concepto y pondrá a continuación otra pregunta que incida sobre el mismo concepto para ver si ha mejorado la comprensión del concepto por la clase.

Cuando el porcentaje de alumnos que aciertan es cercano a la mitad (entre 30 y 70 % de alumnos aciertan) pedimos los alumnos que han escogido la opción correcta que discutan con los compañeros más próximos que hayan escogido otra opción. Tras el periodo de discusión les pedimos que vuelvan a contestar y después podemos preguntar a los que han cambiado de opción cual ha sido el argumento que les ha hecho cambiar su elección de respuesta.

Cuando la pregunta es acertada por más de un 70% de los alumnos el profesor puede pedir a algún alumno de los que han acertado que justifique en alta voz las razones de su respuesta o si va corto de tiempo, el mismo profesor puede ofrecer una breve explicación. Una vez que un concepto ha sido comprendido por la clase, el profesor pasa a otro concepto y pone una pregunta sobre el nuevo concepto para comprobar si la clase lo comprende.

Esta metodología tiene un gran poder para evaluar en clase la comprensión de los alumnos y generar discusiones sobre qué principios habría que aplicar a una situación pues muchas veces los alumnos saben de memoria los principios que tendrían que aplicar y transferir a la resolución de la pregunta planteada pero fracasan en identificar el recurso o principio que deben utilizar para acertar la respuesta correcta. Es conveniente usar este tipo de preguntas conceptuales para entrenar la capacidad de transferencia y además estimular a nuestros alumnos a estudiar la materia que deben aprender antes de clase y para discutir y apuntalar los conceptos claves de vuestras asignaturas.

Si queremos usar este método para la evaluación-calificación continua (y premiar a los alumnos que más aciertan) se necesitan *smartphones* que permitan asociar a cada alumno con sus respuestas. Esto puede hacerse usando *softwares* gratuitos como *Socrative* o *Kahoot* o alternativamente programas que escanean las tarjetas de respuesta de los alumnos como *Plickers*. Si por el contrario no queremos registrar las respuestas los alumnos pueden contestar con tarjetas de respuesta o *flash cards*.

PEPEOLA (PREPARACIÓN Y ESTUDIO PREVIO POR EVALUACIÓN ON LINE AUTOMÁTICA)

En el PEPEOLA (Robles, González- Barahona y Prieto, 2010), la prueba MCQ permite la comprobación del estudio previo y sirve para realizar una evaluación formativa *on line* previa a la clase. La ventaja de este método es que no consume nada de tiempo de clase en la evaluación preliminar y el profesor dispone de información sobre cuáles son los fallos que los alumnos cometen e indirectamente sobre lo que no comprenden adecuadamente.

Por tanto, el PEPEOLA se basa en el efecto estimulador de una prueba de evaluación adelantada que deberá ser realizada antes del inicio del tema para inducir el estudio previo. El PEPEOLA emplea para comprobar el estudio previo de los alumnos pruebas *on line* de preguntas MCQ que los alumnos responden en la plataforma *e-learning* o en la nube. Los alumnos deben responderlas antes de que se inicie la clase momento en el que se cerrará el periodo de respuesta válida al cuestionario. El análisis de fallos de los resultados de esta prueba da información al profesor sobre los aspectos que provocan las mayores dificultades de comprensión de modo que estas pueden ser trabajadas en clase y el *feedback* sobre las respuestas correctas es proporcionado en directo (lo cual evita ciertas picarescas estudiantiles que pueden producirse cuando el *feedback* se proporciona automáticamente por la plataforma *e-learning*).

Implementar este método es fácil tecnológicamente, sólo hay que crear las pruebas de preguntas MCQ. En la plataforma Moodle, se pueden importar incluso preguntas desde *Word* transformándolas a formato UTF8. Estas pruebas MCQ también pueden realizarse en otras plataformas como Blackboard. El PEPEOLA puede ser implementado de manera muy sencilla con cuestionarios en *Google Drive Forms* que ofrecen un *display* automático en forma de gráfico de queso de las respuestas de elección entre múltiples opciones. En clase podemos mostrar y discutir los resultados de este análisis o podemos crear un nuevo cuestionario con una selección de las preguntas más falladas generar un link y un código QR para que los alumnos accedan a él en la clase contesten y discutan sobre ellas al modo del PI (intercalando respuesta individual a cada pregunta con discusión entre parejas de alumnos y explicaciones del profesor) o al modo del TBL (respondiendo a una serie de preguntas primero individualmente después en grupo y realizando al final una discusión general).

Estas preguntas estimulan y comprueban la realización del estudio previo. Las respuestas sirven al profesor para saber qué es lo que han comprendido los alumnos y además (si lo hacemos en *Moodle* o *Blackboard*) pueden proporcionar *feedback* automático a los alumnos sobre sus propios errores (a riesgo de que se pasen las respuestas de unos a otros). El profesor puede usar la información sobre las preguntas que más fallan los alumnos para trabajar con ellas en clase y discutiendo con los alumnos la justificación de las distintas respuestas y de esta manera poner en evidencia en clase las concepciones erróneas de nuestros alumnos.

COMBINACIONES ENTRE DISTINTOS MÉTODOS

El J-i-T T y el PEPEOLA son eficaces para inducir el estudio previo y pueden combinarse con el *peer instruction*, de esta manera conjugaremos el fomento del estudio previo y actividades de evaluación formativa y discusión en clase. Eric Mazur combinó el PI con el J-i-T T para motivar a sus alumnos a estudiar más. Con esta combinación de métodos. Mazur logró mejorar los resultados de aprendizaje que sus alumnos obtenían con respecto a los que obtenían cuando usaban exclusivamente el PI (Mazur 1997). Mazur y sus seguidores como Julie Schell denominan a esta combinación de las metodologías PI y J-i-T T "*Flipping classroom with peer instruction*"

Los profesores del grupo de innovación ex magistrales anónimos de la Universidad de Alcalá decidimos combinar el J-i-T T con el uso de vídeos y *screencasts* y denominamos a esta combinación "*flipped clasrroom with just in time teaching*" (Prieto, Díaz, Monserrat y Reyes, 2014).

IMPACTO DEL APRENDIZAJE INVERSO SOBRE LAS CALIFICACIONES EN LOS EXÁMENES DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

El grupo de innovación ex-magistrales anónimos llevamos siete años implementando metodologías de *flipped learning* en la impartición de asignaturas universitarias del área de inmunología de la universidad de Alcalá. Empezamos en 2011 aplicando la metodología J-i-T T. En los siguientes años fuimos introduciendo más ingredientes en nuestra combinación de metodologías y tecnologías: bonificaciones por la realización de estas tareas de estudio previo, marketing de la metodología a los alumnos, actividades de evaluación formativa en clase, vídeos instructivos y transcripciones del audio de los mismos. En este periodo el uso del modelo de aprendizaje inverso ha mejorado significativamente los resultados de aprendizaje de nuestros alumnos en las asignaturas en las que lo hemos utilizado. Las notas medias que obtienen nuestros alumnos en los exámenes de evaluación del aprendizaje han ido mejorando progresivamente (Prieto et al., 2014). La mejora en calificaciones en los exámenes de evaluación del aprendizaje correlaciona con el porcentaje de alumnos que responden a los cuestionarios de comprobación del estudio de más de la mitad de los temas. Cuando la inmensa mayoría de los alumnos (>80%) realizan el estudio previo de los temas, las calificaciones medias en los exámenes mejoran en más de una desviación estándar, los porcentajes de alumnos que no llegan al cinco (calificación <5) se reducen mucho y los de alumnos que alcanzan el nivel de maestría (calificación >8) se multiplican casi por cuatro (Figura 2).

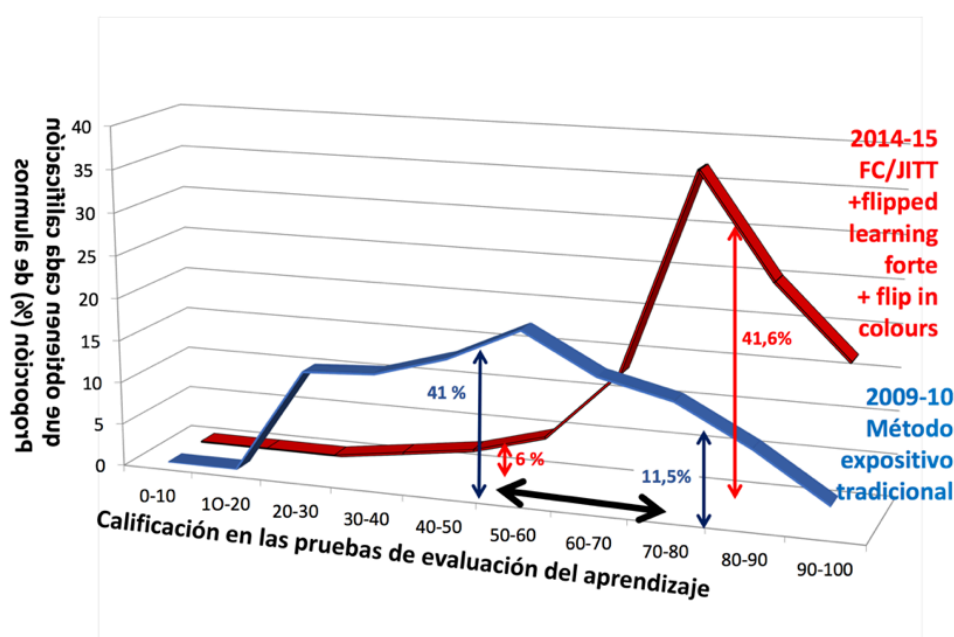


Figura 2: Impacto del método flipped learning fuerte sobre las calificaciones en los exámenes de evaluación del aprendizaje. Obsérvese la disminución de suspensos, el aumento de la nota media y el de alumnos con nota por encima de 8.

El aumento en la calificación media en los exámenes de evaluación del aprendizaje (equivalente al de una desviación estándar de la distribución de calificaciones) significa que con el nuevo método de Flipped Learning Forte el alumno mediano alcanza unos resultados en los exámenes de evaluación del aprendizaje que se corresponden con los resultados que con el método expositivo tradicional sólo obtenían el 15% de los alumnos con mejores calificaciones.

En los dos últimos cursos hemos respondido a las dudas urgentes de nuestros alumnos antes del inicio de los temas (***flipped learning forte***) en algunos temas y en otros hemos utilizado una metodología denominada flip incolours (que serán explicadas con mayor detalle más adelante). Con esta ayuda los resultados en los exámenes nuestros alumnos han mejorado y ha aumentado su satisfacción en las encuestas de opinión de las asignaturas. Los cambios resultan en que la experiencia de la clase sea mucho más interesante, divertida, provechosa y placentera tanto para los alumnos como para el profesor. Os animamos a que probéis estos métodos en vuestras asignaturas. Vuestros alumnos os lo agradecerán.

Nuestra conclusión es que la combinación de estrategias de aprendizaje inverso y gamificación mejora el aprendizaje de los alumnos universitarios porque les hace trabajar más tanto fuera y como dentro de clase (que buena falta les hace) y les prepara para sacar más aprendizaje de las clases y de las actividades de evaluación formativa.

El *flipped learning* hace estudiar a los alumnos de una manera más continua antes de que los temas sean tratados en clase. El modelo de aprendizaje inverso favorece el desarrollo de competencias en nuestros alumnos al permitir que estos dispongan de mucho más tiempo de clase para ejercitarlas (en condiciones de observación y facilitación por su profesor) por medio de actividades de aprendizaje activo e inductivo. Finalmente, la evaluación formativa en clase también favorece la detección precoz de problemas de comprensión y el suministro de *feedback* para mejorar el aprendizaje.

Existe además una prueba de que el *flipped learning* no sólo funciona en la universidad de Alcalá. Hemos creado un registro de profesores que han utilizado el *flipped learning* en países de habla española en el que se han registrado más de 200 profesores que han implementado experiencia de la clase inversa. Si el lector ya ha puesto en práctica esta metodología puede apuntarse en el registro por medio del siguiente link.

<http://goo.gl/forms/A23z8zqv77sDxChI3>

El 90% de estos profesores declaran estar contentos con el resultado de la implementación del *flipped learning* en todas las asignaturas en las que lo han implementado. El 9,5% de los profesores están contentos con el resultado obtenido en algunas asignaturas pero no en otras. Un 0,5% no están contentos con los resultados de la implementación del *flipped learning*. Dejo que el lector saque sus propias conclusiones sobre la eficacia de esta metodología.

EL CAMBIO DEL ROL DEL PROFESOR EN EL MODELO DE APRENDIZAJE INVERSO

El papel del profesor cambia al enseñar mediante una metodología de aprendizaje inverso. El profesor deja de destinar la mayor parte del tiempo de clase a la transmisión de contenidos y dedicará mucho más tiempo a resolver dudas y hacer trabajar a sus alumnos en clase, a observarles mientras lo hacen para detectar a los que tienen dificultades y a ayudarles proporcionándoles *feedback*. El profesor deja de estudiar sólo cómo ampliar y explicar la materia para además fijarse en los problemas de comprensión más comunes entre sus alumnos y detectar que competencias necesita ejercitar y desarrollar cada uno de sus alumnos. Esto supone cambiar desde un modelo de transmisión de información unidireccional centrado en el protagonismo y la actividad del profesor a un modelo de

comunicación bidireccional basado en la actividad y el protagonismo de los alumnos en el que el profesor actúa como entrenador o coach.

Fuera de clase, el papel del profesor no será sólo prepararse las clases, sino que deberá enviar los materiales a sus estudiantes, comprobar que estos estudian y adaptar su enseñanza a sus necesidades. Esto lo logrará, analizando sus reacciones a los materiales y a partir de las necesidades e intereses que detecte en sus alumnos, ajustará el enfoque de las clases y las actividades presenciales a aquellas necesidades manifestadas por sus alumnos. Para asumir este cambio de rol incluso en la metodología más sencilla (el *just-in-time teaching*) el profesor deberá desarrollar una serie de habilidades esenciales que le harán eficaz en el uso de estas metodologías. Algunas de estas habilidades son fundamentalmente tecnológicas como aprender a crear los documentos hipermedia en los que haremos que los recursos en forma de documentos electrónicos, podcasts o videos estén disponibles y al alcance de nuestros alumnos, aprender a crear los cuestionarios de comprobación del estudio previo, aprender a analizar las respuestas de nuestros alumnos. Otras habilidades son fundamentalmente pedagógicas como aprender a comunicar y a vender los beneficios del modelo *flipped* a los alumnos, aprender a gestionar el *feedforward* de nuestros alumnos y convertirlo en feedback útil para ellos y planes de actividades a realizar en clase. Todos estos aspectos son tratados en diversas entradas del blog profesor 3.0.

INVERTIR EL APRENDIZAJE CON EL MÉTODO MÁS SENCILLO: **FLIPPING CLASSROOM WITH J-I-TT**

Para implementar esta variante del **J-I-TT** deberemos desarrollar estrategias de marketing y gamificación para lograr motivar e implicar a nuestros alumnos en el estudio previo, su comprobación mediante cuestionarios, el análisis de respuestas y las actividades que podemos realizar en clase. En el blog profesor 3.0 se explica cómo podemos usar diversas estrategias de marketing y gamificación para aumentar la motivación de nuestros alumnos para participar activamente en el aprendizaje inverso. En el blog profesor 3.0 también aconsejamos sobre cómo crear materiales hipermedia a través de los cuales pondremos a disposición de nuestros alumnos aquellos materiales que queremos que exploren y estudien. También proporcionamos ejemplos de cuestionarios de comprobación del estudio previo de distinta complejidad. Finalmente, en el blog 3.0 hay entradas que contienen el relato de cursos de formación del profesorado en aprendizaje inverso y los links a los materiales que se usan en ellos.

Los profesores debemos aprender a convertir las respuestas de nuestros alumnos en un mejor entendimiento por parte del profesor de los problemas de comprensión de sus alumnos y transformar ese conocimiento sobre las dificultades, en feedback útil para resolverlas y mejorar su comprensión. A partir del diagnóstico de problemas de comprensión detectados tras el estudio previo, podremos seleccionar las actividades concretas que nuestros alumnos necesitan realizar para superar problemas de comprensión específicos. Debemos combinar el J-i-TT con actividades de evaluación formativa mediante preguntas que serán contestadas en plataforma de e-learning (PEPEOLA) o mediante el uso de sistemas de respuesta personal en clase y de software de recolección de respuestas (PI y TBL) para así estimular a nuestros alumnos a estudiar todavía más y a discutir en clase de una manera muy enfocada en lo que queremos que aprendan y en los errores que ellos mismos cometen.

IMPLEMENTACIÓN DEL FLIPPED LEARNING WITH JUST IN TIME TEACHING Y SUS VARIANTES EN CLASES DE CIENCIAS

En el **flipped learning with just in time teaching** el profesor o profesora registra la información sobre las dificultades e intereses de su alumnado mediante un cuestionario de preguntas abiertas, y replantea las actividades de la clase «justo a tiempo» (Prieto et al., 2014). Esta metodología se apoya en el uso de cuestionarios compuestos por preguntas de respuesta abierta que son además de uso universal pues, como se puede comprobar en la Figura 3, son válidas para la comprobación del estudio y la comunicación de dudas sobre cualquier punto.

1. Apellidos y Nombre
2. ¿Cuál te parece la idea más importante o interesante que has aprendido en este tema y justifica por qué?
3. ¿Qué parte del tema te parece más importante profundizar en clase y justifica por qué?
4. Resume lo más importante del tema en cien palabras
5. ¿Qué es lo que no consigues comprender o te queda menos claro, explica cuál es tu dificultad?
6. ¿Qué pregunta o duda urgente te gustaría que respondiéramos el primer día?
7. ¿Qué parte del tema no necesitas que te expliquen? ¿Por qué?
8. ¿Qué has conseguido aprender o comprender al ver los vídeos?
9. Pon aquí tu dirección de email por si tenemos que pedirte que estudies más
10. ¿Sobre qué cuestión relativa a este tema te gustaría profundizar e indagar por tu cuenta?
11. Si al estudiar crees que has comprendido algo importante y que al principio no comprendías. Explica que es lo que has comprendido y propón una pregunta que otros compañeros que también lo han comprendido puedan responder.
12. Haz una crítica constructiva de los materiales instructivos facilitados e indica qué crees que se podría mejorar en los materiales para que los entendieses mejor y con más claridad.
13. ¿Cuánto tiempo has tardado en leerte los materiales de los pdfs de las diapositivas del tema?
14. ¿Cuánto tiempo has tardado en ver los vídeos y leerte las transcripciones del audio en inglés?
15. ¿Cuánto tiempo has tardado en contestar a este cuestionario?

Figura 3. Ejemplo de cuestionario universal todo terreno de comprobación del estudio previo para la clase justo a tiempo (just in time teaching).

Estos cuestionarios pueden crearse y gestionarse con la aplicación *Google Forms* de *Google Drive* o con la herramienta apropiada de plataformas de aprendizaje como *Moodle* o *Blackboard*. La gran ventaja de trabajar con estas herramientas es que las respuestas de nuestros alumnos y alumnas son recogidas en una hoja de datos con la que se puede elaborar, por ejemplo, una lista con sus dudas de manera sencilla, copiando y pegando la columna de las respuestas de nuestros alumnos a la pregunta: *¿Qué pregunta urgente te gustaría que te respondiéramos en la primera clase del tema?*

La manera más sencilla de analizar las respuestas del alumnado sobre sus necesidades e intereses es imprimiendo las dudas, destacando las más relevantes y llevándolas a clase, donde las explicaremos o discutiremos con ellos. De esta manera, podremos enfocar la clase a la resolución de estas dudas, plantear ejercicios para trabajarlas y crear nuevos materiales, ejemplos y ejercicios destinados a esclarecerlas.

Otra manera más elaborada de usar las dudas de nuestros alumnos es seguir el método **flip in colours** (Prieto, 2017), en el que el profesorado trabaja con las dudas urgentes de sus alumnos y las clasifica en función de la utilidad que pueden tener de cara a las actividades de clase, de la manera explicada en la siguiente tabla.

Tabla 1. Clasificación de las dudas en el flip in colours en función de su posible uso en clase.

Clasificación de dudas	Color del texto	Uso didáctico
Las que requieren una explicación por el profesor	Negro	Se ordenan temáticamente y las explica el profesor cuando toque esa parte del tema
Las que requieren una indagación por el profesor	Negro con fondo amarillo	Las indaga el profesor y luego las explica o usa de otra manera en clase
Las que pueden ser explicadas por un compañero con comprensión más avanzada	verde	El profesor reenvía una lista de estas a los alumnos para que se preparen para explicarlas en clase. Los voluntarios para explicar serán bonificados
Las que implican una confusión o concepto erróneo del alumno que las plantea	rojo	El profesor señala la confusión y la aclara o pide a los alumnos que intenten descubrirla por sí mismos
Las que pueden dar pie a buenas preguntas de examen	azul	Se entrena en clase como responder a preguntas de este tipo pues podrán caer otras similares en el examen
Las que pueden dar pie a buenas discusiones en clase o en el foro	rosa	Se proponen para discusión, las aportaciones se valorarán
Las que pueden originar actividades o proyectos de indagación	Naranja	Se proponen actividades de indagación o investigación a partir de ellas

Hemos creado y desarrollado otra manera de trabajar con las dudas urgentes que tienen los alumnos en pequeñas clases. Lo hemos denominado método **flipped learning forte** (Prieto, 2017), que consiste en contestar a todas o casi todas ellas en una lista que, posteriormente, se envía a los alumnos y alumnas (colectivización del *feedback*), y pedirles que se estudien las respuestas antes de la clase en la que se realizarán actividades relacionadas con estas dudas.

Por último, estamos desarrollando otro método denominado **Flip yourself** en el que se pide a los alumnos y alumnas que clasifiquen y agrupen sus dudas. De la lista resultante, les solicitamos que señalen cuáles creen que pueden responder, cuáles serían necesarias pasar al profesor para que las respondiera (al coste de perder bonificación), y cuáles consideran ellos que se basan en premisas erróneas o en errores conceptuales.

Para finalizar, queremos destacar que estas formas de *flipped learning* que incorporan la reacción de los alumnos y alumnas a los materiales y la retroinformación del profesorado hacia su alumnado sobre sus intereses y dificultades ayudan al profesor a comprender tanto los intereses como las dificultades de sus alumnos para aprender y, de esta manera, poder adaptar su enseñanza a sus necesidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A User's Manual* Prentice Hall Series in Educational Innovation Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Michaelsen, L.K.; Knight, A.B. y Fink L.D. (2002). *Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College*. Westport: Praeger Publishers.

Novak, G.; Gavrin, A.; Christian, W. y Patterson, E. (1999). *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Prieto A.; Díaz D.; Monserrat J. y Reyes, E. (2014). Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario *ReVisión*, 7(2), 76-92.

Prieto, A.; Díaz D. y Santiago R. (2015). *Metodologías Inductivas: El desafío de enseñar mediante el cuestionamiento y los retos*. Barcelona: Digital Text.

Prieto A. (2017). *Flipped Learning Aplicar el Modelo del Aprendizaje Inverso*. Madrid. Editorial Narcea.

Prieto, A.; Díaz Martin, D.; Lara Aguilera, I.; Monserrat Sanz, J.; SanvicenTorner, P.; Santiago Campión, R.; CorellAlmuzara, A. y Álvarez-Mon Soto, M. (2018). Nuevas combinaciones de aula inversa con just in time teaching y análisis de respuestas de alumnos. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 175-194. ISSN 1390-3306. Disponible en: <<http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/18836>>. doi:<https://doi.org/10.5944/ried.21.1.18836>.

Robles, G.; González- Barahona, J.M. y Prieto A. (2010). Fomentando la preparación de clase por parte de los alumnos mediante el Campus Virtual Relada, 4 (3), 240-248. <http://polired.upm.es/index.php/relada/article/viewFile/117/113>

PARA SEGUIR LEYENDO...

Prieto A, Díaz D, Monserrat J, Reyes E, (2014) Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario *ReVisión*, 7(2). Disponible en: Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario

Se explica cómo combinar gamificación con el modelo de aprendizaje inverso.

Prieto, A.; Díaz, D. y Santiago, R. (2015). *Metodologías Inductivas: El desafío de enseñar mediante el cuestionamiento y los retos*. Barcelona: Digital Text

Se revisan todas las metodologías de aprendizaje inductivo.

Prieto, A. (2017). *Flippedlearning: aplicar el modelo de aprendizaje inverso*. Madrid: Editorial Narcea colección universitaria.

Se explica cómo implementar el modelo de aprendizaje inverso en asignaturas universitarias.

Prieto, A.; Díaz Martin, D.; Lara Aguilera, I.; Monserrat Sanz, J.; SanvicenTorner, P.; Santiago Campión, R.; CorellAlmuzara, A. y Álvarez-Mon Soto, M. (2018). Nuevas combinaciones de aula inversa con just in time teaching y análisis de respuestas de alumnos. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 175-194. ISSN 1390-3306. Disponible en: <<http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/18836>>. doi:<https://doi.org/10.5944/ried.21.1.18836>.

Se muestran experiencias de aplicación del modelo de aprendizaje inverso en asignaturas universitarias

SITIOS WEB RECOMENDADOS

Blog profesor 3.0 <http://profesor3punto0.blogspot.com.es/>

Encontrarás muchos consejos y recursos útiles para implementar el aula inversa

EVALUACIÓN FORMATIVA CON TIC

Autores: Rosa Estriégana Valdehita y Alberto Domingo Galán

Departamento de Automática y Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Universidad de Alcalá

INTRODUCCIÓN

Actualmente tanto estudiantes como profesores recurrimos diariamente a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Los profesores utilizamos materiales, plataformas y recursos que nos ayudan en nuestras tareas docentes y también de investigación. A su vez, los alumnos acceden a los materiales, plataformas y recursos que les proporcionamos, además de a innumerables fuentes de información adicionales y herramientas útiles para su aprendizaje. El uso creciente de las TIC, acompaña a docentes y a estudiantes a lo largo de todo el proceso de aprendizaje, incluyendo una parte tan importante de dicho proceso como es la evaluación.

Tradicionalmente la tarea de evaluar ha recaído exclusivamente en los docentes como forma de certificar el aprendizaje, pero la evaluación es una actividad muy compleja y que también promueve un aprendizaje profundo por sí misma. Los recursos tecnológicos pueden ser una gran ayuda para las tareas de evaluación. Por un lado, pueden facilitar a los profesores oportunidades para proporcionar retroalimentación y orientación que guíen el aprendizaje de los alumnos y por otro, sirven para involucrar y motivar a estos en el proceso de aprendizaje y a mejorar su nivel de adquisición de competencias utilizando la potencialidad de las herramientas software disponibles en la red.

Este capítulo está enfocado hacia el uso de herramientas TIC como ayuda para actividades de evaluación, y especialmente para lo que se denomina evaluación formativa, pero estas herramientas son solo una ayuda o una facilidad, nunca un condicionante ni una solución en sí mismas. Por ello puede ser conveniente introducir brevemente una forma de entender y organizar las distintas facetas de este poliedro de la evaluación que usaremos para estructurar la revisión de algunas herramientas Web.

EVALUACIÓN

En el contexto educativo, evaluar se define como “estimar los conocimientos, aptitudes y rendimiento de los alumnos” [RAE (Real Academia Española)]. Evaluar consiste en realizar valoraciones para determinar cuáles son los niveles de capacitación (conocimientos, habilidades, competencias, etc.) alcanzados por el estudiante, pero evaluar sirve para otros propósitos además de recabar información sobre el progreso y el aprendizaje del alumno. Evaluar también sirve para valorar la calidad de la enseñanza, del programa y de la institución (Fletcher, Meyer, Anderson, Johnston y Rees, 2012), y quizás más importante, evaluar sirve además para aprender.

Casi siempre que se habla de evaluación, sobre todo si no se matiza el sentido, esta se asocia a lo que se viene denominando como “evaluación sumativa” para diferenciarla de la “evaluación formativa”, unos términos acuñados a finales de los años sesenta (Scriven, 1967) y popularizados por varios autores (Bloom, 1968; Bloom, Hasting y Madaus, 1971; Bell y Cowie, 2001).

EVALUACIÓN SUMATIVA

Cualquier estudio reglado, o que capacite para una actividad profesional, necesita certificar la consecución de unos conocimientos, destrezas u objetivos de aprendizaje en general por cada estudiante. El resultado de esta evaluación, casi en cualquier caso imaginable, es un número, letra o calificación en una escala bien establecida y que tiene un valor umbral por encima del cual se considera superada la consecución mínima asociada a la actividad. Esto es lo que se define como “evaluación sumativa”.

La evaluación sumativa se ocupa de resumir el estado de consecución de un estudiante y se orienta hacia la presentación de informes al final del curso, especialmente con el propósito de calificar o de certificar. Es esencialmente pasiva y normalmente no tiene un impacto inmediato en el aprendizaje, aunque a menudo influye en las decisiones que pueden tener profundas consecuencias educativas y personales para el estudiante (Sadler, 1989).

Este concepto se puede aplicar al resultado final de una asignatura o curso, o bien a pruebas o actividades parciales, y puede ser resultado de un examen, o de un trabajo o actividad realizada por el estudiante. Básicamente es evaluación sumativa todo lo que concluya, de forma directa o a través de algún cálculo aritmético, en una puntuación que determine la superación o no superación de un objetivo. Lo que define una evaluación sumativa no es nada más que esta finalidad.

EVALUACIÓN FORMATIVA

La “evaluación formativa” se define igualmente por su finalidad. En este caso lo que se persigue con la actividad de evaluación es adquirir un conocimiento sobre el propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Básicamente, lo que se adquiere es un conocimiento sobre la marcha del proceso, comprobar si se están consiguiendo o no los objetivos buscados y saber en qué sentido había que actuar, en su caso, para mejorar los resultados y conseguir dichos objetivos.

Es interesante destacar que esta adquisición de conocimiento puede afectar y beneficiar tanto al estudiante como al profesor. Al estudiante le ayuda a conocer la marcha de su proceso de aprendizaje. Al profesor le ayuda a calibrar la efectividad del proceso de formación, las desviaciones sobre sus objetivos o la necesidad y dirección de posibles cambios.

La evaluación formativa, a diferencia de la sumativa, es participativa y su propósito principal es contribuir al aprendizaje del alumno a través de la provisión de información sobre cómo se desarrolla este aprendizaje. Esto lleva implícito también el concepto de evaluación orientada al aprendizaje (Yorke, 2003; Carless, 2015). Mientras que el objetivo de la evaluación sumativa es proporcionar resultados comparables con una escala y se suele realizar al final del proceso de aprendizaje, el objetivo de la evaluación formativa es la mejora del propio proceso de aprendizaje y tiene lugar a lo largo de dicho proceso.

APRENDER VERSUS GANAR PUNTOS

Dicho en términos muy prácticos, una evaluación formativa es cualquier actividad en la que se realiza una evaluación y de la que el estudiante, o también el profesor, sale sabiendo algo más que cuando la inició. De una evaluación sumativa el estudiante sale sumando puntos para una calificación final. Se puede apreciar con facilidad que estos tipos de evaluación no son necesariamente excluyentes, ya que nada impide que la actividad de evaluación permita aprender y al mismo tiempo ganar puntos (Carless, 2015). De hecho, la obtención de una puntuación sumativa es un elemento motivador muy efectivo para que los estudiantes participen activamente en una evaluación formativa.

Lo que se “aprende” en una actividad de evaluación formativa puede ser muy diverso. Quizás lo más elemental que el estudiante puede aprender es su propio nivel de comprensión de unos temas, o su nivel de adquisición de una destreza o competencia. Esto casi se puede deducir de la mera puntuación obtenida, así que, de nuevo es evidente que no hay una frontera definida que separe estos tipos de evaluación.

En una evaluación formativa más compleja y ambiciosa, si está bien diseñada por el profesor, el estudiante puede aprender muchas más cosas. Por ejemplo, una evaluación mediante rúbrica de un trabajo o actividad puede permitir al estudiante conocer qué aspectos o criterios están bien superados y cuáles otros necesitan mejorar. Si la rúbrica es elaborada y contiene descripciones de lo que se consideran los distintos niveles de consecución de cada criterio, el estudiante no solo puede aprender qué aspecto o criterio necesita trabajar, sino que también puede aprender cómo o en qué dirección tiene que dedicar ese esfuerzo para mejorar.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN FORMATIVA

Un proceso de evaluación orientada al aprendizaje precisa tres aspectos interrelacionados para que el aprendizaje se produzca durante la evaluación. Se necesita que los estudiantes participen y lleven a cabo tareas de evaluación, ya sea de sus propios trabajos o de los trabajos de sus compañeros, para ello es necesario preparar a los alumnos para que desarrollen sus capacidades autoevaluativas y, por último, es imprescindible el compromiso de los alumnos con la retroalimentación. Además, se necesita un compromiso de los docentes para que la evaluación formativa se desarrolle con éxito, un compromiso para que la metodología empleada sea flexible, para que se planifiquen de forma coherente estrategias, criterios y materiales y para que se ofrezcan y promuevan escenarios de aprendizaje abiertos y auténticos que favorezcan la colaboración y la participación de los estudiantes (Carless, 2015).

Las estrategias de autoevaluación, coevaluación o evaluación entre iguales, son valiosas para el desarrollo de competencias tanto para el progreso académico como para un futuro profesional. Aún más, estas estrategias también son útiles para motivar al alumno en la implicación en su aprendizaje.

LA AUTOEVALUACIÓN

Consiste en la valoración de la propia capacidad que tiene uno mismo en la consecución de una tarea o actividad, así como también la calidad en el desempeño de dicha actividad. Es fundamental

que el estudiante tome consciencia de su propio trabajo, de sus progresos y logros, y que sea capaz de reflexionar y de emitir juicios de valor sobre el desarrollo de su aprendizaje. Esto es enriquecedor porque ayuda a reconocer las propias fortalezas y debilidades, permite medir el avance o desviación respecto de los objetivos planteados, proporciona capacidad de autorregulación y desarrolla la autonomía. Las críticas de la autoevaluación provienen de las dudas sobre su objetividad. El profesor debe introducir al alumno en el manejo de las técnicas de autoevaluación para que esta se realice de forma honesta y con el objetivo principal de mejorar.

LA EVALUACIÓN ENTRE IGUALES

Propone a los estudiantes que participen de su propio proceso de aprendizaje y en el del resto de sus compañeros por medio de la emisión de juicios críticos sobre el trabajo de los otros. Es sinónimo de evaluación colaborativa o cooperativa. Se puede ver como “una forma de evaluación compartida entre el profesor y el alumno, donde el esfuerzo concertado entre las partes, se erige como garante de la más clara objetividad” (Herrera, 2001). Se trata de un campo emergente por la necesidad de ofrecer una solución de evaluación a la masiva cantidad de alumnos en determinados cursos online conocidos como MOOC (Massive Open Online Courses), donde otra forma de evaluación sería inviable. Pero también la enseñanza tradicional se puede beneficiar del uso de estas estrategias puesto que aportan innumerables beneficios y ventajas (Nicol y Macfarlane-Dick, 2006).

Entre los problemas de la evaluación entre iguales destaca la desconfianza de los docentes a la hora de utilizar como evaluación válida y fiable las aportaciones de los propios alumnos (Carless, 2009). Unos criterios de evaluación bien definidos y unos niveles de calidad inequívocos pueden ayudar tanto en la evaluación por pares como en la autoevaluación, pero también en la evaluación realizada por el profesor. También es necesario preparar a los alumnos para que desarrollen adecuadamente su capacidad de evaluación (Carless, 2015). Otro problema potencial es la falta de objetividad de los estudiantes al evaluar el trabajo de sus compañeros (Silva-Ramírez, Guerrero-Vazquez, Yanez-Escolano y Lopez-Coello, 2011). Esto es más evidente cuando la evaluación tiene repercusión sumativa en la calificación. La solución también pasa por la preparación de los alumnos para comprender la responsabilidad de evaluar con justicia y objetividad. La realización de una evaluación anónima puede ayudar también a reducir este problema.

LA RETROALIMENTACIÓN

La retroalimentación es un componente fundamental de la evaluación formativa y es esencial para fomentar un aprendizaje “profundo”, siempre deseable (Higgins, Hartley y Skelton, 2002). La retroalimentación es un proceso complejo que va más allá de la mera valoración cuantitativa de una nota o que se proporcione a los alumnos las respuestas correctas. Incluye además comentarios, sugerencias relativas a la calidad, cantidad o el lenguaje empleado, y tanto provenientes de profesores como de compañeros. La mayoría de las tareas formativas necesitan práctica, prueba y error, por eso es esencial la aportación de información que oriente al alumno mostrándole sus fortalezas y debilidades, para que este tenga la oportunidad de probar, de equivocarse, de rectificar y de mejorar en su proceso de aprendizaje.

Para que los juicios emitidos sean cualitativos, es necesario disponer de criterios múltiples. Algunos criterios pueden ser confusos o implicar conceptos abstractos y “difusos” como la creatividad o la originalidad. En muchos casos, incluso los profesores encontramos imposible aplicar todos los criterios posibles que pueden ser relevantes o es difícil encontrar un conjunto de criterios para evaluar diferentes tipos de respuestas de los alumnos. Evaluar elementos complejos reviste siempre una dificultad por la variedad de posibilidades y puntos de vista.

Además de la repercusión en el aprendizaje de los estudiantes, la retroalimentación y toda la información recogida de las opiniones de los alumnos es importante para los profesores y debe ser tomada en cuenta en la toma de decisiones programáticas, de diagnóstico o para anticiparse y poner remedio en algunos casos de alumnos en riesgo.

HERRAMIENTAS TIC EN LA EVALUACIÓN FORMATIVA

En la actualidad existen innumerables herramientas en línea que facilitan y posibilitan el acceso a materiales, la comunicación, la colaboración, la retroalimentación y la evaluación. Para organizar esta revisión con un sentido práctico, comentaremos distintas herramientas agrupadas por el tipo de actividad y entorno en el que se pueden o suelen aplicar.

Es importante destacar que prácticamente no hay ninguna aplicación en estas herramientas que no se pueda hacer sin tecnología, usando mano alzada, preguntas y respuestas verbales en clase, o elaboración de materiales sobre papel, como tampoco hay muchas cosas en educación que no tengan antecedentes remotos en la historia. Lo que aporta la tecnología es solo una ayuda, pero también es cierto que añade un atractivo y una rapidez para determinadas tareas que puede marcar una diferencia cualitativa respecto de las opciones no basadas o apoyadas en tecnología.

El escenario más habitual es que los estudiantes accedan a estas herramientas fuera de horas presenciales, bien desde casa o desde alguna facilidad de la institución. Actualmente la disponibilidad de computadoras portátiles, tabletas o teléfonos inteligentes por parte de los estudiantes es bastante alta y creciente, así como el acceso a conexión inalámbrica de datos desde estos dispositivos. Todo esto conforma una realidad que debe tenerse en cuenta respecto al uso de herramientas en línea, ya que la flexibilidad de lugares y horarios para el acceso es casi total, cuando no hace mucho se limitaba a una computadora de sobremesa en casa o en un aula informática, o un puesto de trabajo en una biblioteca. Más aun, dependiendo de las normas de la institución o de la decisión del profesor, es perfectamente posible que muchos o hasta todos los estudiantes puedan acceder con sus dispositivos móviles desde la propia clase presencial.

SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE

Los sistemas de gestión de aprendizaje o LMS (*Learning Management System*) son paquetes de software complejos que deben estar alojados en un servidor de Internet. Hay muchos y bastante diversos en todo tipo de aspectos, algunos ejemplos de LMS código abierto son Moodle, Sakai y Dokeos y ejemplos comerciales de código propietario son Blackboard, Edmodo y E-ducativa. Lo más habitual es que la institución educativa haya elegido un sistema de gestión en concreto y lo ponga a disposición de los profesores, volcando en estos las listas de alumnos de una asignatura o curso de

forma automática. En estos casos el profesorado normalmente no tiene posibilidad de elegir uno u otro LMS.

Aparte de actuar como alojamiento de contenidos, los LMS suelen disponer de utilidades específicas para la evaluación, o adaptables a este objetivo, además, estas plataformas permiten a los docentes monitorizar parte de las actividades de los estudiantes e integran muchos de los tipos de herramientas que luego comentaremos, como correo electrónico interno, wikis, blogs, foros, cuestionarios, rúbricas, etc., todas ellas tienen equivalentes fuera del entorno de un LMS y su aplicación para evaluación formativa sería idéntica. La ventaja de trabajar dentro de un LMS para el uso de estas herramientas suele ser el acceso limitado a los estudiantes de la asignatura o curso, y la posibilidad de transferir los resultados de un contexto a otro, por ejemplo, pasar una puntuación parcial a una lista de calificaciones finales. La desventaja suele ser la limitación de posibilidades a lo que el paquete concreto proporcione.

HERRAMIENTAS Y UTILIDADES INDEPENDIENTES, SIN ALOJAMIENTO EN SERVIDOR LOCAL

Quizás en el extremo opuesto a los LMS se sitúan una infinidad de herramientas y utilidades a las que se puede acceder a través de cualquier navegador de Internet. Dentro de los distintos tipos de estas herramientas, a su vez, podemos encontrar utilidades gratuitas o comerciales. Hay casos con acceso abierto, inmediato, o bien otros que requieren un registro previo. También varían mucho en el grado y posibilidad de personalización. Algunas tienen posibilidad de alojarse localmente si disponemos de un servidor propio.

Muchas de estas herramientas no están necesariamente restringidas ni a veces pensadas para una aplicación docente. Su uso para una evaluación formativa depende mucho de la forma en que se empleen. Para organizar esta revisión con un sentido práctico, comentaremos distintas herramientas agrupadas por el tipo de actividad en la que se pueden o suelen aplicar.

TIPOS Y ESCENARIOS DE ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Casi cualquier actividad de evaluación imaginable, al final responde a unos pocos modelos o estereotipos muy sencillos: pueden ser **preguntas** a responder, **problemas** a resolver o **tareas** a realizar. Las preguntas pueden pedir respuestas extensas, cortas o alguna forma de elección entre posibles opciones. En los problemas se plantea una situación concreta y se pide deducir algún dato específico aplicando un conjunto de reglas generales. En las tareas se pide aplicar un conjunto de conocimientos y destrezas para generar un producto física o intelectualmente “tangible”.

Las preguntas y respuestas son reconocibles en casi cualquier contexto, pero el uso más habitual de algunos términos puede dificultar el reconocimiento de los otros tipos en muchas ocasiones. Llegar a un diagnóstico plausible a partir de un conjunto de síntomas es un ejemplo de problema en medicina o veterinaria, o hacer una zanja perfectamente recta y de profundidad regular puede ser una tarea evaluable en un curso de operador de excavadoras, por poner un ejemplo alejado del entorno académico más habitual.

Todos estos tipos de actividades pueden desarrollarse en distintos **escenarios**. En todos los casos anteriores la actividad puede ser **presencial**, en el aula, bajo una supervisión directa del profesor, o **no presencial**, en cualquier lugar, pero sin dicha supervisión. También puede ser **individual** o **grupal** y, en el caso presencial supervisado, puede hacerse con **acceso a fuentes de consulta** o sin dicho acceso.

Si antes hemos indicado que la evaluación formativa se define solo por los objetivos, es evidente que se puede realizar mediante cualquiera de estos tipos y en cualquier escenario. Lo importante no es el procedimiento de evaluación, sino que se pueda aprender del resultado de dicha evaluación, tanto por parte del estudiante como del profesor.

En lo que sigue, trataremos de repasar algunas herramientas tecnológicas y la forma en que pueden aplicarse a cada caso y contexto. Muchos de estos recursos están bastante asentados y es previsible que se mantengan activos y accesibles, pero cualquiera de ellos puede desaparecer de la Web en cualquier momento, cambiar o aparecer nuevas utilidades. Por ello también se sugieren algunas palabras clave que pueden ayudar a encontrar nuevos recursos de cada tipo con una sencilla búsqueda en Internet.

PREGUNTAS Y RESPUESTAS

Este es el tipo más sencillo, intuitivo e inmediatamente reconocible como actividad de evaluación. Por lo mismo, también es el tipo de actividad más empleada y para la que se puede encontrar una mayor variedad de recursos online disponibles, sobre todo por la facilidad de diseño y puesta en práctica.

Actualmente hay centenares de recursos tecnológicos para la creación y realización de pruebas basadas en preguntas y respuestas. Muchos de ellos son gratuitos o tienen una opción sin coste, más o menos limitada en cada caso.

Básicamente todos funcionan igual en cuanto a los formatos de respuesta, que vienen limitados sobre todo por los tipos de elementos interactivos de formularios en lenguaje html, aunque algunos pueden permitir formas de visualización más atractivas que quizás sean de utilidad para determinados entornos o edades.

ACCESO DE ESTUDIANTES Y RECUPERACIÓN DE RESULTADOS

Lo esencial para decidirse por uno u otro es pensar en todos los pasos de la aplicación completa que se pretende. De entrada, es importante saber cómo queremos que accedan los estudiantes al cuestionario. Esto puede ser muy diferente en cada caso y no todos los sitios ofrecen distintas opciones, que pueden ser un registro conjunto de todos los estudiantes, un autorregistro de cada uno, un enlace directo al formulario o un código a introducir.

Otro punto esencial es comprobar la forma en que se pueden recuperar los resultados. Esto quizás no es relevante cuando se usa alguno de estos recursos para dinamizar una clase, pero es esencial si se pretende usar para una evaluación de cualquier tipo, y especialmente si es formativa, ya que de esos resultados se derivará el aprendizaje que permitirá reajustar y

mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. En esto también hay grandes diferencias entre unas herramientas y otras.

EN CLASE, RÁPIDO, CORTO, RESULTADO INMEDIATO

Para la elección de una herramienta es imprescindible delimitar el escenario o contexto donde se va a realizar la actividad. Si queremos una actividad de desarrollo muy rápido, en la propia clase presencial, necesitamos que los resultados sean visibles de inmediato. También hay que contar con el medio que emplearán los estudiantes para acceder. Los dispositivos móviles, teléfonos inteligentes, tabletas o portátiles, son cada vez más comunes y es importante verificar la visualización de la herramienta en cada dispositivo. Para este escenario concreto hay algunas herramientas muy interesantes.

Kahoot! [<https://getkahoot.com/>] es una utilidad gratuita, muy fácil e intuitiva, y perfectamente adaptada a una clase presencial. El código de acceso, preguntas y resultados se pueden mostrar proyectadas en la pantalla del aula y las respuestas se dan desde cualquier dispositivo mediante una apariencia de grandes botones con colores y formas geométricas. Los resultados se pueden mostrar inmediatamente en pantalla y se pueden recuperar como una hoja de cálculo.

Socrative [<http://www.socrative.com/>] es una aplicación gratuita con próxima opción de pago. Tiene más opciones que Kahoot!, también con acceso mediante código y permite recuperar los resultados, pero es algo más compleja de uso, no necesita o aprovecha la proyección en pantalla de clase y la interfaz es menos visual y atractiva.

Quizizz [<http://quizizz.com/>] y Quizlet [<https://quizlet.com/>] son otras utilidades similares. Ofrecen algunas alternativas que pueden ser también útiles para uso no presencial, o incluso juegos competitivos para equipos [Quizlet Live; <https://quizlet.com/help/2444125/how-to-use-quizlet-live>].

Wheel Decide [<http://wheeldecide.com/>] es una herramienta gratuita de sorteo aleatorio que puede emplearse para lanzar preguntas en clase. El diseño y uso es muy sencillo e intuitivo, pero no registra respuestas. Sirve para proyectar en pantalla y dinamizar una clase. Su atractivo es el movimiento y el carácter de sorteo al azar que mantiene la atención de los participantes. Puede usarse, por ejemplo, para verificar la comprensión de conceptos principales de un tema. Hay otros recursos de sorteo aleatorio, pero son más infantiles [<http://www.eslgamesplus.com/classroom-games/>] o menos atractivos visualmente. Se puede usar “random picker online” para localizar otros.

Un escenario sencillo de evaluación formativa puede ser comenzar una clase usando Wheel Decide para lanzar preguntas sobre puntos principales del día anterior. Se puede premiar la primera respuesta correcta de forma simbólica o divertida, por ejemplo, nosotros hemos usado caramelos en ocasiones. Una sesión corta y dinámica puede ayudar a percibir el seguimiento y detectar fuentes de dudas. Se puede terminar preguntando por dudas sobre las preguntas, indicando que son los puntos principales del tema y lo que es importante saber. A los estudiantes les ayuda a tantear su comprensión y a centrarse sobre lo importante si necesitan trabajarlo más. Ya desde la segunda vez que se hace esto en un curso, es como un juego que todos conocen y no requiere ni explicación.

También se puede usar Kahoot! o Socrative al empezar un tema para detectar el nivel de conocimiento previo o de base. También puede usarse esta estrategia para atraer la curiosidad de los

estudiantes hacia el tema, o para iniciar debates en clase, si se plantean preguntas que les sorprendan por un contexto o respuesta inesperados. Se puede hacer también por equipos y aprovechar el aspecto competitivo de ganar puntos para aumentar la participación.

Estos instrumentos también pueden emplearse durante o tras la explicación de un tema. Una opción interesante es que cada grupo elabore preguntas para que contesten los otros equipos de la clase. Proponer preguntas requiere comprensión profunda y relación de conceptos. Tanto los enunciados como las respuestas pueden ayudar al profesor a calibrar el seguimiento y actuar en consecuencia. Varias de estas utilidades tienen también opciones de uso en escenarios no presenciales, sin la inmediatez, pero también sin las exigencias temporales de la clase.

SIN PRISA, MÁS EXTENSO, ANALIZANDO LOS RESULTADOS

Los requerimientos son distintos cuando se trata de una actividad de mayor duración, por ejemplo, en una sesión completa, quizás en un aula informática, o bien no presencial, en cualquier lugar y momento que cada estudiante decida. Ya se ha indicado algún modo de uso de las anteriores fuera de clase, pero para estos casos hay más recursos disponibles. Las diferencias dependen sobre todo de su especialización para una aplicación docente o su diseño abierto para un uso general. La elección es entre sistemas integrados, prediseñados, o entornos abiertos que dan mayor libertad, pero más trabajo.

Hot Potatoes [<https://hotpot.uvic.ca/>] es un conjunto o “suite” de seis aplicaciones totalmente diseñadas para un uso académico. Es una aplicación instalable en Windows o un applet Java. Es bastante popular y permite exportar módulos SCORM, integrables en las plataformas de aprendizaje más habituales. Este aspecto se aleja ya del objetivo de este capítulo.

QuizStar [<http://quizstar.4teachers.org/>] es una aplicación gratuita de la familia de herramientas 4Teachers [<http://www.4teachers.org/>], muy recomendable por todos los recursos e información que contiene.

Edmodo [<https://www.edmodo.com>] es una aplicación que sigue el paradigma de una red social pero restringida a profesores, estudiantes y padres. Realmente es una plataforma o sistema de gestión de aprendizaje (LMS), que se comentaron anteriormente, pero incluye herramientas para cuestionarios de preguntas y respuestas.

Google forms [<http://www.google.com/forms/about/>] es una aplicación de Google Drive para cuestionarios de cualquier tipo, totalmente gratuita y sin restricciones. Carga todas las respuestas en un formato de hoja de cálculo y también genera informes gráficos de las respuestas. Es sobrio pero muy fiable y cargado de opciones útiles.

Las utilidades generales de formularios web pueden también usarse para crear pruebas tipo preguntas y respuestas. Las aplicaciones tipo “quiz” simplemente están más orientadas a una puntuación. Hay muchos sitios que permiten crear y gestionar formularios web, pero muy pocos son completamente gratuitos, o tienen opciones gratuitas realmente funcionales para una aplicación docente. Personalmente, la posibilidad de exportar los datos nos parece esencial. Por lo demás, difieren poco en funcionamiento y opciones relevantes para este uso.

SurveyFace [<https://www.surveyface.com>] o **eSurv** [<http://esurv.org/>] son servicios gratuitos. **Poll Junkie** [<http://www.polljunkie.com>] es un sitio interesante, gratuito, muy sencillo, pero incluye un tipo infrecuente de pregunta denominado "ranking" (ordenación, clasificación) y la preparación es casi instantánea. **Yarp** [<http://yarp.com/>] es también gratuito, muy simplificado, pero admite comentarios. **Typeform** [<https://www.typeform.com/>] tiene una apariencia visual atractiva y cuenta con una opción libre sobradamente útil para uso educativo.

El escenario de aplicación más sencillo es pasar la idea general de un examen escrito a un formulario web. Respecto al equivalente en papel, las ventajas derivan de la simple facilidad y costumbre de uso de dispositivos móviles por parte de los estudiantes. La disponibilidad de respuestas en un formato de hoja de cálculo puede ayudar en la evaluación.

En una actividad no presencial las preguntas memorísticas o repetitivas no tienen mucho sentido. Sin embargo, hacer que el estudiante tenga que buscar información, conectar conceptos o ir más allá de los apuntes de clase en general, sí tiene un valor formativo dentro de una actividad de evaluación. Si la actividad tiene alguna repercusión sumativa, el riesgo es que se copien respuestas de compañeros saltando el esfuerzo que realmente es la parte formativa. Nosotros hemos ensayado con bastante éxito una estrategia competitiva que reduce este problema, por ejemplo, repartiendo un número fijo de puntos entre todas las respuestas correctas. Si un estudiante "pasa" una respuesta correcta a otro, su ganancia de puntos se ve disminuida. Si el paso es generalizado, la ganancia de puntos se hace insignificante. Esto también ajusta el "premio" a la dificultad. Las preguntas fáciles dan pocos puntos a muchos, mientras que las difíciles premian sustancialmente a los pocos acertantes. El valor formativo se mantiene y el premio en puntos aumenta la participación.

Una estrategia formativa interesante es añadir un campo de texto libre tras las respuestas donde cada estudiante pueda expresar sus dudas sobre esa pregunta, al margen de la evaluación. Esto puede permitir una ayuda muy dirigida al estudiante, o incluso desvelar algún problema de comprensión más general que solo algunos estudiantes son capaces de expresar. La privacidad del formulario puede ayudar a que se expresen con más libertad incluso algunos estudiantes que no lo harían en público o en persona.

Nosotros hemos usado formularios para que todos los compañeros en clase hagan una evaluación simultánea, desde sus dispositivos móviles, de un estudiante que hace una presentación oral. Hemos usado Google forms, pero podría hacerse igual con otras herramientas. En este caso es una evaluación entre iguales, solo formativa, que muestra al evaluado cómo ha sido visto por sus propios compañeros y entrena a los evaluadores a reconocer los aspectos que hay que cuidar al hacer una presentación. La reiteración de esta actividad en cada presentación de alumnos termina siendo muy efectiva para mejorar las habilidades de comunicación de todos. Es un uso presencial, en clase y corto de realización, pero se incluye en este apartado porque requiere más tiempo de preparación y desarrollo posterior.

PROBLEMAS

Un problema se puede definir como el planteamiento de una situación concreta, dentro de un contexto determinado en el que se conocen y aplican unas reglas generales, y lo que se pide es deducir algún dato específico aplicando correctamente dichas reglas.

Es fácil asociar los problemas con cualquier materia que implique cálculos matemáticos, pero la misma idea se aplica a casi cualquier campo donde el objetivo de aprendizaje incluya unas reglas o elementos generales, y cuya utilidad real sea su aplicación a casos o situaciones particulares.

Las herramientas tecnológicas para este tipo de actividad son bastante menos abundantes por muchos motivos. Habitualmente requieren una especialización para una materia o campo determinado y muchas veces una forma de presentación de datos y entrada de respuestas muy distintas de un simple texto. En muchos casos el camino de razonamiento, o incluso el resultado, no son únicos y el conjunto de razonamiento y resultado es más relevante para la evaluación que el simple dato final o la repetición de un proceso estereotipado.

Algunos recursos online que pueden usarse para este tipo de actividad entran en la categoría relativamente general de "simuladores". Como en el caso de las preguntas y respuestas, aquí el planteamiento del problema lo debe elaborar el profesor, pero la respuesta puede realizarse usando estos instrumentos virtuales. Muchos recursos de este tipo también se pueden localizar en la web a través del concepto de "laboratorio seco" (dry lab) (Kirschner y Huisman, 1998).

En ingenierías, ciencias experimentales o empresariales, hay un número considerable de simuladores, algunos como aplicaciones instalables y otros accesibles online. En ocasiones, una simple hoja de cálculo puede servir como simulador. Aparte de estos, hay simuladores útiles en muchos otros campos, incluyendo química, biología o medicina.

PhET [<http://phet.colorado.edu/>] es un sitio mantenido por la Universidad de Colorado en Boulder con múltiples simuladores para diversas ciencias y matemáticas, muy atractivos y didácticos, pensado para un uso educativo a distintos niveles y con área de profesores. Muy recomendable. **Online Labs** [<http://onlinelabs.in/>] contiene infinidad de simuladores para diversas ciencias. Muchos son Flash, que es un formato en relativo declive. **Paul Falstad** [<http://www.falstad.com/>] mantiene una web personal con diversos simuladores Java para física y matemáticas. **PartSim** [<http://www.partsim.com/>] es un simulador de circuitos electrónicos.

Una forma de usar simuladores para evaluación formativa puede ser proponer distintos parámetros de partida y que los estudiantes corran las simulaciones y discutan los resultados, junto con dudas que puedan surgirles. Otra posibilidad es fijar un objetivo o resultado de la simulación y pedir que ensayen parámetros, ajustes o pasos para conseguirlo. De nuevo lo importante es su discusión del proyecto y que tengan opción de plasmar sus dudas. También pueden crearse competiciones entre equipos o que unos pongan enunciados para que otros los resuelvan. En todos los casos lo importante es que se aprenda, sobre la materia o sobre la propia comprensión, y para el profesor sobre la marcha del curso y posibles acciones de mejora general o de ayuda personalizada.

TAREAS

Una tarea es una actividad compleja que termina en la elaboración de un producto final. Implica el planteamiento y realización de una serie de pasos con sentido, y la puesta en juego de un conjunto de conocimientos y destrezas.

Estas tareas pueden tomar formas muy diversas en distintos campos y niveles formativos, o incluso según los objetivos y planteamientos pedagógicos de los profesores. En YouTube, por ejemplo, es fácil encontrar videos elaborados por estudiantes como tareas para una determinada materia (solo como ejemplos: Stump, 2008; Nuñez, 2009). Esto llevaría a incluir **YouTube**, **Dailymotion** o **Vimeo** por ejemplo, y editores de video, audio, imágenes o animación entre los posibles recursos tecnológicos para uso docente. Lo mismo podría aplicarse a otras tareas de contenido o formato audiovisual, como fotografía, dibujo o música. Todos pueden ser medios útiles para una evaluación formativa y pueden ser desde originales o sorprendentes hasta los más indicados para algún campo. Para todos ellos hay recursos web muy interesantes, pero se alejan ya del objetivo de este capítulo.

En la mayor parte de los casos las tareas se plasman en un formato de texto, que a su vez puede incluir material audiovisual. Un editor de textos puede ser un medio adecuado y suficiente, pero también existen recursos web que pueden aportar un nivel interactivo muy valioso, especialmente para una evaluación formativa. Entre estos destacan los denominados blogs y wikis. Estas herramientas no están restringidas, ni siquiera pensadas, para una aplicación docente. Su uso para una evaluación formativa depende mucho de la forma en que se empleen.

WIKIS Y BLOGS

Estas aplicaciones están pensadas para componer y publicar contenidos, incluyendo textos, imágenes y enlaces a otras páginas web. Con frecuencia se usan por los propios profesores para crear páginas de contenidos, pero aquí nos interesa su utilización para que los estudiantes generen dichos contenidos, bien de forma individual o colaborativa. Como en casi todos los casos que revisaremos, su aplicación para una evaluación formativa no deriva directa ni inmediatamente de su uso para generar contenidos, sino de la forma y procedimientos que habilite el profesor para evaluar el resultado y hacer que esa evaluación tenga un valor formativo. Luego comentamos algunas opciones relacionadas con este objetivo.

Para comprender mejor cómo funcionan, es importante aclarar que una wiki o un blog no es más que un programa que se instala y corre en una computadora que actúa como servidor de internet. Hay varios de estos programas disponibles, muchos gratuitos y de código abierto, que podemos instalar si disponemos de acceso a un servidor web, pero su descripción se aparta de los objetivos de este capítulo. Los sitios web que ofrecen estas utilidades simplemente dan acceso público a estos programas instalados en sus servidores.

Wiki es tipo de utilidad que permite crear páginas web desde un navegador por medio de una interfaz sencilla. Las wikis surgieron como una forma de publicar contenidos en línea sin necesidad de disponer de un servidor de internet, y poder dar formatos al texto, incrustar imágenes o hacer hipervínculos sin necesidad de conocer el lenguaje HTML. Realmente utilizan un código de marcaje muy rígido y limitado que solo simplifica algo respecto de HTML a base de restringir drásticamente las posibilidades. El motivo real detrás de este pseudo-HTML era permitir la edición desde una simple página web, pero manteniendo un filtrado riguroso, de forma que el usuario no pueda acceder ni modificar el código de la aplicación alojada en el servidor. Actualmente la mayoría ya incluyen un editor visual tipo "WYSIWYG" y no se necesita acceder al código de marcajes.

Las wikis se hicieron muy populares, tiempo atrás, como forma de generar contenidos colaborativos. El mejor ejemplo es Wikipedia, bien conocida en el mundo de la educación tanto por sus aspectos positivos como negativos, pero hay infinidad de ejemplos de menor difusión que usan wikis con este mismo fin. También hay proveedores de wiki gratuitos o con opciones de pago, y algunos han apostado en parte por el entorno educativo como objetivo.

Wikispaces [<https://www.wikispaces.com>] se creó pensando en el mundo educativo y es, probablemente, la mejor plataforma wiki disponible en la web. Ahora es totalmente comercial, excepto un formato destacable denominado “Wikispaces Classroom”, de creación relativamente reciente y enfocado hacia la escritura colaborativa, pensado específicamente para el entorno docente y que es gratuito para educadores.

Google Sites [<http://sites.google.com>] es una herramienta wiki y de creación de páginas web muy interesante. La versión gratuita tiene limitación de espacio de almacenamiento, pero sobra para contenidos fundamentalmente de texto. Para empezar, puede ser muy útil la página “Web Tutorial de Google Sites” [<https://sites.google.com/site/webscolaborativas/>].

Otras opciones con al menos una opción gratuita útil son **Miraheze** [<https://meta.miraheze.org>], **OurProject** [<http://ourproject.org>], **ShoutWiki** [<http://es.shoutwiki.com>], **Wikia** [<http://www.wikia.com>], **Wiki.Wiki** [<https://wiki.wiki>] y **PBworks** [<http://www.pbworks.com>]. De cara al uso de una wiki para generar contenidos por parte de los estudiantes, éste se puede hacer de forma individual o colaborativa por un equipo de estudiantes. Las wikis facilitan en bastante medida el seguimiento por parte del profesor, permite capturar y visualizar valiosa información, como son las aportaciones, el tiempo dedicado de cada estudiante o las mediciones de la colaboración entre alumnos, lo que puede resultar muy útil en la tarea de evaluar los trabajos grupales y las aportaciones individuales, revisando los cambios sucesivos y viendo qué miembros del equipo han trabajado y qué ha aportado cada uno. Hay que decir que el seguimiento riguroso es complejo, tedioso y muy difícil de evaluar en la práctica, salvo dedicando un gran esfuerzo. La alternativa es un seguimiento superficial de la participación, que resulta poco informativo y fácil de falsear con cambios menores.

En cualquier caso, la evaluación formativa no depende de la herramienta en sí misma ni de su uso, sino de la forma de evaluar el trabajo realizado y de hacer llegar esa evaluación a los estudiantes con un valor formativo, esto es, que les permita “aprender” de dicha evaluación. Las estrategias de evaluación formativa con wikis son semejantes a las que se pueden aplicar con blogs y las comentaremos después para ambos casos.

Blog es un nombre acuñado por contracción de Web Log. Recientemente se ha extendido el uso de Bitácora como denominación en español. Como las wikis, los blogs surgieron como una forma de publicar contenidos. Estos usan una aproximación diferente en cuanto al método de formatear los textos o introducir imágenes o enlaces. Normalmente no usan un pseudo-HTML sino un juego limitado de etiquetas HTML nativas. Suelen tener un editor visual que facilita la edición desde un navegador sin necesidad de ningún conocimiento de HTML.

La principal característica de los blogs es que están pensados sobre todo para publicaciones sucesivas cronológicamente, como un diario personal. En los proveedores de blogs gratuitos, este carácter cronológico es bastante estricto.

Las dos plataformas más populares para alojar blogs, con opción gratuita, son **Blogger** [<https://www.blogger.com>], mantenida por Google, y **WordPress** [<https://es.wordpress.com>]. Hay otras plataformas con opción gratuita y dignas de considerar por alguna característica especial, por ejemplo, **Penzu** destaca por su sencillez [<https://penzu.com/>], **Tumblr** está más orientado a contenidos audiovisuales y “microblogging” [<https://www.tumblr.com>], **Weebly** está pensado para crear sitios web con extremada sencillez [<https://www.weebly.com>], o **Medium** que está más pensado para publicar textos monográficos aislados [<https://medium.com>].

El uso docente para contenidos creados por los estudiantes puede ir desde la escritura de una página, para elaborar un tema concreto y aislado, hasta llevar un portafolio de actividades durante todo el curso. Los contenidos también se pueden hacer de forma individual o colaborativa, por un equipo de estudiantes, aunque los blogs alojados en sitios públicos no permiten seguir la participación de cada miembro.

Como antes, el uso para una evaluación formativa no depende de la herramienta ni del contenido generado, sino de la evaluación de dicho contenido y la forma que pensemos para hacer llegar dicha evaluación con un valor formativo al estudiante.

El escenario habitual de uso de wikis o blogs para evaluación formativa consiste en un encargo individual o grupal de un trabajo extendido en el tiempo. Es conveniente que implique la puesta en juego de una diversidad de habilidades, relación de conceptos y aportación original del estudiante, más que una repetición mecánica o un simple copia y pega. En algunos contextos se usa un blog como portafolio (Barberà, Bautista, Espasa y Guasch, 2006) a lo largo de todo un curso, normalmente con una función doble de evaluación formativa y sumativa. La interacción entre estudiantes y profesores se puede hacer de varias formas en estas herramientas. En el caso concreto de los blogs, los comentarios al final de cada página son quizás el procedimiento de elección para mantener un diálogo sin interferir directamente con los contenidos que crean los estudiantes. En las wikis no es habitual la figura de los comentarios a pie de página, pero también existe en algunas plataformas.

PORTAFOLIO

Un portafolio o portfolio es una colección de documentos (texto, imágenes, vídeos, etc.) con los que se demuestra la formación, la experiencia profesional y personal. La idea original fue la de tener una especie de carta de presentación a modo de CV a través de Internet.

En el caso de los alumnos, estos pueden utilizar el portafolios para mostrar su esfuerzo y su progreso en la adquisición de competencias. En un sentido práctico, el alumno recopila información para demostrar sus habilidades, cómo piensa, analiza, sintetiza, crea, o cómo interactúa con otros. El portafolio puede emplearse en la evaluación, la autoevaluación y la co-evaluación o evaluación por pares. Permite al alumno participar en la selección de contenidos para juzgar sus méritos, así como ir introduciendo cambios durante el proceso de aprendizaje y al profesor le permite monitorizar dicho proceso.

Existen distintos tipos de portafolios, desde el físico que podría ser una simple carpeta donde recopilar los trabajos y evidencias, al portafolios electrónico o Eportfolio que es digital y para elaborarlo se pueden emplear herramientas tecnológicas muy variadas, incluso la mayoría de las veces necesitamos

la combinación de varias, desde procesadores de texto, plataformas de blog, de publicación de páginas web o para alojar videos y fotografías que permiten que el eportfolio sea más atractivo y dinámico; plataformas online gratuitas para subir vídeos a Internet y compartirlos como Youtube, Dailymotion, Vimeo, etc. y plataformas online gratuitas para compartir fotografías como Flickr o Picasa.

FOROS DE DISCUSIÓN

Los foros de discusión son un tipo de utilidad tan antigua como la propia Internet. Son herramientas colaborativas que puede considerarse de creación de contenidos o de comunicación. El tipo de tarea realizable en foros es una discusión. Para que tenga sentido como tarea y se pueda adaptar a una evaluación formativa, el profesor tiene que planificar los temas y participar en alguna medida. Los foros, sin un sentido definido y sin seguimiento, son solo una herramienta de comunicación, bastante limitada respecto a otras actuales, y no generan ni reflejan aprendizaje.

Una variante o evolución interesante de los foros son los sistemas de preguntas y respuestas con votación. Existen varias, pero por necesidades técnicas, coste o falta de privacidad, las opciones para uso docente son menos abundantes. **Tricider** [<https://www.tricider.com>] es una utilidad reciente y gratuita de este tipo. Otras utilidades gratuitas para crear foros son **ProBoards** [<https://www.proboards.com>], **Boardhost** [<http://boardhost.com>] o **Muut** [<https://muut.com>]. **Disqus** [<https://disqus.com>] es un software instalable en cualquier página web propia, muy interesante por su versatilidad como plataforma de discusión.

HERRAMIENTAS DE COLABORACIÓN

Merece la pena comentar algo sobre esta categoría de herramientas por su interés para distintas aplicaciones educativas, incluyendo la evaluación formativa.

Hay muchos recursos tecnológicos que constituyen excelentes herramientas para facilitar la colaboración y el trabajo como equipo. Entre estas se pueden distinguir las herramientas de comunicación y las de creación de contenidos, y en éstas últimas nos encontramos con las que además permiten una colaboración síncrona.

Las herramientas de comunicación, como correo electrónico y mensajería instantánea (WhatsApp, Line, Telegram, Hangouts, WeChat, Viber, Spotbros u otras) son sobradamente conocidas, o las redes sociales que han tenido un desarrollo vertiginoso en los últimos años. Otras, como la videoconferencia (Skype, Google Hangouts), son menos usadas, pero cada vez hay más y mejores recursos tecnológicos que facilitan su uso. Todas ellas son medios auxiliares con gran potencial de uso educativo, pero no tienen una aplicación específica en evaluación formativa. Las herramientas colaborativas de creación contenidos, en cambio, sí tienen un gran potencial de uso.

Una wiki o un blog pueden utilizarse para realizar un trabajo como equipo. En las wikis es posible trazar la actividad de cada miembro, pero en algunos gestores de blogs también es posible si disponen de un registro de revisiones de cada entrada. Ambas herramientas sirven para una colaboración remota esencialmente asíncrona. Los cambios o aportaciones de un miembro solo pueden verse tras ser guardados por éste, y también solo abriendo o recargando la página. Esto se aplica tanto a los miembros del equipo como a la visión del profesor del trabajo que están realizando los estudiantes.

Hay otro tipo de herramientas para creación colaborativa de contenidos que permiten una visión inmediata de la actividad de todos los participantes, sin importar la distancia, como si todos estuvieran trabajando sobre una sola computadora. Por supuesto, todas ellas también permiten un uso asíncrono. La ventaja de estas herramientas es evidente cuando hay problemas de reunión física, pero también añaden un aspecto atractivo y un tanto sorprendente al trabajo en colaboración que puede tener un efecto estimulante.

Al profesor le puede permitir seguir el trabajo en tiempo real, o también intervenir de forma sincrónica con los estudiantes. Esto normalmente no se puede hacer siempre y para todos los equipos, pero algunas intervenciones esporádicas pueden hacer que los estudiantes sientan que el profesor está pendiente de ellos de forma personal. Evidentemente, es conveniente que esas intervenciones tengan un carácter positivo, de ayuda, guía o estímulo, y evitar que parezcan una ronda de vigilancia. Las horas de entrada del profesor pueden también acordarse con cada equipo.

En esta categoría de herramientas hay muchas comerciales y costosas, porque son realmente útiles para el trabajo de equipos incluso en el mundo empresarial, pero afortunadamente hay magníficos recursos totalmente gratuitos, o con una opción gratuita suficientemente potente.

Google Drive [<https://drive.google.com>] incluye un conjunto de excelentes aplicaciones que permiten compartir, y editar de forma colaborativa, toda una diversidad de tipos de documentos, incluyendo textos, presentaciones, hojas de cálculo o dibujo libre. Todos se pueden compartir con un grupo determinado de usuarios, de forma independiente o para todos los documentos contenidos en una carpeta. La apariencia es sobria, pero la funcionalidad es irreprochable. Las dos mejores características para la colaboración son la actualización inmediata tras cada cambio, que se hace visible en instantes para todos los usuarios conectados, y muy destacable es la herramienta de comentarios presente en todas las aplicaciones. Los comentarios también se muestran de inmediato para todos, pero además admiten respuestas de otros usuarios en tiempo real, funcionando cada comentario como un chat independiente dentro del documento. El conjunto abre un mundo de posibilidades para proyectos o actividades interactivas que pueden adaptarse a una evaluación formativa.

Hay otras herramientas colaborativas orientadas a tipos peculiares de contenidos. Varias funcionan bajo el paradigma de un tablero o muro donde se pueden colocar distintos tipos de piezas sueltas, que pueden ser textos, imágenes, documentos almacenados o hasta sitios web externos. El conjunto puede considerarse un contenido creado por los estudiantes, pero quizás su uso más claro es como medio o espacio de trabajo colaborativo. En este sentido, los más interesantes son los que permiten una colaboración remota en tiempo real.

Padlet [<https://es.padlet.com>] es un tablero o muro muy versátil y fácil de usar, con una opción gratuita realmente útil. **Trello** [<https://trello.com>] es gratuito y también se basa en el paradigma de muro. **Marqueed** [<http://www.marqueed.com/>], **GoVisually** [<http://www.govisually.com/>], **Concept inbox** [<http://conceptinbox.com/>], son herramientas para trabajos colaborativos sobre imágenes o proyectos con diversas utilidades interesantes. **MindMeister** [<https://www.mindmeister.com>] es un editor de mapas mentales con posibilidades colaborativas, pero la opción gratuita es muy limitada. **Slack** [<https://slack.com>], **Basecamp** [<https://basecamp.com>] o **Asana** [<https://asana.com/>] son organizadores generales para equipos. **Bitrix24** [<https://www.bitrix24.com>] en un entorno para colaboración de equipos con una opción gratuita muy operativa.

También hay diversos recursos basados en el paradigma de pizarra compartida, pero pocos tienen opciones gratuitas interesantes. **Groupboard** [<https://www.groupboard.com>] tiene una opción gratuita limitada a cinco participantes, pero puede servir para un equipo de estudiantes. **Web Whiteboard** [<https://www.webwhiteboard.com>] se puede iniciar libremente, pero caduca a los 5 días, aunque puede iniciarse otra nueva. **A Web Whiteboard, awwapp** [<https://awwapp.com>] proporciona herramientas básicas y no se guarda. **Ziteboard** [<https://ziteboard.com>] permite tres pizarras gratuitas bastante funcionales.

RÚBRICAS

Las rúbricas o rejillas de evaluación merecen una mención especial por su protagonismo indiscutible en casi cualquier tipo de actividad de evaluación.

Las rúbricas son guías de calificación que sirven para evaluar casi cualquier tipo de actividad, no solo en el entorno académico, y que incluyen un conjunto de criterios de evaluación con descripciones de diferentes niveles de calidad o consecución en relación con esos criterios. Actualmente las rúbricas suelen ordenar los criterios y niveles en forma gráfica como una tabla de doble entrada. Las rúbricas tienen un gran potencial para mejorar la enseñanza y son una importante fuente de información para los estudiantes. Su función principal de una rúbrica es facilitar y hacer más objetiva y transparente una evaluación. Las rúbricas tienen un gran valor formativo y capacidad para influir positivamente y mejorar el desarrollo y la autorregulación en el aprendizaje de todo tipo de disciplinas (Panadero y Jonsson, 2013).

Rubistar [<http://rubistar.4teachers.org/>] es una aplicación gratuita de la familia de herramientas **4Teachers** [<http://www.4teachers.org/>], ya comentada y recomendada antes. **TeAch-nology** [<http://www.teach-nology.com>] contiene muchas herramientas para generar rúbricas, junto con otras herramientas e información interesante para profesores, todo ello gratuito y recomendable. Una sencilla búsqueda en Internet usando “rubric creator” permite encontrar muchos recursos para trabajar con rúbricas, y de paso también permite localizar muchos sitios con distintos recursos interesantes para profesores.

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS CON EVALUACIÓN FORMATIVA

Existe una extensa bibliografía con casos prácticos que emplean diversas metodologías y técnicas de evaluación formativa y la combinación de múltiples herramientas TIC. En muchos casos donde se analiza su impacto, se observa una mejora significativa en el rendimiento y resultados finales, además de promover el interés y mejorar la actitud de los estudiantes (Hwang y Chang, 2011).

A continuación, comentamos una actividad compleja con evaluación formativa realizada con nuestros estudiantes de una asignatura transversal ofertada a los grados de Informática en la Universidad de Alcalá. En esta actividad se emplearon varias de las técnicas y estrategias tratadas en este capítulo dentro de un contexto de aprendizaje basado en la realización por grupos de proyectos multimedia, con un amplio abanico de posibilidades en cuanto a formato, temática, y herramientas a emplear de video, audio, gráficos, etc.

Cada grupo de trabajo estaba formado por unos 4 o 5 alumnos y tenían que incluir en una wiki el enlace al interactivo final de su proyecto multimedia. Además, se incluía en la carpeta de trabajo de cada grupo una memoria del proyecto, un cronograma o diagrama de Gantt, storyboard, ficheros, video, audio y demás material creado por el grupo.

Cada alumno debía coevaluar los trabajos de dos grupos asignados aleatoriamente además de autoevaluar a su propio equipo. Esta evaluación se hizo online siguiendo una rúbrica de ocho criterios: organización y consecución de la finalidad del proyecto, contenidos, presentación, creatividad y originalidad, interfaz intuitiva, adecuación del sistema de ayuda, uso del software multimedia, y finalmente, trabajo en equipo e integración del proyecto. Además, los alumnos debían proporcionar un “refuerzo”, lo que les había gustado más de ese trabajo, una “corrección”, lo que les había gustado menos de ese trabajo, y “sugerencias” sobre el trabajo evaluado, entre otras cuestiones.

De cada trabajo se obtuvieron de esta manera los resultados de siete u ocho evaluaciones intergrupo, es decir provenientes de alumnos de otros grupos y 4 o 5 evaluaciones intragrupo, provenientes de los miembros del grupo y además las evaluaciones de dos profesores diferentes. La evaluación por parte de los profesores se realizó sin conocer la evaluación realizada por los alumnos y viceversa. Para conseguir mayor independencia y objetividad en la valoración de los alumnos se especificó que la evaluación de su proyecto y de otros proyectos formaba parte del trabajo a realizar, pero que dicha nota no tendría relevancia en la puntuación final. Una vez concluida la evaluación por los alumnos, estos pudieron ver los resultados, la retroalimentación y los consejos de sus compañeros y profesores sobre su trabajo.

Para finalizar, los alumnos respondieron a un cuestionario con Google drive donde expresaron su opinión y percepciones sobre este tipo de evaluación y sobre el efecto de la retroalimentación. La respuesta de los alumnos en cuanto a la participación, la valoración de esta metodología de evaluación y los resultados obtenidos fueron realmente satisfactorios. En la respuesta cualitativa, varios alumnos consideraron muy útil y enriquecedor contar con la opinión de sus compañeros y que la valoración de estos es tan válida como la de los profesores y que por tanto debería ser tomada en cuenta en la nota final.

Algo recurrente en varias de las respuestas de los alumnos, es que es necesario que la retroalimentación sea proporcionada a tiempo para poder añadir cambios y mejoras en sus trabajos, cosa que no fue posible ya que en este estudio ya que el proyecto se realizaba una vez finalizado el curso y la evaluación se llevó a cabo en los últimos días del curso. Este es uno de los puntos importantes que los profesores aprendimos de esta actividad de evaluación formativa y que se aplicará para mejorar en próximos cursos.

REFLEXIONES FINALES

La evaluación es una parte esencial de todo proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto es algo sobradamente conocido y asumido por cualquier profesional de la enseñanza. También es bien conocido, por propia experiencia de cualquier docente, que la evaluación es una de las tareas más complejas, laboriosas y, con frecuencia, ingratas de la labor de un educador. La necesidad de la evaluación para certificar un aprendizaje es indiscutible, pero esta compleja actividad también puede servir para aprender. Esta evaluación formativa resulta especialmente enriquecedora y útil en entornos de aprendizaje complejos.

El uso de herramientas tecnológicas y aplicaciones disponibles en Internet ofrece un gran potencial y pueden ser empleados en todas las etapas y actividades de aprendizaje, incluida la evaluación. En este capítulo se han mostrado algunas de estas herramientas que, aunque no siempre están diseñadas específicamente para la evaluación formativa, sí que pueden ayudar en dicho proceso. En cualquier caso, el carácter formativo de la evaluación no depende de la herramienta en sí misma, sino más bien en el compromiso de estudiantes y profesores para emplearlas adecuadamente, con estrategias que aporten valor y hagan que el proceso de evaluación sea enriquecedor, más justo y objetivo.

Para que realmente el uso de estas herramientas suponga un cambio significativo en el aprendizaje derivado del proceso de evaluación, es necesario emplear metodologías y criterios pedagógicos que guíen el proceso. Es imprescindible una planificación cuidadosa de los escenarios de participación, tanto de estudiantes como de profesores, que propicien y faciliten la retroalimentación, ya que ésta es la esencia de toda evaluación formativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barberà, E., Bautista, G., Espasa, A., y Guasch, T. (2006). *Portfolio electrónico: desarrollo de competencias profesionales en la Red*. RUSC. *Universities and Knowledge Society Journal*, 3(2), 55-66.

Bell, B., y Cowie, B. (2001). *The characteristics of formative assessment in science education*. *Science Education*, 85(5), 536-553.

Bloom, B. S. (1968). *Learning for mastery*. Los Angeles, USA: University of California press.

Bloom, B. S., Hasting, T., y Madaus, G. (1971). *Handbook of formative and summative evaluation of student learning*. New York, USA: McGraw-Hill.

Carless, D. (2009). *Trust, distrust and their impact on assessment reform*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(1), 79-89.

Carless, D. (2015). *Exploring learning-oriented assessment processes*. *Higher Education*, 69(6), 963-976.

Fletcher, R. B., Meyer, L. H., Anderson, H., Johnston, P., y Rees, M. (2012). *Faculty and students conceptions of assessment in higher education*. *Higher Education*, 64(1), 119-133.

Herrera, M. (2001). *La evaluación en las prácticas pedagógicas de los alumnos del Profesorado en Enseñanza Primaria*. OEI-Revista Iberoamericana de Educación. Disponible en <http://www.rieoei.org/evaluacion7.htm>

Higgins, R., Hartley, P., y Skelton, A. (2002). *The conscientious consumer: Reconsidering the role of assessment feedback in student learning*. *Studies in Higher Education*, 27(1), 53-64.

Hwang, G-J. y Chang, H-F. (2011). *A formative assessment-based mobile learning approach to improving the learning attitudes and achievements of students*. *Computers & Education*, 56, 1023-1031

Kirschner, P. y Huisman, W. (1998). *Dry Laboratories in Science Education: Computer-based Practical Work*. *International Journal of Science Education*, 20(6), 665-682.

Nicol, D., y Macfarlane-Dick, D. (2006). *Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice*. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199-218.

Núñez, C. (2009). *Translation Animation*. [video]. YouTube. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=ZPlnDzkBrpc>

Panadero, E., y Jonsson, A. (2013). *The use of scoring rubrics for formative assessment purposes*

revisited: A review. *Educational Research Review*, 9, 129-144.

Sadler, D. (1989). *Formative assessment and the design of instructional-systems*. *Instructional Science*, 18(2), 119-144.

Scriven, M. (1967). "The methodology of evaluation". In Stake, R. E. *Curriculum evaluation*. Chicago: Rand McNally. American Educational Research Association (monograph series on evaluation, no. 1).

Silva-Ramirez, E., Guerrero-Vazquez, E., Yanez-Escolano, A., y Lopez-Coello, M. (2011). A strategy for assessment of student competences. *Inted2011: 5th International Technology, Education and Development Conference*, 602-608.

Stump, T. (2008). *Ribosome and RNA in Protein Synthesis*. [video]. YouTube. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=is4MpK44s-o>

Yorke, M. (2003). *Formative assessment in higher education: Moves towards theory and the enhancement of pedagogic practice*. *Higher Education*, 45(4), 477-501.

PARA SEGUIR LEYENDO...

Mª José Rodríguez Conde (2006). "Aplicación de las TIC a la evaluación de alumnos universitarios." *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 6(2). Disponible en: http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_rodriguez_conde.htm
En este trabajo se revisan diversos conceptos relacionados con la evaluación y el uso de herramientas TIC como ayuda.

John Hattie and Helen Timperley (2007). "The Power of Feedback". *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. Disponible en: <http://education.qld.gov.au/staff/development/performance/resources/readings/power-feedback.pdf>.
En este artículo se presenta un análisis conceptual de la retroalimentación y su impacto en el aprendizaje, evidenciando que la retroalimentación es una de las principales influencias en dicho aprendizaje.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

"Evaluar por competencias con Google Apps", disponible en <http://blog.princippia.com/2014/08/evaluar-competencias-googleapps.html>

Esta página muestra ejemplos de cómo llevar a la práctica la evaluación apoyándonos en Google Apps, más en concreto con los formularios y con las hojas de cálculo de Google.

También interesante "Cómo crear ejercicios autocorregibles con Google drive", disponible en: <http://blog.princippia.com/2014/10/ejercicios-autocorregibles-google-drive.html>

LOS PORTAFOLIOS DIGITALES COMO HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN FORMATIVA Y AUTORREGULACIÓN EN CIENCIAS

Cristina Galván-Fernández

Universitat de Barcelona. Mail de contacto: cgalvan@ub.edu

PORTAFOLIOS DIGITALES: INICIACIÓN AL CONCEPTO

Hay múltiples definiciones de portafolios digitales que se han descrito en la variedad de literatura acerca del tema. Entre ellas, se pueden clasificar según sean definiciones propias, re-adaptaciones de autores, metáforas... pero todas ellas hacen hincapié en algunos factores como la reflexión o la colección de evidencias (Barrett, 2003, 2009; Paulson, Paulson y Meyer, 2001; Stefani, Mason y Pegler, 2007; Barberà y Martín, 2009; Galván, 2015). Sin embargo, la comprensión del portafolios digital en el contexto universitario actual debe ir acorde a las necesidades y demandas del mismo contexto y de la sociedad en la que se enmarca. En educación superior, abarcamos el portafolios digital como un instrumento, un medio y un procedimiento en el que el estudiante es el protagonista de su aprendizaje estando guiado por el docente y evidenciando el aprendizaje y las competencias adquiridas con recursos multimediales e hipertextuales relacionados entre sí y apoyados por reflexiones del proceso de aprendizaje. En términos metafóricos, el portafolios digital también puede ser visto como un autorretrato del estudiante dado que muestra sus evidencias de aprendizaje a la vez que reflexiona desde sus intereses personales y profesionales (Figura 1).

En términos prácticos y generalizando, los portafolios digitales se presentan en formato página web mostrando una presentación personal, los objetivos y motivaciones formativas, el índice de contenidos, las evidencias de aprendizaje –obligatorias y complementarias–, las reflexiones del aprendizaje de cada evidencia así como una reflexión final. Es el conjunto de todos estos documentos lo que conforman el portafolios digital como una evidencia en sí y completa de lo que el estudiante está aprendiendo o ha realizado (Figura 2). El conjunto de ellos hará que el portafolios sea comprensible para un lector, sea el docente o uno externo, situándole sobre qué está leyendo, bajo qué objetivo y qué se ha aprendido con ello. Por otra parte, el que se presente mediante una página web facilita una estructuración y una lectura de carácter multimedial e hipertextual. Esto es, la posibilidad de poder evidenciar el aprendizaje con los documentos, recursos y narrativa necesaria como por ejemplo con vídeos, audios, enlaces web y conectando las partes relacionadas entre sí.



Figura 1 Portafolios digital de una estudiante. Ejemplo de una actividad

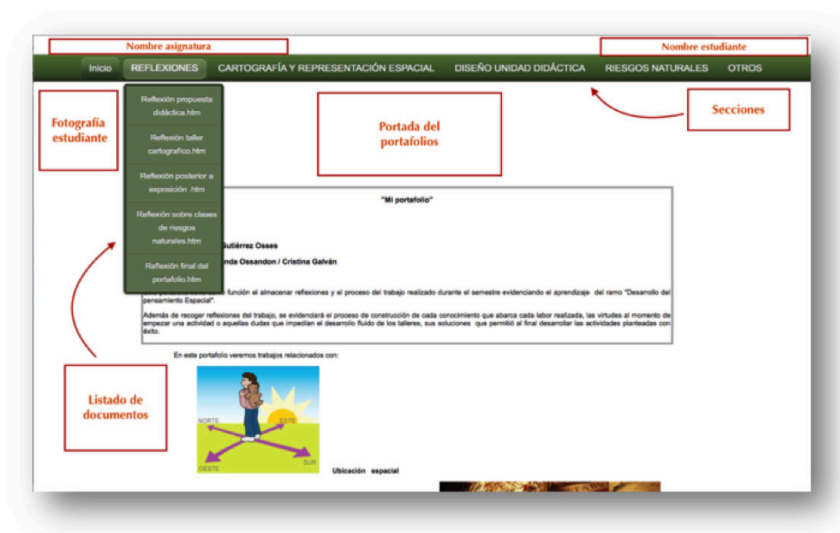


Figura 2. Ejemplo de la estructura de un portafolios digital

Trabajar con portafolios digitales desde esta mirada implica una serie de consecuencias tecno-pedagógicas, de proyección didáctica, de cambio de roles y adquisición de otros aprendizajes en el docente y el estudiante, las cuales tienen que ser contempladas desde un inicio para optimizar los resultados, sobre todo en las primeras implementaciones

PROYECCIÓN DIDÁCTICA Y CONSECUENCIAS TECNO-PEDAGÓGICAS

Un proceso de enseñanza regulada prevé la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de manera intrínsecamente interrelacionadas para la consecución de un aprendizaje autónomo, constructivo, cooperativo y diversificado (De la Fuente y Justicia, 2004).

Para la implementación de portafolios digitales presentamos el modelo utilizado por Rubio, Galván, Rodríguez-Illera (2013) en el que se tienen en cuenta cuatro aspectos:

a) la preparación del *proceso de enseñanza-aprendizaje* (en adelante, E-A): preparación del plan docente dejando espacio para *formar a los estudiantes sobre el portafolios y la dedicación al seguimiento continuo de los aprendizajes así como del sistema de evaluación*.

b) la formación sobre el portafolios y uso de la plataforma: formación sobre qué son los portafolios digitales, qué implicaciones tiene a título individual para la asignatura y para la formación permanente del estudiante y la promoción laboral.

c) las actividades a desarrollar durante el curso: se distinguen entre las actividades obligatorias y las actividades complementarias las cuales serán promovidas para mejorar la evidencia de los aprendizajes y competencias que se evalúan, también se solicitan reflexiones del proceso de aprendizaje. El conjunto de estos documentos configuran el cuerpo central del portafolios digital.

d) el seguimiento y evaluación del proceso de aprendizaje: mediante el calendario de entrega del portafolios en distintos momentos, retro-alimentación (dentro de dos semanas) y la utilización de una rúbrica presente durante todo el curso tal y como se explica en el apartado 3.

A la planificación docente también hay que añadir la búsqueda de la plataforma más idónea para cada caso y el aprendizaje por parte del docente así como la adaptación al nuevo proceso de E-A.

CAMBIO DE ROLES Y ADQUISICIÓN DE OTROS APRENDIZAJES

Si bien se ha universalizado que el estudiante debe ser el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto docentes como estudiantes vienen de una práctica tradicional en la que existe una distancia relacional entre ellos. Trabajar con portafolios digitales en las asignaturas tiene que ver con seguir el proceso del estudiante y por tanto crear una relación entre ambos teniendo en cuenta el cuidado del otro recíprocamente. Este cuidado se lleva a cabo en distintos momentos e instancias, como en los encuentros con el grupo-clase, tutorías individuales, mensajes de retro-alimentación en el portafolios, calificaciones, etcétera. En todos estos momentos siempre se tiene la finalidad de conseguir el máximo aprendizaje en los estudiantes así como redirigir el proceso de E-A en caso necesario.

El docente, a medida que va siguiendo el proceso del estudiante, interacciona con él conociendo sus intereses, potenciando sus competencias y ayudándole en las necesidades de mejora, por lo que se va creando un conocimiento *con y del* estudiante pues no olvidemos que entendemos el portafolios como un proceso en el que se va construyendo el autorretrato del estudiante (Barrett, 2003, 2009; Paulson, Paulson y Meyer, 2001; Stefani, Mason y Pegler, 2007; Barberà y Martín, 2009; Galván, 2015). Así mismo, el estudiante reconoce al docente como guía y persona implicada en su proceso de formación, personal y profesional. Con el portafolios digital, el estudiante muestra el aprendizaje adquirido y por el que será evaluado y esto implica que los documentos que presenta deben ser comprensibles para un tercero a través de las introducciones, ejemplos, descripciones de las figuras, tablas, etcétera. La competencia de comunicación escrita es primordial en este aspecto, además de ser una competencia básica en el ámbito universitario, pero podemos ir más allá y ayudarnos en el proceso de comunicación utilizando la edición digital.

La comunicación en un medio digital permite no solo la escritura sino la multimedialidad e hipertextualidad. Esto requiere que el estudiante sea autor de las interacciones que suceden dentro, tales como hiperíndices, enlaces a otros documentos del propio portafolios, inserción de imágenes, vídeos, encuestas... y otros objetos integrados en *html* (ver ejemplo en la Figura 3). No obstante, la lectura hipertextual también requiere de una alfabetización digital (Lankshear y Knobel, 2011) por parte de quién la crea y por parte de quién la lee, creándose así una relación semiótica en la lectura del portafolios. Una de las premisas para facilitar la lectura y comprensión del portafolios digital es la existencia de trama y narrativa durante la elaboración del portafolios (Barberà, 2008). En un proceso continuo en el que se van añadiendo nuevos documentos y mejorando los aprendizajes, la trama y narrativa irán variando como también lo hace el proceso de aprendizaje.



Figura 3 Muestra de una evidencia de aprendizaje que contiene un video insertado y una reflexión de aprendizaje

En cuanto el estudiante considera que se adapta a un nuevo proceso de E-A también da importancia a la autorregulación (Galván, 2015). El concepto autorregulación tiene varias perspectivas y modelos para definirse. Schunk y Zimmerman (1994) la definen como los pensamientos, los sentimientos y las acciones que se planifican y se adaptan a la consecución de objetivos personales. La implicación en el interés por los estudios y por la adquisición de competencias, como por otros objetivos personales, son razones que pueden asegurar el procesamiento de información para actuar de manera autorregulada (Valle, Cabanach, Rodríguez y Núñez, 2006). Estas estrategias pueden darse durante el proceso de evaluación de los aprendizajes y más si es de carácter formativa (Bandura, 1986; Guskin, 1994; Jorba y Casellas, 1997), como es lo habitual y recomendado en los portafolios digitales.

EL COMPONENTE REFLEXIVO EN LOS PORTAFOLIOS DIGITALES

We don't learn from experiencia. We learn from reflecting on experience¹

(Dewey, 1938)

El portafolios digital es el punto de encuentro para conocer la experiencia de aprendizaje del estudiante. No es solamente una colección de evidencias sino una reflexión del estudiante que está sometido al desarrollo personal continuo (Rebbeck, 2008). Los docentes que incorporan el aprendizaje por portafolios en el diseño de sus cursos, ofrecen múltiples oportunidades para que los estudiantes se comprometan en la introspección y la reflexión, actividades con grandes valores educativos y de desarrollo (Dee Fink, 2004). Helen Barrett (2003) define el proceso de reflexión como el *"heart and soul"* de un portafolios digital. La reflexión meditada o razonada es como un diálogo con uno mismo que crea relaciones entre: el pasado, el presente y el futuro, la teoría y la práctica, y la visión, los valores y la acción.

En un portafolios, se reflexiona sobre los artefactos o actividades y de su contribución al propósito del portafolios. La reflexión también puede ser un artefacto en sí mismo que demuestra la evolución y el desarrollo. Por tanto, es importante reflexionar sobre lo que representa el portafolios (Hartnell-Young y Morriss, 2007) para el propio estudiante. En esta misma línea, Reiss (2001) afirma que el proceso de reflexión es considerar y sintetizar el trabajo del semestre (en un portafolios de asignatura), citando y haciendo hipervínculos a ejemplos del propio trabajo, del trabajo en grupo y de los recursos externos utilizados.

Grant (2009) nos hace ver dos de los propósitos de incorporar la reflexión de aprendizaje como parte de las evidencias: 1) Ayudar a las personas a comprender sus objetivos, sus intereses, sus motivaciones y su carácter para gestionar mejor sus vidas y 2) Ayudar al aprendizaje individual para la planificación y el desarrollo personal. Muchos investigadores están de acuerdo en que los portafolios digitales aportan varias ventajas, como el uso de una variedad de materiales, poder coleccionar y gestionar documentos, la facilidad de distribuir y presentar el portafolios, y la disponibilidad de retro-alimentación. No obstante, estas ventajas no garantizan la reflexión y el aprendizaje (Sung, Chang, Yu y Chang, 2009; Buzzetto-More, 2010). Por tanto, es necesario revisar las prácticas que fomentan la reflexión en los portafolios. Dysthe y Engelsen (2004) argumentan que la reflexión y la auto-evaluación se dan, en parte, por la selección de documentos para el portafolios. Sin embargo, las ventajas pedagógicas de los portafolios no tienen por qué funcionar en todos los contextos de corta durabilidad como las asignaturas o cuando se trabaja por proyectos. Por esta razón, los autores mantienen la importancia de hacer explícita la necesidad de la reflexión dentro de los portafolios y que sea una parte del trabajo.

La definición de portafolios digital que adoptamos para obtener el máximo de beneficios comprende que el estudiante deje rastro de sus reflexiones de aprendizaje y, por ende, debemos promover que reflexione. La reflexión es un proceso abstracto que puede ir hacia varias direcciones y los estudiantes lo viven con complejidad e incertidumbre en el momento de estructurar y transmitir las propias reflexiones.

1 Traducción al español: No aprendemos de la experiencia. Aprendemos en la reflexión de la experiencia.

Sobre el contenido de las reflexiones en los portafolios podemos hablar de tres grandes posibilidades: 1) Reflexión de los contenidos y aprendizajes, 2) Reflexión de la asignatura y 3) Reflexión sobre el proceso de aprendizaje. Las dos primeras suelen ser las más solicitadas en el ámbito formal mientras que la tercera es recomendable por lo que se explicará con mayor detalle. Los tres casos se muestran a continuación.

1) *Reflexión de los contenidos y aprendizajes*

En el primer caso, el estudiante suele debatir sobre algún concepto, algún procedimiento a partir de fundamentación teórica u otras alternativas. En el aprendizaje de ciencias, se describe el procedimiento de un ejercicio y la discusión del mismo o de los resultados, mayoritariamente, como parte la metodología de aprendizaje basado en problemas, resolución de problemas u otras actividades de enfoques cognitivistas y constructivistas. Normalmente estas reflexiones son una por actividad o por unidades temáticas y suelen estar dirigidas por preguntas del tipo: ¿Qué he aprendido realizando la actividad?, ¿Qué he descubierto?, ¿Hay algo que haría diferente si lo hiciera de nuevo?, entre otras.

2) *Reflexión de la asignatura*

En los portafolios académicos se suele solicitar una reflexión al final de la asignatura que aglutine la satisfacción general acerca de los contenidos, sistema de evaluación, propuestas y sugerencias, problemas y limitaciones encontrados, cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, metodologías utilizadas, etcétera. Este tipo de reflexión tiene un doble propósito. Por una parte, se pretende que el estudiante considere la totalidad de los aprendizajes desarrollados y los logros adquiridos a través del trabajo realizado. Por el otro lado, al docente le sirve para obtener las valoraciones de la asignatura a modo de retro-alimentación y tenerlo en cuenta para los próximos cursos así como para el actual. Con estas reflexiones también se pueden conocer los intereses de los estudiantes y acoger nuevas propuestas de trabajo. Así, el docente tiene más *inputs* para ejercer su responsabilidad en el proceso de E-A, sin olvidar la información que va recibiendo del día a día y de la evaluación continuada.

3) *Reflexión sobre el proceso de aprendizaje*

El caso menos común pero necesario para ayudar a la autorregulación del estudiante a lo largo de su trayectoria formativa es la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje a lo largo de las actividades que se muestran en el portafolios. Esto es distinto a reflexionar sobre los aprendizajes, es una actividad metacognitiva para que el estudiante conozca cómo ha llegado a aprender algo, como lo puede mejorar en un futuro y que debe prevalecer en otras instancias de aprendizaje. En este espacio el estudiante es donde necesita más ayuda dado que no suele tener experiencias previas en las que se le solicite reflexionar sobre el proceso de aprendizaje. Si bien hay otros métodos, inicialmente se puede ofrecer una serie de preguntas a responder del tipo: ¿Qué materiales he utilizado para comprender la información necesaria?, ¿He solicitado ayuda? ¿A quién/es?, ¿Me he quedado con dudas?, ¿He destinado el suficiente tiempo para realizar la actividad correctamente? ¿Estoy satisfecho/a con el esfuerzo realizado y el resultado obtenido?, entre otras. En experiencias previas (Galván, 2015) se presentó una batería de 14 preguntas para que los estudiantes escogieran 3 en cada actividad realizada las cuales podían ser siempre las mismas o ir cambiando en función de los aspectos que se quisieran resaltar en cada una. En el caso de estudiantes que realizaron portafolios digitales cuatro años consecutivos, finalmente realizaban este tipo de reflexión sin necesidad de mirar la pauta, intercalando preguntas y construyendo su propio discurso.

CÓMO SE REFLEXIONA EN EL PORTAFOLIOS DIGITAL

Teniendo en cuenta las fases de elaboración del portafolios, la reflexión se suele escribir al final de cada proceso y antes de cada publicación. En las reflexiones que cierran el conjunto del portafolios, en la última publicación, se demuestra la evolución y se reconsidera la importancia de los logros. La reflexión ayuda a que la elaboración del portafolios digital sea un proceso recursivo (Hartnell- Young y Morriss, 2007) dado que se deben haber seguido las fases anteriores para que presente sugerencias y planes de acción hacia la mejora del aprendizaje.

Por definición de portafolios digital, hay libertad en el “dónde” introducir el texto reflexivo dentro del portafolios como contenido. Las reflexiones pueden estar en cada evidencia, en la página principal a modo de introducción del portafolios o al final de la trama del portafolios, teniendo una función específica según el lugar (presentación o conclusión de cada evidencia o del portafolios). La realización de la página de inicio (presentación del portafolios) también ayuda a promover la reflexión, tanto si se hace al inicio del curso, con la finalidad de marcar objetivos, como al final, con la finalidad de describir y sintetizar los aprendizajes. Manteniendo la estructura de cada documento a lo largo del portafolios ayudaremos a que la lectura tenga una trama y narrativa que va evolucionando durante la asignatura.

Si bien hay varias maneras de presentar las reflexiones, es importante generar ayudas al estudiante. Estas ayudas se pueden incorporar dentro de la metodología del curso. Buzzeto-More (2010), Barberà y Martín (2009) y Barrett (2003) proponen una serie de estrategias para que los estudiantes consideren qué contenido pueden desarrollar dentro de las reflexiones: 1) cuestionarios o guías de reflexión que promuevan el uso de tipos de documentos mencionados, 2) matrices de resultados de aprendizaje y 3) uso de rúbricas que guíen la reflexión de las evidencias de aprendizaje, como se verá en el siguiente apartado.

INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN ACORDES AL APRENDIZAJE CON PORTAFOLIOS DIGITAL

La observación directa del trabajo de los estudiantes y de sus habilidades es conocida como evaluación alternativa (Mateo y Martínez, 2005). La diversidad de denominaciones para la evaluación alternativa no es escasa y podemos encontrar autores que hablen de evaluación directa, evaluación auténtica, evaluación de ejecución y la propia alternativa.

La evaluación directa consiste en evaluar directamente sobre las evidencias más importantes donde se dan la aplicación de conocimientos y de competencias. Un ejemplo sería la observación directa de cómo se lleva a cabo un experimento mientras que un contra-ejemplo sería evaluar a través de un test y valorar si se ha aplicado el conocimiento en las respuestas marcadas (Mueller, 2010).

La evaluación de ejecución se lleva a cabo en 4 pasos por parte de los estudiantes: (a) Estructurar las tareas objeto de evaluación, (b) Aplicar una información previa, (c) Construir respuestas y (d) Explicar el proceso que los ha llevado a una determinada respuesta. Estos 4 pasos se adhieren a lo que sería el proceso de elaboración de un portafolios de curso, tal y como veremos más adelante.

Si las tareas evaluables a ejecutar permiten a los estudiantes demostrar su rendimiento a través de situaciones de la vida real, no son diseñadas por el profesor en el sentido más estricto y los estudiantes están comprometidos, entonces podemos hablar de evaluación auténtica (Meyer, 1992). La evaluación es auténtica cuando tiene sentido por sí sola, cuando el aprendizaje que se mide tiene un valor propio porque lo que se evidencia es la aplicación del conocimiento y competencias asociadas. Por tanto, la evaluación auténtica permite a los educadores reconocer cuáles son las prioridades en el currículo con respecto a los resultados con tal de adaptar el sistema de evaluación y fortalecer el aprendizaje del estudiante (Villardón, 2006). A modo de simulación de una evaluación de ejecución, los métodos evaluativos no se limitan solamente a exámenes sino que incluyen proyectos en los cuáles los estudiantes deben resolver problemas y desarrollar otras competencias como analizar y sintetizar los conocimientos aprendidos.

Para que la evaluación favorezca al aprendizaje podemos acogernos a las condiciones que debe tener el proceso de enseñanza-aprendizaje publicadas por Gibbs (2006) y las cuales se adaptan al trabajo con portafolios digitales, en cuanto a:

A. Cantidad y distribución del esfuerzo: 1) las tareas suponen un esfuerzo y dedicación, 2) el esfuerzo es continuo en todos los temas y durante el período de enseñanza-aprendizaje.

B. Calidad y nivel del esfuerzo del estudiante: 3) las tareas implican la actividad del estudiante en el aprendizaje, 4) comunicar las expectativas de logro para que puedan revisar el trabajo con estos criterios.

C. Calidad y temporalización de la retro-alimentación: 5) dar frecuentemente y detallar los mensajes de retro-alimentación, 6) que la retro-alimentación sea pronto y útil, 7) centrar la información al alumnado en el aprendizaje más que en la calificación.

D. Calidad de la retro-alimentación: 8) relacionar la retro-alimentación con los objetivos de la tarea y los criterios, 9) retro-alimentación comprensible para los estudiantes de su progreso. Puede mejorar a través resúmenes claros y de la discusión de las mejoras que deben hacer los estudiantes.

E. Respuesta de los estudiantes a la retro-alimentación: 10) los estudiantes reciben y prestan atención a la retro-alimentación, 11) los estudiantes prestan más atención si la información les llega pronto y pueden indicar al profesor sobre qué aspectos les interesa recibir la información.

Estas dos últimas dimensiones referentes a la retro-alimentación son las más importantes para enfatizar la relación y cuidado del docente hacia el estudiante.

EL USO DE LA RÚBRICA EN LA EVALUACIÓN DEL PORTAFOLIOS DIGITAL

La naturaleza de la evaluación formativa y continuada del portafolios conlleva también a hacer una valoración bajo la subjetividad del docente. Además, los estudiantes suelen tener incertidumbres en los momentos próximos a las entregas bajo las preguntas de ¿he puesto todo lo que hay que poner?, ¿lo he plasmado como se debiera hacer?, ¿debo escribir más? Cuando existen estas preguntas, es posible que no haya una comprensión completa del significado de portafolios y lo que implica para el beneficio personal. A medida que se vayan realizando más, el estudiante tendrá más herramientas para adoptar el portafolios como un instrumento para su propio aprendizaje. No obstante, si bien

tenemos que remarcar durante las sesiones presenciales y los momentos de retro-alimentación que el portafolios debe evidenciar el aprendizaje y por tanto integrar todos los documentos y experiencias posibles, podemos utilizar otras estrategias como el uso de las rúbricas (Jonsson y Svingby, 2007). Una rúbrica ayuda al docente a saber qué va a evaluar y al estudiante qué aspectos debe tener en cuenta en la elaboración del portafolios desde el inicio y durante la elaboración.

El objetivo del portafolios va más allá de evaluar los propios contenidos. Como se ha visto, también ayuda a desarrollar competencias transversales y las podemos evaluar con el mismo portafolios. Es por esto que la rúbrica de un portafolios contiene dimensiones tales, como: 1) contenidos del portafolios (obligatorios, complementarios), 2) justificación teórica, 3) trama, y aspectos formales de comunicación (gramática, ortografía, coherencia en la estructura), 4) multimedialidad, hipertextualidad y narrativa, 5) reflexión del proceso de aprendizaje, 6) creatividad (representación personal en el portafolios) y 7) seguimiento del proceso. Cabe destacar esta última dimensión en la que se valora si el estudiante ha respondido a los mensajes de retro-alimentación, tanto en respuesta escrita como en tener en cuenta los comentarios para la mejora de las actividades del momento y las realizadas posteriormente. Esto implica que el docente también debe fortalecer la comunicación continua acerca de los portafolios.

Si bien la rúbrica limita la evaluación en cuanto a las dimensiones y nivelaciones construidas, esto puede contradecirse con el concepto de portafolios digital como algo abierto y personalizado al interés académico y profesional del estudiante. No obstante, se intentará que la rúbrica sea una guía para ambos agentes que ayude a optimizar el proceso de aprendizaje.

Un ejemplo de rúbrica para evaluar el proceso y el resultado final del portafolios digital utilizado durante 10 años (Galván, 2015) se muestra en el Anexo 1.

LA TRADICIÓN DE PORTAFOLIOS EN CIENCIAS: EL CASO DE MEDICINA

En medicina se viene utilizando los portafolios desde hace más de 25 años para mostrar evidencias de trabajo y evaluar el desarrollo de las competencias profesionales. Driessen (2008) analizó los usos de los portafolios de aquel momento y obtuvo que había tanto experiencias para potenciar el aprendizaje como para la evaluación. En el primer año de implementación, los estudiantes promovieron la competencia reflexiva y construyeron sus planes de desarrollo profesional acorde a sus intereses y competencias.

En estos estudios se encontraron también con los dilemas que ofrece el uso del portafolios digital como sistema de evaluación y es que los estudiantes no se ven tan libres a la hora de reflexionar así como que a veces puede convertirse en un homólogo de la evaluación sumativa. Además, por la complejidad que conlleva las primeras implementaciones del portafolios digital, se asumen riesgos y limitaciones que implican la necesidad de una mejora en el seguimiento por parte de los mentores así como el soporte institucional para fortalecer las estrategias de aprendizaje profundo (Biggs, 1987). Estos resultados siguen vigentes en las experiencias actuales.

PORTAFOLIOS EN OTRAS DISCIPLINAS CIENTÍFICAS Y SOLUCIONES INSTITUCIONALES

En menor medida hay otras titulaciones en las que algunos profesores han empezado a trabajarlos con los estudiantes. Sin embargo, haciendo una búsqueda entre la literatura y por internet de algunos ejemplos podemos encontrar portafolios visibles de Ciencias ambientales, Odontología, Farmacia, Biología y Química entre otros. Los portafolios de estas disciplinas tienen algo en común y es el soporte que la institución les ofrece. Hay universidades como San Francisco State University, Auburn University, University at Buffalo o University of Edinburgh que tienen un centro de soporte especializado para ayudar tanto a los docentes como a los estudiantes a sacar el máximo beneficio de la implementación de los portafolios. Esto incluye la formación sobre las plataformas, sobre los portafolios digitales, para desarrollar los planes docentes, para preparar las metodologías docentes, para crear planes de desarrollo profesional con los estudiantes, dar soporte en la escritura y en las presentaciones, entre otros. En el caso de San Francisco State University la implementación de portafolios pasa también por el hecho de que los mentores de Medicina acaban involucrando a los médicos internos en proyectos, presentaciones y en la difusión de las investigaciones como complemento de su formación y elementos del portafolios.

El portafolios en estas disciplinas, además de servir para evidenciar las competencias profesionales y académicas también sirve a los estudiantes como manual de procedimientos ilustrados con fotografías (a veces propias) y anotaciones de logros, errores y consejos, tal y como ya lo hacía el propio Da Vinci (ver Figura 4).

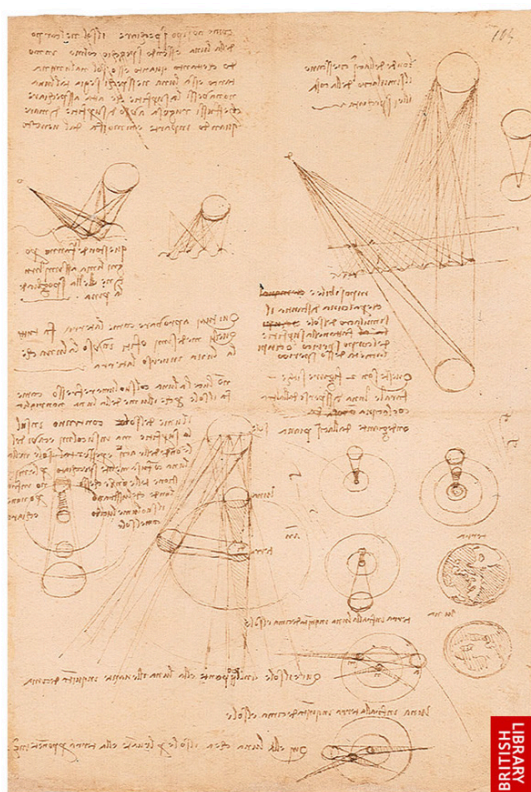


Figura 4. Anotaciones de Leonardo Da Vinci a modo de ejemplo para mejorar el aprendizaje. Título de la imagen: Drawings and notes on the moon's reflection of light ff.103v-104. Fuente: The Leonardo Notebook de British Library, online.

INTRODUCCIÓN A LAS PLATAFORMAS UTILIZADAS PARA ELABORAR PORTAFOLIOS DIGITALES

Entre las plataformas utilizadas por las experiencias de ciencias encontramos la misma variedad que para cualquier otra disciplina: eFolio y Portfolium (SF State), Mahara (Odontología en la Universidad de Barcelona), Google Sites y Blogger (University at Buffalo), Wix, entre otros (Aguado y Galván, 2011). Estas plataformas son sistemas de gestión del aprendizaje (LMS- *learning management systems*) y algunas son propias de creación de blogs y páginas web que podrían tener cualquier otro uso.

Dentro de las plataformas creadas específicamente para el uso de portafolios digitales encontramos Carpet Digital ©, actualmente disponible en <http://carpetadigital.greav.net> y <http://portafoli.ub.edu>. Esta plataforma se ha diseñado tecno-pedagógicamente para los procesos de evaluación de competencias centrados en el estudiante y contextualizados en una formación continua. Esto se detecta en cuanto la plataforma tiene las funciones necesarias para cada perfil (docente, estudiante, administrador) manteniendo la privacidad de los contenidos y acciones de cada uno de ellos y siendo permanente más allá del fin de la asignatura o curso.

Además de estos, la plataforma cuenta con una serie de valores añadidos para el proceso de enseñanza-aprendizaje que no tienen las plataformas generadoras de web (Rodríguez-Illera, Aguado, Galván y Rubio, 2009; Rodríguez-Illera, Rubio, Galván y Barberà, 2014). Como por ejemplo:

a) Funciones de gestión de la asignatura: calendario, documentos del profesor, descripción de las actividades y edición de las mismas, avisos del profesor, entre otros.

b) Funciones de seguimiento y evaluación de los portafolios digitales para el docente: aviso de nuevos portafolios por revisar y documentos pendientes de ver, asignación de estado del portafolios y documentos (visto, apto, no apto, mensaje), retro-alimentación dialogada entre docente/s y estudiante en cada documento, grupo de documentos o dirigida al conjunto del portafolios, visualización de las competencias trabajadas por los estudiantes, histórico del avance del portafolios y de las retro-alimentaciones, entre otros (Figura 5).

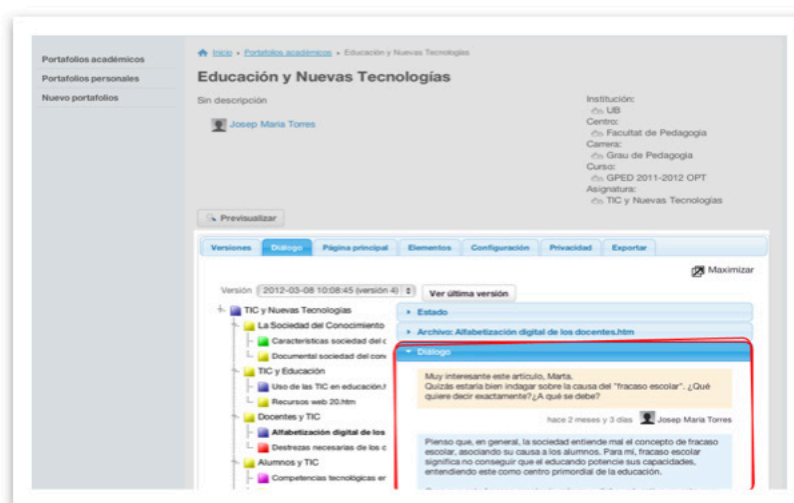


Figura 5: Diálogo entre docente y estudiante de una evidencia del portafolios

a) Privacidad, permanencia y propiedad: cada usuario tiene acceso privado a su espacio y se convierte en propietario de los contenidos que edita en el mismo, la institución académica abre la cuenta pero no la cierra, cada usuario crea y almacena tantos documentos como sea necesario y puede configurar y publicar varios portafolios, es el estudiante quién selecciona los documentos y configura el portafolios que verá el docente en el momento de cada publicación.

b) La plataforma permite que cada estudiante tenga varios portafolios, académicos y personales, y puede enviarlo a otros invitados para que lo vean y/o comenten de manera pública y privada.

c) Los estudiantes pueden etiquetar los documentos, grupos de documentos y portafolios con las competencias que están desarrollando y demostrando además de añadir el % de consecución. A partir de aquí podrán construir portafolios con una o más competencias.

d) Tanto los estudiantes como los docentes pueden tener la información actualizada de distintos usuarios de redes sociales e integrar los posts en documentos del portafolios. De este modo se pretende aprender a seleccionar aquellos usuarios que pueden aportarnos información e ideas para relacionarla con los aprendizajes académicos.

Este conjunto de propiedades hacen que la plataforma Carpeta Digital sea un híbrido de generador de portafolios digitales y un espacio personal de aprendizaje (PLE) para ser utilizado en la educación superior actual.

APORTE DE CARPETA DIGITAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN DISCIPLINAS CIENTÍFICAS

Carpeta Digital© tiene un editor de contenidos en *html* y con sistema WYSIWYG (*what you see is what you get*) que permite editar en *html* sin necesidad de conocer código. También permite incluir imágenes, tablas, audios, vídeos, hipervínculos, enlaces a otros documentos del portafolios y a diferencia de otros editores contiene dos editores más integrados: MathML y LaTeX. De este modo los estudiantes pueden añadir las fórmulas y gráficos necesarios para realizar sus actividades en el portafolios. Esto junto a las tablas y vídeos (guardados en Youtube, Vimeo u otro) permitirá demostrar los procesos de resolución de problemas con el máximo de evidencias posibles (Figura 6).

Barra de herramientas donde se encuentra el editor de Mathml (1) y LaTeX (2)

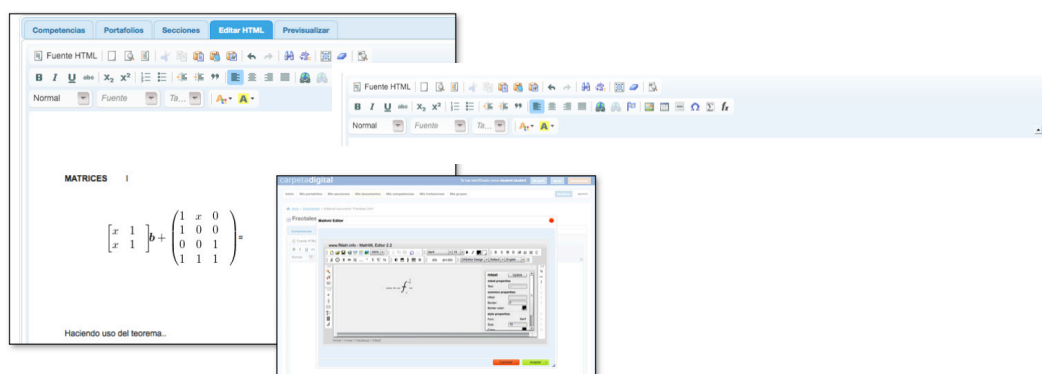


Figura 6 Muestra de los editores MathML y LaTeX en Carpeta Digital (c)

Las aportaciones que puede ofrecer Carpeta Digital© u otra plataforma siempre pueden ser superadas con la creatividad y desempeño que los estudiantes potencian cuando hay motivación y posibilidades de centrarse en sus intereses.

REFLEXIONES FINALES

En el capítulo se ha mostrado la versatilidad del portafolios digital en la educación superior y la complejidad que conlleva su implementación desde la elección de la plataforma, la planificación docente, la formación de los usuarios, la elaboración digital de un producto que continuamente se está elaborando, el proceso reflexivo de los aprendizajes y la gestión de la evaluación formativa. Todos estos aspectos implican tanto al estudiante como al docente en un proceso activo y continuo y seguramente con frecuentes retos a resolver. Esto favorece la responsabilidad de ambos agentes en el proceso educativo y fomenta la relación educativa hacia el desarrollo profesional y personal de futuros profesionales.

Para acabar quisiera lanzar la siguiente pregunta: ¿Por qué el uso de portafolios digitales se considera una innovación pedagógica? Siguiendo las premisas del presente capítulo, se pretende potenciar el aprendizaje de los estudiantes dando acogida a un aprendizaje transversal, transdisciplinar y entre contextos, dando pie a un aprendizaje sin costuras (Kuh, 1996) que va más allá de los contenidos y las actividades del aula. No hay que olvidar que como todo proceso de innovación se necesita encontrar la motivación de los agentes implicados para superar las limitaciones y retos que se presenten en el día a día y valorar, finalmente, los beneficios de la experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, G. y Galván, C. (2011, marzo). *Portafolios, herramientas disponibles*. Jornades de Tecnologia Docent, Universitat de Barcelona, Barcelona, ES. Disponible en: www.ub.edu/jtd/portafolis/aguado.html
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. New Jersey: Prentice Hall.
- Barberà, E. (2008). *El estilo e-portfolio*. Barcelona: Editorial UOC.
- Barberà, E. y Martín, E. (2009). *El portafolios electrónico*. Barcelona: UOC.
- Barrett, H. (2003). *The ePortfolio: a revolutionary tool for education and training?* First International Conference on the e-Portfolio, Poitiers, FR. Disponible en: <http://electronicportfolios.org/portfolios/eifel.pdf>
- Barrett, H. (2009). *Electronic portfolios* (Helen Barrett's web). <http://electronicportfolios.com>
- Biggs, J. (1987). *Student approaches to learning and studying*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- British Library (2017). *Drawings and notes on the moon's reflection of light ff.103v-104. The Leonardo Notebook*. <http://www.bl.uk/onlinegallery/ttp/leonardo/accessible/pages15and16.html#content>
- Buzzetto-More, N.A. (2010). *The E-Portfolio Paradigm: Informing, Educating, Assessing, and Managing With E-Portfolios*. California: Informing Science Press.
- De la Fuente, J. y Justicia, F. (2004). *Regulación de la enseñanza para la Autorregulación del aprendizaje en la Universidad*. Aula Abierta, 82, 161-170

Dee Fink, L. (2004). *Learning Portfolios: A powerful Tool for Enhancing Course Design*. En: Zubizarreta, J. (Ed.), *The learning portfolio. Reflective practice for Improving Student Learning* (pp.92-99). San Francisco: Anker.

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Collier Macmillan.

Driessen, E. (2008). *Educating the self-critical doctor. Using a portfolio to stimulate and assess medical students' reflection*. Tesis doctoral, Universiteit Maastricht.

Dysthe, O. y Engelsen, K. S. (2004). *Portfolios and assessment in teacher education in Norway_: a theory-based discussion of different models in two sites*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29(2), 239-258.

Galván-Fernández, C. (2015). *El desarrollo del conocimiento metacognitivo con portafolios digitales en Educación Superior (Tesis doctoral inédita)*. Universitat de Barcelona. Barcelona. <http://www.tdx.cat/handle/10803/371452>

Gibbs, G. (2006). *How assessment frames student learning*. En: C. Bryan y K. Clegg (Eds.) *Innovative Assessment in Higher Education*, pp.23-26. New York: Routledge.

Grant, S. (2009). *Electronic Portfolios: Personal information, personal development and personal values*. Oxford: Chandos Publishing.

Guskin, A. (1994). *Reducing student costs and enhancing student learning: Restructuring the rule of faculty*. *Change*, 26(5), 16-25.

Hartnell-Young, E. y Morriss, M. (2007). *Digital Portfolios. Powerful Tools for Promoting Growth and Reflection*. London: Corwin Press.

Jonsson, A. y Svingby, G. (2007). *The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences*. *Educational Research Review*, 2(2), 130–144. doi:10.1016/j.edurev.2007.05.002

Jorba, J. y Casellas, E. (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Madrid: Síntesis.

Kuh, G. D. (1996). *Guiding principles for creating seamless learning environments for undergraduates*. *College Student Development*, 37(72), 135-148.

Lankshear, C. y Knobel, M. (2011). *Nuevos alfabetismos. Su práctica cotidiana y el aprendizaje en el aula*. Madrid: Morata.

Mateo, J. y Martínez, F. (2005). *L'avaluació alternativa dels aprenentatges*. Barcelona: ICE-UB.

Meyer, C. (1992). *What's the difference between "authentic" and "performance" assessment?* *Educational Leadership*, 49(8), 39-40.

Mueller, J. (2010). *Authentic Assessment Toolbox*. Disponible en: <http://jonathan.mueller.faculty.noctrl.edu/toolbox/index.htm>

Paulson, L.; Paulson, P. y Meyer, C. (1991). *What makes a Portfolio a Portfolio? Eifht thoughtful guidelines will help educators encourage self-directed learning*. *Educational Leadership*, 60–63.

Rebbbeck (2008) citado en JISC (2008). *Effective Practice with e-Portfolios. Supporting 21st Century learning*. JISC: Bristol.

Reiss, D. (2001). *Reflective webfolios in a humanities course*. En; B.L. Cambridge, S. Kahn, D.P. Tompkins y K.B. Yancey (Eds), *Electronic portfolios: Emerging practices in student, faculty and institutional learning*, (pp. 31-36). Washington: American Association for Higher Education.

Rodríguez-Illera, J.L.; Aguado, G.; Galván, C. y Rubio, M.J. (2009). *Portafolios electrónicos para propósitos múltiples: aspectos de diseño, de uso y de evaluación*. *Revista de Educación a Distancia-RED*, 9(8), Disponible en: <http://www.um.es/ead/red/M8/>

Rodríguez-Illera, J.L.; Rubio, M.J.; Galván, C. y Barberà, E. (2014). *Diseño de un entorno mixto e-portfolio/PLE centrado en el desarrollo de competencias transversales*. *EDUTEC, Revista Electrónica*

de Tecnología Educativa, 47. Disponible en: http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec47/n47_Rodriguez-Rubio-Galvan-Barbera.html

Rubio, M.J.; Galván, C. y Rodríguez Illera J.L. (2013). Propuesta didáctica para el uso de portafolios digitales en educación superior. EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 43. Recuperado de: http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec43/propuesta_didactica_portafolios_digitales_educacion_superior.html

Schunk, D. y Zimmerman, B. (1994). *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications*. New Jersey: Erlbaum.

Stefani, L.; Mason, R. y Pegler, C. (2007). *The Educational Potential of e-portfolios: supporting personal development and reflective learning*. Oxon: Routledge.

Sung, Y.-T.; Chang, K.-E.; Yu, W.-C. y Chang, T.-H. (2009). Supporting teachers' reflection and learning through structured digital teaching portfolios. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(4), 375-385. doi:10.1111/j.1365-2729.2009.00312.x

Valle, A.; Cabanach, R. G.; Rodríguez, S. y Núñez, J. C. (2006). Metas académicas, estrategias cognitivas y estrategias de autorregulación del estudio. *Psicothema*, 18, 165-170.

Villardón, L. (2006). Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 57-76.

PARA SEGUIR LEYENDO...

1) Gachago, D. (2009). CSE ePortfolio pilots 2007 / 2008 – student feedback, (April 2008), 1–15. Retrieved from http://www.scieng.ed.ac.uk/LTStrategy/resources/ePortfolio_feedback_pilots_2008_report_v0.5.pdf

Implementación de portafolios digitales en College of Science and Engineering (CSE). Encontrará el proceso ejecutado y la valoración de los estudiantes.

2) Barberà, E. y Martín, E. (2009). *Portfolio Electrónico: aprender a evaluar el aprendizaje*. Barcelona: Editorial UOC.

Libro de referencia para la elaboración de portafolios digitales con ejemplos y pautas para la trama, narrativa, reflexiones y estrategias de evaluación.

3) Rodríguez Illera, J.L.; Galván-Fernández, C. y Martínez-Olmo, F. (2013). El portafolios digital como herramienta para el desarrollo de competencias transversales. *Teoría de La Educación Y Cultura En La Sociedad de La Información*, 14(2), 155–177. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/2010/201028055007.pdf>

Explicación de cómo comprendemos el portafolios digital para la educación superior y la fundamentación teórica para el diseño de Carpeta Digital. También se presentan resultados de cómo el portafolios ayuda a desarrollar competencias metacognitivas.

4) Rodríguez-Illera, J.; Rubio Hurtado, M.J.; Galván-Fernández, C. y Barberà, E. (2014). Diseño De Un Entorno Mixto E-Portfolio / Ple Centrado En El Desarrollo De Competencias Transversales Design of an Hybrid Environment E-Portfolio / Ple for the Development. EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 47, 1–17.

Descripción de las últimas novedades de la plataforma Carpeta Digital en cuanto a espacio personal de aprendizaje en el ámbito universitario.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

1) Acceso e información de la plataforma Carpeta Digital©:

<http://greav.ub.edu/esp/id/proyectos-en-curso/entorno-mixto-e-portfoliopl.html>

<http://app.carpeta digital.net>

En el primer enlace encontrará información sobre la finalidad de la plataforma y proyectos de innovación docente e investigación asociadas. El segundo enlace lleva a la plataforma Carpeta Digital©, en caso de no tener acceso de usuario podrá consultar videos de estudiantes en los que explican su experiencia con la plataforma. Si desea más información pueden escribir al mail de consultas: soporte@greav.net

2) Información y recursos ofrecidos en la San Francisco State

<http://eportfolio.sfsu.edu/home>

Encontrará guías para el docente y para el estudiante para las dos plataformas utilizadas, una colección de portafolios de estudiantes y otros recursos para ayudar durante la implementación de los portafolios digitales.

3) Asociaciones de portafolios digitales internacionales

Europortfolio: <http://www.eportfolio.eu>

AAEEBL (The Association for Authentic, Experiential and Evidence-Based Learning): <http://www.aaeebl.org>

Encontrará información sobre proyectos internacionales, eventos y conferencias de ámbito internacional y distintas disciplinas.

4) Electronic portfolios (Helen Barrett's web)

<http://electronicportfolios.com>

Encontrará información de divulgación para comprender y utilizar portafolios digitales de la mano de una de las referentes principales en portafolios digitales, Helen Barrett.

5) Conferencia de Trent Batson y Melissa R. Peet (Marzo, 2010)

<https://www.youtube.com/watch?v=Z1PGOGdtVJw>

Encontrará la conferencia ePortfolio and the Emergent Learning Ecology de Trent Batson (presidente de AAEEBL y referente en portafolios digitales) y Melissa R. Peet, ofrecida en la CollabTech 2010. La conferencia tiene una duración de 45 minutos. Aún siendo del 2010 es actual a los tiempos de hoy día.

ANEXO 1

RÚBRICA PARA EVALUAR PORTAFOLIOS DIGITALES
UTILIZADA POR GALVÁN (2015)

ÍTEM	NIVEL 1 0 puntos	NIVEL 2 3 puntos	NIVEL 3 5 puntos	NIVEL 4 7 puntos
Navegación/ Trama 5%	No presenta introducción o sólo la presenta al inicio de del portafolios (Pantalla principal), o la introducción no explica los objetivos o contenido del documento. Los nombres de los documentos son inadecuados o no son representativos e identificativos conforme el contenido del documento.	Presenta una introducción en la Pantalla principal del portafolios y sólo algunos documentos contienen introducciones. Los nombres de los documentos no siempre son indicativos ni adecuados a su contenido.	Presenta, al menos, introducción con objetivos al inicio del portafolios y en todas o en la mayoría de los documentos. Los nombres de los documentos corresponden en su mayoría con el contenido y son adecuados a los mismos.	Presenta introducción con objetivos al inicio del portafolios (en la Pantalla Principal) y al inicio de cada documento. Los nombres de los documentos representan el contenido y están incluidos en secciones adecuadas a los mismos. Además, se presentan conclusiones que cierran las evidencias (documentos). Se incluyen hipervínculos internos y externos apropiados al contenido.
Gramática y ortografía 5%	El texto tiene errores importantes gramaticales, ortográficos, de puntuación y de expresión. Se requiere edición y revisión completa. (MÁS DE 6 ERRORES)	El texto tiene errores gramaticales, ortográficos, de puntuación y de expresión. Requiere revisión y edición en grado medio. (De 4 a 6 ERRORES)	El texto tiene pocos errores gramaticales, ortográficos, de puntuación y de expresión. Se requiere una revisión y una edición menor.	El texto no tiene errores gramaticales, ortográficos, de puntuación ni de expresión.
Organización del portafolios 5%	Los documentos no están en las secciones correspondientes o se incluyen documentos no relacionados (de manera justificada) con el objetivo del portafolios.	El portafolios está organizado a través de secciones pero algunos documentos no están relacionados con la sección en la que se encuentra.	El portafolios está organizado a través de secciones y los documentos se encuentran en su correspondiente sección.	El portafolios está organizado a través de secciones y los documentos se encuentran en su correspondiente sección. Los documentos tienen un orden lógico (importancia, cronológico, alfabético,...)
Contenido 50%	Nada o parte del contenido del portafolios no corresponde a la asignatura y no está justificado. No contiene todas las actividades que se han solicitado en la asignatura.	El contenido del portafolios corresponde al mínimo solicitado en la asignatura (actividades y reflexiones).	El contenido del portafolios corresponde a la asignatura y hay otras evidencias voluntarias y justificadas.	El contenido del portafolios corresponde a la asignatura, se relaciona de manera justificada con otros temas (asignaturas o experiencias) y se percibe conocimiento de la asignatura para su posterior aplicación en otros campos.

Uso multimedia 5%	Las fotografías, la gráfica, los sonidos, y/o videos son inadecuados o quitan mérito al contenido.	Algunas de las fotografías, gráfica, sonido y/o video son inadecuados o no crean interés, y son ejemplos inadecuados de algún contenido en concreto.	La mayor parte de las fotografías, gráfica, sonido y/o video realzan declaraciones reflexivas, crean el interés, y son ejemplos apropiados de uno o varios contenidos.	Todas las fotografías, gráfica, sonido y/o video realzan declaraciones reflexivas, crean el interés, y son ejemplos apropiados de uno o varios contenidos.
Reflexión de artefactos 20%	Ninguna de las evidencias presentan: introducción, justificación de la importancia de la evidencia (documento/actividad), referencia a las competencias que se están desarrollando, a conocimientos (propios de la asignatura) , a conocimientos/experiencias previas, ni a fuentes de información, etc.	Pocas evidencias presentan: introducción, justificación de la importancia de la evidencia (documento/actividad), referencia a las competencias que se están desarrollando, a conocimientos (propios de la asignatura) , a conocimientos/experiencias previas, y a fuentes de información, etc.	La mayoría de las evidencias presentan: introducción, justificación de la importancia de la evidencia (documento/actividad), referencia a las competencias que se están desarrollando, a conocimientos (propios de la asignatura) , a conocimientos/experiencias previas, ni a fuentes de información, etc.	Todas las evidencias presentan: introducción, justificación de la importancia de la evidencia (documento/actividad), referencia a las competencias que se están desarrollando, a conocimientos (propios de la asignatura) , a conocimientos/experiencias previas, y a fuentes de información, etc.
Creatividad 5%	No añade elementos complementarios (audiovisuales o de conocimiento) a las evidencias que favorezcan la lectura, la calidad y la expresividad de la evidencia e incluso la identidad del estudiante.	Añade elementos complementarios (audiovisuales o de conocimiento) en algunas de las evidencias favoreciendo la lectura, la calidad y la expresividad de la evidencia e incluso la identidad del estudiante.	Añade elementos complementarios (audiovisuales o de conocimiento) en la mayoría de las evidencias favoreciendo la lectura, la calidad y la expresividad de la evidencia e incluso la identidad del estudiante.	Añade elementos complementarios (audiovisuales o de conocimiento) en todas las evidencias favoreciendo la lectura, la calidad y la expresividad de la evidencia e incluso la identidad del estudiante.
Seguimiento 5%	Ha presentado la mayoría de las evidencias, o todas, al finalizar la asignatura. No ha contestado a los mensajes de retro-alimentación ni los ha tenido en cuenta para modificar los cambios solicitados ni en futuros documentos.	Ha presentado cerca de la mitad de las evidencias al finalizar la asignatura. Ha contestado pocos mensajes de retro-alimentación y además no los ha tenido en cuenta para modificar los cambios solicitados ni en futuros documentos.	La mayoría de las evidencias se han entregado según el calendario establecido (o en fechas cercanas y posteriores). Ha contestado pocos o algunos mensajes de retro-alimentación pero los ha tenido en cuenta para modificar los cambios solicitados y en futuros documentos.	Todas las evidencias se han entregado dentro de los plazos marcados en el calendario. Ha contestado gran parte o todos los mensajes de retro-alimentación y los ha tenido en cuenta para modificar los cambios solicitados y en futuros documentos.

LABORATORIOS VIRTUALES Y REMOTOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Antonio Quesada y Marta Romero Ariza
 Departamento de Didáctica de las Ciencias
 Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
 Universidad de Jaén
 antquesa@ujaen.es; mromero@ujaen.es

INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han convertido en un componente omnipresente en casi todas las facetas de nuestra vida cotidiana, incluyendo el ámbito educativo. Actualmente existe una enorme cantidad de recursos didácticos mediados por la tecnología, que utilizados adecuadamente ofrecen oportunidades para la innovación y la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Ariza y Quesada, 2014, 2011; Pintó, Couso y Hernández, 2010; Webb, 2005).

Los principales recursos tecnológicos empleados en el ámbito de la educación científica pueden utilizarse para diseñar tareas interactivas, para representar y organizar el conocimiento, como herramientas de modelización y para visualizar o investigar sistemas y fenómenos. En este último grupo, nos encontramos con las simulaciones y los laboratorios virtuales o remotos* (Ariza y Quesada, 2014; Pintó, Couso y Hernández, 2010).

Los recursos didácticos mediados por la tecnología pueden ofrecer al alumnado de ciencias entornos virtuales de aprendizaje con distinto grado de interactividad para poder experimentar sobre objetos e ideas que capten y despierten su interés por los contenidos y aspectos de la faceta científica. Algunos autores señalan que, en general, los jóvenes de hoy en día muestran una predisposición positiva hacia el recurso tecnológico, así como un talento específico para los aspectos viso-espaciales y virtualmente manipulativos (Habraken, 2004 citado en Stuckey-Mickell y Stuckey-Danner, 2007). Este hecho debería ser aprovechado para ofrecerles oportunidades de aprendizaje sustentadas principalmente en la interactividad y la indagación. La posibilidad de interaccionar de una forma multimodal y dinámica, utilizando diversos lenguajes de representación, a través de e-laboratorios que utilizan recursos coherentemente integrados con la teoría de aprendizaje multimedia, abre un amplio abanico de posibilidades y estrategias para que el estudiante se involucre activamente en el experimento y pueda, en definitiva, trabajar aspectos de la faceta científica a través de las denominadas habilidades de indagación (*inquiry skills*).

La proliferación de los e-laboratorios, así como la relativa facilidad para acceder a ellos en sus diversas modalidades, virtuales o remotos, nos invita a revisar nuestras prácticas docentes. En esta

* En este capítulo utilizamos el término e-laboratorio para referirnos al entorno virtual, simulado o remoto sin distinción entre ellos a no ser que explícitamente se indique lo contrario. Así mismo, queremos indicar que en este caso "e-laboratorio" no tiene porqué asociarse a una enseñanza exclusivamente a distancia o no presencial. En el correspondiente apartado se establecerán las diferencias entre virtual, simulado y remoto.

línea, los e-laboratorios nos ofrecen nuevas oportunidades y entornos para reorganizar y re-imaginar los trabajos prácticos experimentales y reubicarlos en los enfoques de renovación que, desde diversos ámbitos, se nos reclaman (Rocard, 2007), retomando el papel que les corresponde en la educación científica (Hofstein y Lunetta, 2004). Al mismo tiempo, la introducción de los e-laboratorios en las clases de ciencias aumentaría no solo la variedad de recursos y de enfoques didácticos empleados, sino también las posibilidades de trabajar de forma significativa y transferible los contenidos científicos (Ariza y Quesada, 2014).

La utilidad, percibida por el docente, de un entorno tecnológico que vaya a ser utilizado en sus clases de ciencias (en el caso que nos concierne los e-laboratorios), dependerá, entre otros factores, de atributos clave tales como la granularidad y reusabilidad del recurso (Ariza y Quesada, 2011). La granularidad de un objeto de aprendizaje está relacionada con su diseño, siendo esta la propiedad que incrementa su versatilidad y maximiza el número de situaciones en las que el recurso puede ser utilizado. Se requiere un nivel mínimo de granularidad para asegurar la autonomía (*stand-alone*) del recurso y poder alcanzar los objetivos formativos embebidos en el diseño. Por otro lado, la reusabilidad es la característica del recurso relacionada con la posibilidad de ser aplicado con éxito a diferentes audiencias, contextos educativos o utilizarlo de tal forma que permita alcanzar diversos resultados y objetivos de aprendizaje, ya sea utilizando el recurso tal cual, con ligeras modificaciones o en combinación con otros recursos (Ariza y Quesada, 2011). En este sentido, algunos e-laboratorios reúnen estos requisitos por lo que potencialmente se convierten en recursos tecnológicos de elevado valor didáctico.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente mencionados, el principal objetivo de este capítulo es revisar y discutir la utilización de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de las ciencias, promoviendo la reflexión en torno a su potencial educativo y a un uso crítico de estos. Para ello, en primer lugar se revisará la terminología empleada en este ámbito desde sus orígenes y se discutirá cómo estas herramientas pueden contribuir al desarrollo de trabajos prácticos y experimentos en la enseñanza de las ciencias. A continuación, se presentarán algunas de las evidencias disponibles acerca de sus posibles beneficios. Además se introducirán algunas recomendaciones y criterios tecnológicos y didácticos que han sido utilizados para guiar el diseño y uso eficaz de estos recursos. En la parte final del capítulo se ofrecen ejemplos de buenas prácticas y repositorios.

APROXIMACIÓN A LOS E-LABORATORIOS

Debemos tener en cuenta que el concepto de laboratorio virtual no es exclusivo ni específico del ámbito educativo. Estos recursos ya formaban parte de la actividad científica disciplinar antes de su importación y adaptación al ámbito formativo. Dentro del contexto de investigación científica disciplinar, en 1999, un grupo de expertos expuso los principios básicos sobre la conceptualización de los laboratorios virtuales. Tal y como lo definieron en sus orígenes el laboratorio virtual es:

“Un espacio electrónico de trabajo concebido para la colaboración y la experimentación a distancia con objeto de investigar o realizar otras actividades creativas, y elaborar y difundir resultados...” (Vary, 2000, p. 1).

Subyacen en esta primera aproximación grandes ideas que actualmente están indisolublemente unidas a una concepción de la enseñanza de las ciencias alineada con los estándares de aprendizaje del siglo XXI y el papel de los trabajos prácticos experimentales (Hofstein y Lunetta, 2004), entre las que cabe destacar el aprendizaje por investigación o indagación (Rocard, 2007), la colaboración y la democratización del conocimiento.

El uso cada vez más extendido de los e-laboratorios ha provocado la diversificación de terminologías, de modo que, como han apuntado algunos autores, los términos laboratorio virtual, electrónico, simulado y remoto aparecen en ocasiones, indistintamente utilizados o integrados con otras acepciones.

En primer lugar, deberíamos acotar los términos laboratorio virtual y laboratorio remoto y matizar algunas de las principales diferencias con los laboratorios físicos, presenciales o reales. Algunos de los criterios utilizados para clasificar las diferentes modalidades de entornos de experimentación se basan en la forma de acceso que puede ser local o remota, o en la naturaleza del propio laboratorio, simulado o real (Heradio et al., 2016). Algunas definiciones son inconsistentes e incluso ambiguas utilizando distinta nomenclatura para el mismo concepto; este es el caso de los términos laboratorios webs, laboratorios virtuales, laboratorios de aprendizaje "*distributed*" o laboratorios "*hands-off*". Este último término, también referido a los laboratorios remotos (Lowe, Murray, Liu, Lindsay y Bright, 2007), surge como contraposición a la expresión anglosajona "*hands-on*", que hace referencia al trabajo práctico experimental llevado a cabo en el laboratorio presencial. Por tanto, en este sentido, algunos autores hacen dos grandes distinciones, el laboratorio virtual y el físico. En el caso de un laboratorio físico el usuario puede manipular el equipamiento presencialmente (*on-site*) o en remoto, y por tanto, un laboratorio remoto es de alguna forma físico, pero operado a distancia (Potkonjak et al., 2016). Los laboratorios virtuales pueden basarse en simulaciones embebidas en la interfaz gráfica sin que necesariamente se tenga que operar, bien de forma sincrónica o asincrónica sobre ningún tipo de material real. Podemos definir los laboratorios virtuales como programas de simulación o imitación del experimento real, que permiten al estudiante llevar a cabo el experimento desde el ordenador (o equivalente como puede ser un dispositivo móvil, Smartphone o tablet). Estos a su vez se pueden clasificar en laboratorios basados en software o laboratorios basados en recursos web (Sancristobal et al., 2012). Los primeros no necesitan conexión a internet y pueden ser instalados en el dispositivo local, mientras que los segundos, son aplicaciones que están en un servidor, desde el cual el usuario accede a través de internet y generalmente utilizando un navegador. En determinadas ocasiones, los propios laboratorios virtuales simulan de una forma hiperrealista, no solo fenómenos o procesos, sino el propio entorno físico de experimentación, permitiendo al avatar del usuario moverse y manipular objetos para llevar a cabo el experimento.

Los laboratorios remotos son sistemas que permiten al usuario utilizar instrumentación y montajes experimentales reales, de forma sincrónica o asincrónica, a través de internet, en la mayoría de los casos a través de un navegador (Sancristobal et al., 2012). Un laboratorio remoto es una aproximación híbrida que proporciona un acceso emulado o a través de internet a un montaje experimental real (Diwakar, 2006), proporcionando a los usuarios oportunidades de acceder a la adquisición de datos reales y controlar diversos factores/variables del experimento de forma remota. Los laboratorios remotos, permiten por tanto al usuario llevar a cabo el experimento y algunas tareas de laboratorio a través de internet, sin tener que estar presencialmente frente al equipo experimental.

En la tabla 1 se muestran algunas ventajas e inconvenientes para los distintos laboratorios y a modo de resumen, los rasgos característicos de cada uno de ellos y sus propias peculiaridades, ampliándose algunas de las definiciones ofrecidas en este apartado (Nedic, Machotka y Nafalski 2003; Ma y Nickerson, 2006).

Tabla 1. Comparativa de ventajas y desventajas de los laboratorios reales, virtuales y remotos (Traducido y adaptado de Nedic, Machotka y Nafalski 2003; Ma y Nickerson 2006) .

Tipo	Ventajas	Inconvenientes
Real: Este tipo de recursos implican un proceso físico real y poseen dos características que los distinguen de los otros dos: toda la configuración del equipo necesario para llevar a cabo el laboratorio se establece físicamente y los estudiantes están físicamente presentes en el laboratorio	Datos reales Interacción con equipamiento físico (habilidades motrices y de manipulación de equipamiento) Trabajo colaborativo (presencial) Posibilidad de interaccionar con el profesorado (presencial)	Restricciones de tiempo y espacio Requiere planificación previa en términos de espacios físicos y tiempo Costes Generalmente requiere la supervisión de un especialista
Virtual: Los laboratorios simulados son imitaciones simuladas de los experimentos y/o fenómenos reales. La infraestructura no es real sino simulada	Adecuado para explicación de conceptos Interactivos Bajo coste Sin excesivas restricciones de tiempo y espacio.	Datos idealizados (sin errores asociados a la medida) Ausencia de colaboración presencial
Remoto: Los laboratorios remotos se caracterizan porque "median" la realidad. Al igual que los reales es necesario espacio y equipamiento. En este caso los experimentos sirven para obtener los datos y controlar el equipamiento. La realidad es mediada por la distancia	Interacción con equipo real Ausencia de calibración Datos reales Ausencia de restricciones de tiempo y espacio Coste medio	"Presencia virtual" en el laboratorio Limitación sincrónica (usuarios previa cita)

Para finalizar este apartado nos gustaría mencionar que en la literatura especializada, reconocidos autores en el ámbito de la enseñanza de las ciencias como Zacharia y Michael (2015), Zacharia y de Jong (2014), entre otros, utilizan los términos *Virtual manipulatives* (VM) para hacer referencia a recursos que solo existen en un entorno virtual, como por ejemplo las simulaciones por ordenador, frente a los *Physic manipulatives* (PM) cuyo significado apunta a materiales y equipamientos existentes en el mundo físico real.

LOS LABORATORIOS Y EL TRABAJO PRÁCTICO EXPERIMENTAL

El papel de la experimentación y de los laboratorios ha sido ampliamente debatido en la literatura especializada (Hofstein y Lunetta, 2004) y en líneas generales se considera como una parte inherente e intrínsecamente unida a la actividad científica¹. En este sentido, una enseñanza de las ciencias que considere la experimentación, como parte del quehacer científico estará alineada con la tendencia actual de ofrecer oportunidades de indagación para aprender ciencias. Distintos informes internacionales han reiterado, recomendado y puesto de manifiesto la importancia de la experimentación y la investigaciones guiada como parte de la educación científica, así como la necesidad de introducir estas experiencias en edades tempranas. La investigación educativa ha mostrado como, en aquellos casos en los que el alumnado realiza investigaciones, se obtienen mejoras en comparación con las clases magistrales o las meras demostraciones (AAVV citados en de Jong, Linn y Zacharia, 2013). Una característica adicional de los enfoques contemporáneos para el trabajo práctico en el laboratorio es que este, puede estar mediado por la tecnología, y de hecho, esta es una característica de los laboratorios en la ciencia erudita.

A modo de resumen, tal y como indican Zacharia y de Jong (2014), los entornos virtuales y los físicos (VM y PM) comparten objetivos y tienen en común determinados beneficios como permitir explorar aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia, desarrollar habilidades de trabajo en equipo, promover la comprensión conceptual y desarrollar habilidades de indagación a través de la experimentación. Sin embargo por separado, cada uno de estos recursos aporta sus peculiaridades. Por ejemplo, los laboratorios virtuales permiten la adaptación y simplificación de algunos experimentos, eliminando posibles fuentes de error asociados a la medida o artefactos, la eficiencia en términos de tiempos de montaje y optimización de la captura de datos, o la posibilidad de realizar experimentos sobre fenómenos no observables y vincularlos al lenguaje simbólico, potenciando la abstracción (de Jong, Linn y Zacharia, 2013). Al mismo tiempo, desde el punto de vista de la trasposición didáctica los e-laboratorios, a través de un adecuado diseño, ofrecen oportunidades de adaptación para facilitar el aprendizaje, simplificándolo si procede, ya que los diseñadores pueden destacar información relevante, eliminar detalles superfluos o complicados o simplificar el modelo en estudio. Estos aspectos pueden facilitar que la interpretación del fenómeno o comprensión conceptual sean más asequible y aumentan la granularidad y reusabilidad del recurso.

Debemos ser cautelosos, pues en sí mismos, estos beneficios descritos para los laboratorios virtuales pueden apreciarse como una pérdida de la autenticidad de la labor científica; pero sin lugar a dudas, en determinadas ocasiones y en términos de transposición didáctica podrían considerarse una ventaja. Por otro lado, los laboratorios físicos ofrecen oportunidades únicas para el desarrollo de habilidades manipulativas asociadas a los propios montajes experimentales y el papel de los errores de medida o eventos imprevistos (de Jong, Linn y Zacharia, 2013 y allí citados). En esta línea, los hallazgos de la investigación en tecnología educativa aplicada a la enseñanza de las ciencias concluyen que ya no se cuestiona el papel de laboratorio virtual en términos de suplantación o competición con los laboratorios reales. Se considera que el beneficio pedagógico y didáctico se potencia aprovechando e integrando ambos (Zacharia y Michael, 2015), obteniendo de una forma sinérgica lo mejor de cada

1 En este aspecto debemos tener en cuenta las líneas argumentales relacionadas con la promoción de ideas inadecuadas sobre la Naturaleza de la Ciencia y visiones de empirismo ingenuo.

recurso. A modo de ejemplo, podríamos mencionar algunos estudios (Zacharia y de Jon, 2014) que han demostrado cómo la combinación en modelos híbridos de VM y PM en la secuencia didáctica y orden adecuado produce mejoras en la apropiación conceptual del modelo estudiado; en este ejemplo podemos mencionar los circuitos eléctricos complejos. Sin embargo en ese estudio se informaba que no existían diferencias en la comprensión del contenido cuando se trabajaban circuitos eléctricos sencillos, independientemente de si se utilizaba VM o PM.

LOS BENEFICIOS Y EFECTIVIDAD DE LOS E-LABORATORIOS

El término efectividad puede generar puntos controvertidos a la hora de realizar interpretaciones sobre la utilidad de un determinado recurso en general y sobre los e-laboratorios en la enseñanza de las ciencias en particular. Dicha efectividad dependerá del marco conceptual desde el que se aborde el análisis y de las estrategias o recursos con los que comparamos el uso de los e-laboratorios. Durante mucho tiempo, los estudios centrados en los beneficios de los laboratorios virtuales y su efectividad se centraron en indagar sobre las creencias y actitudes del alumnado y profesorado hacia este tipo de recurso una vez utilizado, obviando cómo la utilización de estos suponía algún tipo de mejora en términos de resultados de aprendizaje o ganancia cognitiva.

En este punto, cabría preguntarse cuáles son las principales ventajas de un experimento real frente a la versión virtual del mismo. La respuesta a esta pregunta emergería de un profundo análisis de los objetivos conceptuales y procedimentales planteados, así como las habilidades sociales y competencias profesionales o formativas que se intentan promover a través de la experimentación en laboratorios reales, virtuales o remotos (Ma y Nickerson, 2006).

Clásicamente la reducción de costes en recursos se esgrimía como uno de los principales argumentos para utilizar los e-laboratorios. Sin embargo, se ha de tener en cuenta que aportan otros beneficios en términos de seguridad, accesibilidad, disponibilidad u observabilidad. Así por ejemplo en términos de seguridad, los e-laboratorios permiten realizar, y suponen una alternativa, a aquellos experimentos en los que existe peligro asociado al propio diseño experimental, como en el caso de algunas reacciones químicas o que requieren un material sofisticado o de difícil acceso. Otro aspecto importante que podríamos destacar está relacionado con las propias barreras físicas y sociales a las que las personas con discapacidad en carreras o estudios ciencias e ingenierías se enfrentan. Algunas de las barreras asociadas a diferentes tipos de discapacidades como auditivas, visuales, motrices pueden ser atenuadas o eliminadas utilizando e-laboratorios a través de las posibilidades de accesibilidad que pueden diseñarse con multimedia. Tal y como sugieren determinados autores, la utilización de los e-laboratorios podrían generar un efecto llamado positivo para el acceso de estos estudiantes a carreras científicas (Colwell, Scanlon y Copper, 2002).

Además de permitir la manipulación simulada en el caso de experimentos caros, sofisticados y peligrosos y facilitar la accesibilidad a usuarios con necesidades específicas, la investigación especializada discute los beneficios intelectuales y cognitivos aportados por los e-laboratorios, en relación, por ejemplo, a la visualización de modelos abstractos y a la comprensión y aplicación de conceptos científicos (de Jong, Linn y Zacharia, 2013). Desde nuestro punto de vista y atendiendo a los hallazgos de la investigación educativa, uno de los elementos clave en la efectividad del recurso, en este caso aplicado a los e-laboratorios estaría relacionado con la ganancia producida en la comprensión

científica del fenómeno o concepto estudiado. En esta línea hemos mencionado anteriormente algunas experiencias efectivas con utilización de VM.

ALGUNOS CRITERIOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO

Recientes estudios han puesto de manifiesto el alcance y aplicación de los e-laboratorios generando un corpus de conocimiento relacionado con criterios de diseño y utilización en diferentes escenarios y etapas educativas. En esta línea podemos encontrar varias revisiones bibliográficas relacionadas con los e-laboratorios, en las que se muestran diferentes aspectos de las dimensiones tecnológica y didáctica (Heradio et al., 2016; Lowe et al., 2007; Ma y Nickerson, 2006; Potkonjak et al., 2016).

A través de un exhaustivo análisis bibliométrico, Heradio et al. (2016) exponen el estado de la cuestión de los e-laboratorios (centrándose en los virtuales y remotos), describiendo cuáles son los trabajos más relevantes y los autores más prolíficos, dónde aparecen con más frecuencia esos trabajos y cuáles de ellos son los más citados, los principales tópicos y cómo estos han ido evolucionando con el tiempo.

Los aspectos de diseño tecnológico del propio laboratorio escapan al alcance y extensión de este capítulo. La fase de implementación tecnológica debe tener en cuenta los aspectos de escalabilidad, usabilidad y seguridad en los sistemas de hardware y software, así como la conectividad y características de conexión (Diwakar 2006). Potkojack et al., (2016) analizan diversas iniciativas de e-laboratorios aplicando criterios derivados de la premisa de que :

“el usuario que utiliza un laboratorio virtual debe sentir que está trabajando en un entorno de experimentación real, utilizando equipamiento real”

Entre los criterios utilizados por dichos autores para clasificar y evaluar los laboratorios virtuales se encuentran:

- a. La interfaz para cada parte del equipamiento simulado debería ser idéntica a su homóloga en el mundo real.
- b. El comportamiento del sistema virtual (estado y control de variables) debería ser equivalente a su homólogo real.
- c. El alumnado ha de percibir, a través del entorno de visualización que está manipulando objetos auténticos.

Aunque estos criterios de diseño referidos a la “autenticidad” anteriormente citados han surgido en el ámbito de la “robótica”, podríamos considerar que son extrapolables al ámbito de la Didáctica de las Ciencias y son tenidos en cuenta para el diseño de e-laboratorios de calidad junto con criterios pedagógicos enfocados a la comprensión conceptual y al desarrollo de destrezas científicas (de Jong, Sotiriou y Gillet, 2014; Potkojack et al., 2016).

Un mismo recurso tecnológico, en este caso un e-laboratorio, puede ser embebido en secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA) en las que se adopten distintos tipos de criterios pedagógicos para su uso. Desde el punto de vista del criterio pedagógico y didáctico para llevar a cabo trabajos

prácticos experimentales utilizando e-laboratorios, deberíamos tener en cuenta SEA alineadas con una aproximación que ofrezcan oportunidades para la indagación (Quesada y Ariza, 2012). De esta forma, por ejemplo, las secuencias elementales basadas en “cambiar-observar” deberían ser reconsideradas y ampliadas para adaptarse a diferentes necesidades docentes, resultados de aprendizaje, objetivos del trabajo experimental, edad del alumnado, tipo de e-laboratorio (simulación, virtual o remoto), etc., con el objeto de enriquecer y ofrecer mayores oportunidades para la comprensión conceptual y el trabajo con procesos científicos. En esta línea por ejemplo, podríamos mencionar secuencias del tipo “observar-predecir-cambiar”, “observar-comparar-predecir”, “predecir-cambiar-observar” junto a otras posibles combinaciones (Quesada y Ariza, 2012), basadas en distintos criterios pedagógicos como las propuestas por Hennessy et al. (2007). Estos autores argumentan que la utilización de secuencias del tipo predecir-observar-explicar (POE), informar-explorar-comprobar o analizar-explorar-planificar-implementar-verificar favorecen la implicación del alumnado ofreciendo oportunidades para que exploren, prueben, compartan y revisen sus ideas científicas. Quesada y Ariza (2012) ofrecen diversos ejemplos relacionados con la enseñanza de las ciencias utilizando una simulación con las secuencias anteriormente mencionadas.

Otro aspecto a tener en cuenta es la importancia de definir adecuadamente el grado de guía que el docente ha de ofrecer en los procesos de indagación mediada por la tecnología, para obtener resultados exitosos de aprendizaje. Así, desde el paradigma de objetos de aprendizaje (Ariza y Quesada, 2011) podemos mencionar cinco principios de diseño pedagógico aplicables a la utilización de los e-laboratorios enfocados a promover experiencias significativas: a.) orientar al alumnado al objetivo de la experiencia de aprendizaje, b.) favorecer la comprensión a través de las visualizaciones, c.) ofrecer experiencias realmente interactivas, d.) ofrecer oportunidades al alumnado para que controle su ritmo de aprendizaje y e.) utilizar elementos de andamiaje cognitivo (*scaffolding*) (Boyle, 2009).

En una aproximación constructivista podemos resaltar aquellas experiencias educativas que, utilizando e-laboratorios, se han diseñado sustentándose en los modelos 5E o 7E y están alineadas con la secuencia “*engage, explore, explain, elaborate, extend, exchange and evaluate*” (Karagöz y Zeki, 2015). Otra idea que queremos exponer en este apartado está relacionada con la importancia de considerar, en aquellos casos que sea posible, la combinación de e-laboratorios y laboratorios físicos, ya que en estos casos, se acentúan las principales características de cada enfoque. Experiencias concretas sobre contenidos relacionados con calor, temperatura, circuitos eléctricos, destilación, óptica, etc., han puesto de manifiesto las ganancias en la comprensión conceptual que estas aproximaciones combinadas nos pueden ofrecer (AAVV citados en de Jong, Linn y Zacharia, 2013)

REPOSITORIOS DE E-LABORATORIOS Y RECURSOS ASOCIADOS

Existe un sector bastante crítico que cuestiona la adecuación de algunas de las SEA empleadas y de los enfoques didácticos subyacentes en el diseño y empleo de e-laboratorios, reivindicando la necesidad de revisar repositorios y referentes de buenas prácticas (Dikke et al., 2014; Gillet, de Jong, Sotiriou y Salzman, 2013)

Sin embargo y en contraposición a estos argumentos, cada vez son más las redes, instituciones y proyectos de ámbito nacional e internacional que velan por ofrecer un mayor acceso a los e-laboratorios y propuestas y materiales didácticos de calidad. En estos casos los e-laboratorios y las secuencias de

utilización ofrecidas son elaboradas sustentándose en principios básicos de diseño tanto tecnológico, como didáctico, que tienen en cuenta metodologías efectivas y ampliamente reconocidas por la investigaciones educativa. Algunas de estas iniciativas no solo se centran en ofrecer los laboratorios a estudiantes y profesorado implicado en la educación formal, sino al público en general y en algunos casos, dentro de programas de educación científica informal o museos. A continuación destacamos los aspectos más importantes de dos repositorios de laboratorios virtuales*.

GO-LAB PROJECT (GLOBAL ONLINE SCIENCE LABS INQUIRY LEARNING AT SCHOOL)

Se considera un excepcional referente por el marco conceptual del que emerge y por la calidad de los recursos diseñados y sustentados en principios y hallazgos de la investigación educativa.

Es una iniciativa cofinanciada por la Unión Europea dentro del Séptimo Programa Marco que pone a disposición de los usuarios un repositorio de laboratorios remotos y virtuales, proporcionando acceso a determinados recursos que facilitan el trabajo práctico a través de la experimentación. Se ofrecen actividades realistas y atractivas para el aula, que permiten trabajar contenidos clave de ciencias a través de la indagación. Dichas actividades responden a criterios pedagógicos y a las actuales recomendaciones de informes internacionales enfocados a la mejora de la enseñanza de las ciencias. Además, a través de una comunidad en línea, pretende fomentar la creación de redes y el intercambio de actividades asociadas a la utilización de los e-laboratorios. Tal y como se describe en su web, el objetivo principal del proyecto es animar a los jóvenes de 10-18 años a hacer uso de los e-laboratorios para trabajar conceptos científicos, adquirir habilidades de investigación y experimentar la ciencia mediante la experimentación guiada (Go-Lab, 2016). El proyecto Go-lab ha generado un portal que permite al profesorado la búsqueda de laboratorios virtuales utilizables en sus clases de ciencias a través de lo que han denominado espacios de investigación guiada (ILSs de sus siglas en inglés *Inquiry Learning Spaces*). A través de estos entornos virtuales el alumnado tiene la oportunidad de realizar experimentos online. A día de hoy, dicho repositorio cuenta con más de 400 laboratorios virtuales y entornos de investigación. Cabe destacar que dicho repositorio cuenta además con algunas aplicaciones interesantes que enriquecen el entorno virtual y aumentan las posibilidades didácticas, como son el "*hypothesis scrachpad*", aplicación que ayuda a generar y estructurar hipótesis sobre el trabajo experimental a desarrollar y la "*experiment design tool*", herramienta que ayuda a estructurar el diseño experimental y la organización de los datos. De esta forma, el docente puede combinar diversos objetos de aprendizaje dentro del ILS y generar distintos entornos aumentando la reusabilidad del objeto.

ILABCENTRAL (REAL LABS. REAL LEARNING)

Dispone de un repositorio de e-laboratorios a través de los cuales el usuario puede experimentar e investigar diversos tópicos relacionados con la biología, química, física y las matemáticas. Los metadatos de búsqueda y selección están agrupados por área, nivel educativo y tipo de instrumental. En relación

* Desde el portal SCIENTIX se puede acceder a una compilación de repositorios o iniciativas relacionadas con la utilización de laboratorios virtuales. <http://blog.scientix.eu/2015/08/20/virtual-laboratories-in-teaching-and-learning-science/>

con esta última categoría de búsqueda, se puede utilizar una amplia variedad de instrumentos tales como espectrofotómetros de emisión, intercambiadores de energía, péndulo invertido, espectrómetro de neutrones, etc. Dependiendo del experimento y del instrumental utilizado se pueden establecer conexiones y recepción de datos de forma sincrónica o asincrónica.

Otro aspecto interesante de este repositorio es que ofrece diversos materiales didácticos y una amplia variedad de actividades: pre-laboratorio, introducción y evaluación de ideas previas, discusión, actividades para realizar durante el propio experimento a través de la recolección, el análisis y la discusión de los resultados, actividades de revisión por pares y de reflexión e incluso, actividades de ampliación y de post-laboratorio. Las actividades facilitan la interpretación de datos, el establecimiento de conclusiones y la conexión entre el conocimiento generado en la exploración del fenómeno investigado y el mundo real.

REFLEXIONES FINALES

El análisis de las oportunidades y desafíos asociados al desarrollo e implementación de laboratorios virtuales, remotos, y su posible combinación con los laboratorios reales sigue siendo hoy en día una de las líneas importantes de trabajo en los ámbitos de la investigación tecnológica y didáctica aplicada a las ciencias, las ingenierías y las matemáticas.

La idea de utilizar los laboratorios virtuales o remotos no como meros recursos, sino como elementos que cobran sentido dentro de una secuencia de aprendizaje promovida por la investigación guiada, refuerza su potencial formativo y facilita la alfabetización científica tan demandada en los estándares nacionales e internacionales contemporáneos.

Para desarrollar una alfabetización científica de calidad e inspirar a las próximas generaciones de científicos es necesario que los diversos agentes implicados en la educación impulsen la adopción real y crítica de las tecnologías en el aula. En este punto, es necesario llamar la atención sobre el hecho de que, la mejora en la formación científica, no se garantiza por la mera inclusión de los recursos tecnológicos en las aulas, sino que su efecto se ve fuertemente influenciado por la secuencia didáctica en la que se integran y la manera en que los individuos interaccionan con el entorno de investigación y construyen conocimiento. En cualquier caso, la utilización de los e-laboratorios o su combinación sinérgica con los laboratorios físicos aumentan las oportunidades de alcanzar los resultados de aprendizaje perseguidos en una amplia variedad de asignaturas de ciencias distribuidas a lo largo de las distintas etapas educativas, así como de potenciar la alfabetización científica en contextos de educación no formal o informal.

Debemos ser conscientes de que el trabajo experimental a través de los e-laboratorios no queda necesariamente exento de algunos de los retos o restricciones sistémicas atribuidos al trabajo experimental en laboratorios tradicionales (tiempo curricular, formación del profesorado, ausencia de recursos, impedimentos tecnológicos...) Así mismo, también se ve sometido a las críticas hacia la analogía del alumno como científico, la comprensión profunda de las grandes diferencias entre la ciencia erudita y escolar y los retos asociados a los propios obstáculos de aprendizaje.

La evolución tecnológica y la re-imaginación de propuestas en el ámbito de la enseñanza de las ciencias adaptadas y apoyadas en entornos tecnológicos están dando lugar a nuevas aproximaciones

y líneas de trabajo en las que habría que profundizar a través de la investigación especializada. Así por ejemplo, se están realizando propuestas tales como la inclusión de la realidad aumentada en e-laboratorios de ciencias, mundos virtuales o la facilitación de acceso a laboratorios remotos de reconocidas instituciones científicas como el CERN o la ESA (citado en de Jong, Linn y Zacharia, 2013). En este contexto podemos afirmar sin lugar a dudas que los laboratorios virtuales y remotos (e-laboratorios en este capítulo), seguirán en el foco de atención de la investigación educativa durante mucho tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariza, M.R. y Quesada, A. (2014). *Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 101-115.
- Ariza, M.R. y Quesada, A. (2011). *Interoperability: Standards for Learning Objects in Science Education*. En F. Lazarinis, S. Green y E. Pearson (Eds.). *Handbook of Research on E-Learning Standards and Interoperability: Frameworks and Issues*, (300-320). Hershey New York: IGI Global.
- Boyle, T. (2009). *The design of learning objects for pedagogical impact*. En: L. Lockyer, S. Bener, S. Agostino y B. Harper (Eds.), *Handbook of Research on Learning Design and Learning Objects: Issues, Applications, and Technologies* (pp. 391-407). Hershey, PA: Information Science Reference.
- Colwell, C., Scanlon, E. y Cooper, M. (2002). *Using remote laboratories to extend access to science and engineering*. *Computers & Education*, 38(1), 65-76.
- de Jong, T., Linn, M.C. y Zacharia, Z.C (2013). *Physical and virtual laboratories in science and engineering education*. *Science*, 340, 305-308.
- de Jong, T., Sotiriou, S. y Gillet, D. (2014). *Innovations in STEM education: the Go-Lab federation of online labs*. *Smart Learning Environments*, 1(1), 1.
- Dikke, D., Tsourlidaki, E., Zervas, P., Cao, Y., Faltin, N., Sotiriou, S. y Sampson, D. G. (2014, July). *GoLabz: Towards a federation of online labs for inquiry-based science education at school*. En: L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres (Eds.). *6th International Conference on Education and New Learning Technologies Proceedings*, (3238-3248). Barcelona: IATED Academy.
- Diwakar, S., Kumar, D., Radhamani, R., Sasidharakurup, H., Nizar, N., Achuthan, K. y Nair, B. (2006). *Complementing Education via Virtual Labs: Implementation and Deployment of Remote Laboratories and Usage Analysis in South Indian Villages*. *International Journal of Online Engineering*, 12(3), 8-15.
- Gillet, D., de Jong, T., Sotirou, S. y Salzmann, C. (2013). *Personalised learning spaces and federated online labs for stem education at school*. En *Proceedings of the 4th IEE Global Engineering Education Conference*, (pp. 769-773). Berlin: IEEE Computer Society.
- Hennessy, S., Wishart, J., Whitelock, D., Deane, R., Brawn, R., La Velle, L. y Winterbottom, M. (2007). *Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching*. *Computers & Education*, 48(1), 137-152.
- Heradio, R., de la Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F.J., Herrera-Viedma, E. y Dormido, S. (2016). *Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis*. *Computers & Education*, 98, 14-38.
- Hofstein, A. y Lunetta, V. (2004). *The laboratory in Science education: foundation for the twenty-first century*. *Science Education*, 88(1), 28-5.
- Karagöz, O. y Zeki, A. (2015). *Development of teacher guidance materials based on 7E learning method in virtual laboratory environment*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 810-827.

Lowe, D., Murray, S., Liu, D., Lindsay, E. y Bright, C. (2007). Literature Review: Remotely accessible laboratories–Enhancing learning outcomes. Canberra, ACT: Australian Learning and Teaching Council. Recuperado el 25 de octubre de 2016 desde www.labshare.edu.au/media/img/enhancing_outcomes.pdf

Nedic, Z., Machotka, J. y Nafalski, A. (2003). Remote laboratories versus virtual and real laboratories. *Frontiers in Education*, 1, T3E-1.

Go-Lab. Learning by Experience (2016). [Go-lab-project.eu](http://www.go-lab-project.eu). Recuperado el 27 de octubre de 2016, desde <http://www.go-lab-project.eu>

Ma, J., y Nickerson, J. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories. *ACM Computing Surveys*, 38(3), 7.

Pintó, R., Couso, D. y Hernández, M.I. (2010). An inquiry-oriented approach for making the best use of ICT in the classroom. *E-learning Papers*, 20, 1-14,

Potkonjak, V., Gsrder, M., Callaghan, V. Matttila, P. Cuelt, C. Petrovi, V.M. y Jovanoic, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309-327.

Quesada, A. y Ariza, M. (2012). Learning objects for pre-service teachers. Simulations in science education for initial teacher training. En L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres (Eds.). *6th International Technology, Education and Development Conference proceedings*, 379-384. Valencia: IATED

Rocard, M. (2007). Science education NOW: a renewed pedagogy for the future of Europe. Luxembourg: Office for Official Publications for the European Commission. Último acceso el 24 de octubre de 2016, recuperado desde: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Sancristobal, E., Martín. S., Gil, R., Orduña, P. Tawfik, M. Pesquera A., Díaz, G. Colmenar, A., Garcí-Zubia, J. y Castro, M. (2012). State of art, Initiatives and New challenges for Virtual and Remote Labs. En *12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies Proceedings*, 714-715, Roma: ICALT.

Stuckey-Mickell, T. A. y Stuckey-Danner, B. D. (2007). Virtual labs in the online biology course: student perceptions of effectiveness and usability. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 3(2), 105-111.

Vary, J. (comp.) (2000). Informe de la reunión de expertos sobre laboratorios virtuales, organizada por el Instituto Internacional de Física Teórica y Aplicada (IITAP). Último acceso 15 de octubre de 2016, recuperado desde <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001191/119102s.pdf>

Webb, M. (2005). Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. *International Journal of Science Education*, 27(6), 705-735.

Zacharia, Z. C. y de Jong, T. (2014). The effects on students' conceptual understanding of electric circuits of introducing virtual manipulatives within a physical manipulatives oriented curriculum. *Cognition and Instruction*, 32, 101-105.

Zacharia, Z.C. y Michael, M. (2015). Using Physical and Virtual Manipulatives to Improve Primary School Students' Understanding of Concepts of Electric Circuits. En Z. Smyrniou, M. Riopel (Eds.), *New Developments in Science and Technology Education* (pp. 125-140). Springer International Publishing.

PARA SEGUIR LEYENDO...

Ariza, M.R. y Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 101-115. Disponible desde <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287510>.

Este trabajo pretende fomentar la reflexión sobre el potencial de la tecnología educativa para promover el aprendizaje significativo de las ciencias. Con este propósito se recurre a la literatura especializada, para mostrar algunos resultados de investigación sobre la aplicación de las TIC a la enseñanza de las ciencias (herramientas de adquisición de datos, programas de modelización, simulaciones, laboratorios virtuales...)

Ariza, M.R. y Quesada, A. (2011). Interoperability: Standards for Learning Objects in Science Education. En F. Lazarinis, S. Green y E. Pearson (Eds.). *Handbook of Research on E-Learning Standards and Interoperability: Frameworks and Issues*, (300-320). Hershey New York: IGI Global.

Este capítulo ofrece un breve resumen de las principales ideas subyacentes al paradigma de los objetos de aprendizaje, poniendo especial énfasis en los aspectos didácticos y pedagógicos relacionados con al enseñanza de las Ciencias.

Brinson, J.R. (2015). Learning outcome achievement in non-traditional (Virtual and Remote) versus traditional (Hands-On) Laboratories: A Review of the Empirical Research. *Computers & Education*, 87, 218-237.

En este artículo los autores presentan una revisión bibliográfica de estudios empíricos recientes (posteriores a 2005) en los que se comparan resultados de aprendizaje utilizando laboratorios clásicos frente a no tradicionales (virtuales y/o remotos).

Zacharia, Z.C., Manoli, C., Xenofontos, N., de Jong, T.; Pedaste, M., Van Riesen, S., Kamp, E., Mäeots, M., Siiman, L., y Tsourlidaki, E. (2015). Identifying potential types of guidance for supporting student inquiry when using virtual and remote labs: A literature review. En: *Educational Technology Research and Development V63*, (pp. 257-302). Association for Educational Communications & Technology.

Este trabajo presenta una revisión bibliográfica relacionada con el grado de ayuda (scaffolding) y la utilización de laboratorios virtuales y remotos en contextos de aprendizaje por investigación guiada. Es una lectura recomendada para comprender los diferentes tipos de guía que se pueden utilizar en distintas fases del aprendizaje por investigación mediado por los e-laboratorios.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

<http://www.go-lab-project.eu/online-labs> Sitio web principal del proyecto Go-lab.

Desde el se accede al repositorio de e-laboratorios.

Se recomienda acceder a la sección de "Research/Publications" en donde podemos encontrar una gran variedad de bibliografía selecta sobre laboratorios virtuales y remotos.

<http://www.golabz.eu> Acceso al repositorio de laboratorios virtuales.

Como se ha comentado anteriormente, incluye laboratorios virtuales y remotos, aplicaciones relacionadas y los denominados entornos de investigación. Dispone de un completo buscador con metadatos relacionados con la etapa educativa, asignatura, grandes ideas en ciencias, idioma y nivel de dificultad del recurso, así como foros específicos. Dispone de una sección en donde podemos encontrar diferentes video-tutoriales, guías y manuales de apoyo para el docente.

<http://blog.scientix.eu/2015/08/20/virtual-laboratories-in-teaching-and-learning-science/>

En este blog podemos encontrar un listado de páginas web con recursos de enseñanza y accesos a diferentes repositorios de laboratorios remotos y virtuales

SIMULACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA: EL CASO DE LAS SIMULACIONES PHET

Cintia Erica Doerflinger

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba Instituto Secundario

"Nuestra Señora del Valle", Instituto Tecnológico "Isaac Newton", Universidad "Blas Pascal".

cintiadoerflinger@gmail.com

Las *simulaciones* son un recurso que en los últimos años ha tomado un especial interés desde el enfoque didáctico para la enseñanza de las ciencias naturales. Se las define como representaciones interactivas que modelizan la realidad, permitiendo a partir de la manipulación de variables la comprensión del fenómeno estudiado, pasando a un segundo plano la fundamentación matemática del mismo. Además facilitan la representación de los fenómenos naturales y dan la posibilidad de la repetición de diversas situaciones en tiempos más cortos (Ferro Soto, Martínez Senra y Otero Neira, 2009). A su vez, permiten que el docente prepare actividades de aprendizaje para los estudiantes y se anticipe a las preguntas que éstos le pueden plantear (Rosado y Herrero, 2005).

Este recurso, es una alternativa barata, amigable, divertida y eficiente, es una herramienta que posibilita el aprendizaje autónomo que permite a los estudiantes interactuar, realizar aproximaciones o modelar fenómenos mediante objetos dinámicos, imágenes o animaciones, modificar variables, expresar sus puntos de vista, utilizar el tiempo para formular preguntas, predecir, plantear hipótesis, diseñar experiencias, realizar medidas y analizar resultados, haciendo posible con ello aproximaciones a los fenómenos naturales, obteniendo así una visión más intuitiva (García Barneto y Bolívar Raya, 2008; Bouciguez y Santos, 2010).

Otra ventaja de las simulaciones es que permiten sustituir la secuencia didáctica habitual favoreciendo el aprendizaje de conceptos y principios basados en la investigación (Fejes, Infante-Malachias, Navas y Nunes, 2008). Además permiten a los estudiantes identificar fenómenos naturales de manera interdisciplinaria (García Barneto y Gil Martín, 2006), ocultan el modelo matemático (Zamarro, Martín, Esquembre y Härtel, 1998; García Barneto y Bolívar Raya, 2008) y reducen el tiempo dedicado a los cálculos repetitivos y mecánicos (Rosado y Herreros, 2005).

En esta misma línea, García Barneto y Gil Martín (2006), destacan el hecho de que las simulaciones que no poseen datos numéricos, llevan a los estudiantes a plantear hipótesis y analizar el fenómeno de forma cualitativa. Es decir que la eliminación de datos numéricos fomenta el tratamiento cualitativo del fenómeno, evitando la resolución mecánica de los ejercicios (Gil, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa, 1991).

Cabe destacar, que existen estudios (Araujo, 2002; Fejes et al., 2008; Zamarro et al., 1998; García Barneto y Gil Martín, 2006; García Barneto y Bolívar Raya, 2008; Bouciguez y Santos, 2010), que clasifican las simulaciones en: Animaciones Modellus, Computacionales y educativas.

Las *animaciones Modellus*, constituyen una herramienta computacional destinada a la simulación con modelos matemáticos (Araujo, 2002). Estas animaciones visualizan el comportamiento de un

fenómeno físico o químico a través de gráficos de funciones, tablas, entre otros. Son interesantes como recurso didáctico ya que permiten generar nuevas simulaciones de otros modelos no contemplados en los ejemplos ya existentes en la web.

Por su parte, las simulaciones *Computacionales y educativas* (Fejes et al., 2008), proponen como recurso didáctico los applets java en internet (Zamarro et al., 1998; García Barneto y Gil Martín, 2006; García Barneto y Bolívar Raya, 2008; Bouciguez y Santos, 2010). Éstos son pequeños applets programados en lenguaje Java que tienen como ventaja su potencia, su independencia del navegador y del sistema operativo que posee la computadora en donde se ejecuten. Como desventajas podemos señalar que son lentos en procesar y que no se mezclan con todos los componentes de la página ni tienen acceso a ellos.

Los applets java se categorizan (Fejes et al., 2008) según el eje disciplinar y tecnológico en dos grupos a) colecciones de applets, en donde sólo se indica el funcionamiento de la aplicación y b) unidades didácticas interactivas, las cuales integran las simulaciones en un contexto educativo. Estos estudios realizan una propuesta del uso de simulaciones orientada a la resolución de problemas mediante investigaciones dirigidas.

En particular, los applets diseñados para la enseñanza de la Física, se denominan *fislets*. Estos se caracterizan por ser muy sencillos ya que cada uno de ellos se dirige a un aspecto dado del fenómeno natural, constituyen animaciones visuales con alto grado de interactividad, son flexibles, gratuitos, existen versiones en español y son utilizables en una amplia variedad de aplicaciones Web. Sin embargo, cabe aclarar que el programa Java, presenta algunas dificultades con respecto a su utilización en diferentes exploradores. De todas maneras, estas características los transforman un recurso idóneo para la educación en el campo científico (Christian, Belloni, Esquembre y Martín, 2003). Por su parte García Barneto y Gil Martín (2006); Rosado y Herreros (2005); Bohigas, Jaén y Novell (2003); García Barneto y Bolívar Raya (2005); Alonso Sánchez (2007); Bouciguez y Santos (2010) y Raviolo, Alvarez y Aguilar (2011), destacan la utilización de los *physlets* o *simulaciones applets para la enseñanza de la Física* en la resolución de problemas abiertos, como así también para la creación de material interactivo diseñado en torno a las necesidades conceptuales de los estudiantes.

Siguiendo esta línea, a continuación analizaremos cómo se incorporan las simulaciones a la enseñanza de las ciencias experimentales en general y cómo pueden integrarse las Simulaciones Phet a la enseñanza de la Física en particular.

DESARROLLO: **SIMULACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES**

Las simulaciones son un recurso que permiten, a partir de la modelización de un fenómeno natural, realizar experimentos, a fin de entender su comportamiento y permitir evaluar las distintas estrategias operativas del sistema que se desea abordar. Permiten el estudio, análisis y evaluación de situaciones que algunas veces en el laboratorio "real" no son posibles de desarrollar, por lo cual conforman una herramienta válida para ser incorporada en el proceso de enseñanza de las ciencias experimentales.

Completando esta idea, Cataldi, Lage y Dominighini (2013) destacan la importancia de la incorporación de las simulaciones a la enseñanza de las ciencias desde dos puntos de vista: el científico y el educativo. Desde el aspecto científico, le brindan al estudiante información sobre sistemas complejos, procesos experimentales, fenómenos naturales y permiten su estudio a partir de la manipulación de laboratorios virtuales, entre otros. Desde el punto de vista educativo, permite a los estudiantes ser parte de la vivencia del fenómeno natural, facilitándoles el aprendizaje de conceptos y potenciando el desarrollo tanto de capacidades como de competencias.

A continuación, analizaremos cómo el uso de las Simulaciones Phet en la enseñanza de la Física, facilita la visualización y la modelización de fenómenos y el aprendizaje de conceptos abstractos, sin la necesidad de realizar cálculos matemáticos permitiendo así modificar la secuencia didáctica tradicional y el abordar de manera interdisciplinaria el desarrollo de los distintos conceptos curriculares.

SIMULACIONES PHET EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

En la enseñanza de la Física, se destacan los trabajos de Zamarro et al. (1998) sobre unidades didácticas, los cuales muestran que el uso de simulaciones facilita la comprensión de fenómenos naturales y la introducción de conceptos abstractos. Estos autores destacan tres cualidades básicas de las simulaciones gráficas: la reducción de la carga matemática, el uso de los principios básicos y la posibilidad que les plantea a los estudiantes de aprender investigando.

Por otro lado, Bouciguez y Santos (2010) presentan a las simulaciones applets como un recurso que permite superar la dificultad que plantean las representaciones estáticas de fenómenos dinámicos. Es quizás por ello que el uso de simulaciones complementa las actividades prácticas experimentales con la presentación de software con imágenes animadas (Capuano, 2011). Para García Barneto y Gil Martín (2006), el uso de simulaciones applets java puede servir por una lado para los docentes como un recurso disparador o bien para anticipar la experiencia del laboratorio real, y por otro, para los estudiantes como un medio para la resolución de problemas, como así también para profundizar de manera autónoma sobre los contenidos trabajados en clases.

Por su parte, Bohigas, Jaén y Novell (2003) impulsan la utilización de los fislets como una herramienta válida para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje. Por último, García Barneto y Bolívar Raya (2005) proponen a las simulaciones como un instrumento motivador, que contribuye a la mejora de los aprendizajes de conceptos y facilitan la comprensión de conceptos en un contexto investigativo.

Por lo expuesto anteriormente, consideramos que las simulaciones Phet son un recurso válido para el desarrollo de la enseñanza de la Física en la escuela secundaria, ya que las mismas involucran a los estudiantes mediante un ambiente intuitivo y similar a un juego, en donde aprenden explorando y descubriendo. En la enseñanza de la Física, este tipo de simulaciones facilita la visualización de la dinámica de un fenómeno natural, mejorando así la comprensión de los conceptos.

Esto promueve, entre otras cosas, que los estudiantes superen la imagen estática y en dos dimensiones que brindan los modelos representados en la pizarra y se conecten más efectivamente con lo que sucede en la realidad. En este sentido, Cataldi, Chiarenza, Dominighini, Donnamaría y Lage (2012) nos dicen que *“la simulación permite hacer que una realidad sea más fácilmente comprensible*

para el estudiante, que interactúa en forma dinámica con los modelos que constituyen esa simulación". Además las Simulaciones Phet pueden utilizarse para complementar al trabajo experimental en Física, salvando así las dificultades que pueden generarse en la realización de los mismos.

Sin embargo, la utilización de este recurso, por sí solo no supone una mejora en la calidad educativa, sino que depende de las estrategias empleadas. Es decir que debe ir acompañado por actividades de reflexión y explicación, con base en los conceptos físicos, para no caer en la mecanización y producción de tareas que carezcan de sentido (Raviolo, Alvarez y Aguilar, 2011). El estudiante debe ser puesto en situación de participación activa, iniciando y llevando a cabo secuencias de búsqueda, de acciones y toma de decisiones (Cataldi et al., 2013). Es decir, que se hace necesario plantear actividades mediante una problematización que ponga en juego la actividad cognitiva y metacognitiva de los estudiantes, promoviendo la motivación hacia el estudio de las ciencias, el dominio de procedimientos específicos, contribuyendo a la comprensión de modelos teóricos científicos y generando condiciones adecuadas para el desarrollo de actitudes vinculadas a la tarea científica (García Barneto y Gil Martín, 2006).

A continuación a modo de ejemplo expondremos algunos de los resultados obtenidos al trabajar sobre una tesis de maestría que aborda el desarrollo de competencias científico-tecnológicas al trabajar con simulaciones en clases de Física, en particular sobre el contenido Leyes de Newton.

RESULTADOS DE LA INCORPORACIÓN DE SIMULACIONES PHET PARA EL DESARROLLO DE LAS LEYES DE NEWTON

Para el desarrollo de la *primera Ley de Newton: Principio de Inercia* se propuso a los estudiantes actividades en las cuales debían identificar y modificar variables, como también actividades de descripción e interpretación de gráficas.

Durante el desarrollo de las actividades los estudiantes fueron capaces de modificar en situaciones de equilibrio estático en un plano horizontal, el coeficiente de rozamiento, la fuerza aplicada, la masa del cuerpo y la posición inicial del mismo. Como así también identificar variables como el peso de un cuerpo y la fuerza normal, aprendiendo sus notaciones. También pudieron establecer que dichas fuerzas compartían el módulo y la dirección, pero tenían sentidos opuestos y representaban un sistema de fuerzas colineal y concurrente.

En situaciones de equilibrio dinámico los estudiantes fueron capaces de modificar variables como la fuerza aplicada a un cuerpo y la posición inicial. Como así también formular hipótesis y realizar descripciones correspondientes al desplazamiento del cuerpo. En ellas, la mayoría de los estudiantes hizo referencia a la relación entre la fuerza aplicada a un cuerpo y la velocidad que éste adquiere, y en menor medida a la relación entre la fuerza y la aceleración, utilizando el concepto de inercia. Sin embargo, lograron identificar correctamente la fuerza de rozamiento como una fuerza que actúa en sentido contrario al movimiento.

En lo que respecta a la interpretación de gráficas, los estudiantes lograron establecer claramente las variables representadas en los ejes cartesianos como fuerza, aceleración, velocidad y posición en función del tiempo, con sus correspondientes unidades. Además, la mayoría de los estudiantes fue capaz de relacionar de manera correcta dichas magnitudes a partir de la interpretación de las gráficas de las

funciones correspondientes. Lo cual se puso en evidencia, cuando los estudiantes pudieron establecer que al aplicar sobre un cuerpo una fuerza constante, éste adquiere una aceleración constante, lo cual produce un aumento en la velocidad y un cambio en su posición.

Para el desarrollo de la segunda Ley de Newton: Principio de Masa, se propuso a los estudiantes actividades que referían a modificación de variables, formulación de hipótesis, relaciones entre magnitudes y resolución de ejercicios en los cuales se ponían en juego el remplazo de valores, despeje de ecuaciones, manejo de calculadora y de sistemas de unidades.

Durante el desarrollo de las actividades los estudiantes resolvieron situaciones en las cuales pudieron modificar el coeficiente de fricción, la fuerza aplicada, la masa del cuerpo, la posición inicial y el ángulo de plano. Como así también identificar variables como la fuerza normal, gravitatoria y la aplicada a un cuerpo de cierta masa, la aceleración que este adquiría y la posición final a la cual llegaba. Sin embargo, un alto porcentaje de estudiantes mantuvo la idea alternativa en la que relacionan la fuerza aplicada a un cuerpo con la velocidad que éste adquiere. También pudieron describir situaciones de movimiento ascendente y descendente, en las cuales formularon hipótesis referidas a la fuerza aplicada para el caso en el que el cuerpo asciende y relacionadas por un lado a la disminución de la velocidad por acción de la gravedad y por otro a la ausencia de fricción para el descenso del cuerpo (Doerflinger, 2015).

En situaciones sobre un plano horizontal, los estudiantes fueron capaces de identificar en la coordenada vertical el sistema de fuerzas colineal y concurrente conformado por las fuerzas normal y gravitatoria, estableciendo correctamente sus sentidos y el valor de la resultante en eje "y". En tanto que sobre la coordenada horizontal identificaron como resultante del sistema a la fuerza aplicada, estableciendo correctamente su dirección y sentido. Por otra parte, para lograr una situación de equilibrio estático sobre un plano horizontal los estudiantes fueron capaces de modificar las fuerzas aplicadas y establecer que en ambas direcciones la resultante debía ser nula.

En situaciones sobre un plano inclinado, los estudiantes identificaron correctamente el sistema de fuerzas concurrentes, sin embargo luego de varias clases algunos estudiantes del curso no lograron identificar correctamente los sentidos correspondientes a los vectores fuerza normal, fuerza gravitatoria y fuerza aplicada.

También fueron capaces de modificar variables como la fuerza aplicada, la masa del cuerpo, la posición final, el coeficiente de rozamiento y el ángulo del plano. Mientras que a la hora de describir el movimiento, plantearon hipótesis referidas a la fuerza aplicada a un cuerpo y a la inercia. Sin embargo, algunos estudiantes sostenían que un cuerpo se frena porque pierde velocidad, porque no hay fuerzas aplicadas o bien porque pierde fuerza.

En lo que respecta a la resolución de ejercicios en los cuales se relacionaban las magnitudes de masa, fuerza y aceleración, los estudiantes pudieron establecer correctamente la relación directamente proporcional existente entre la aceleración de un cuerpo y la fuerza aplicada. Como así también la relación inversamente proporcional que existe entre la masa del cuerpo y la aceleración.

A la hora de resolver problemas en los cuales los debían aplicar la ecuación correspondiente a la segunda Ley de Newton, los estudiantes fueron capaces de remplazar valores, despejar correctamente la ecuación, hacer un buen uso de la calculadora, lo que les permitió llegar a los resultados correctos con sus correspondientes unidades.

REFLEXIONES FINALES

Estamos convencidos de que la implementación de actividades que incorporan recursos TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje, guiadas por marcos teóricos y metodológicos contribuye al aprendizaje de conceptos, al entendimiento de fenómenos naturales y a desarrollar o potenciar capacidades y competencias en los estudiantes.

Desde la didáctica de las Ciencias Naturales, resultados de diversas investigaciones sugieren que la implementación de actividades que incluyen simulaciones para el proceso de enseñanza es pertinente y favorece un aprendizaje colaborativo, permitiendo la apropiación de los contenidos estudiados a partir de ellas, reforzando el proceso de metacognición, potenciando el desarrollo de diversas capacidades y competencias. De la misma manera, que favorece en los estudiantes la apropiación de visiones actualizadas en relación con la ciencia y el proceso de modelación científica.

En particular para la enseñanza de la Física podemos afirmar que la utilización de simulaciones applets java, favorece el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas cuando se presentan en diseños didácticos adecuados al contexto de la escuela secundaria. Entre las primeras, podemos mencionar la explicación, la reflexión, el planteo de hipótesis, la argumentación, la formulación de preguntas y el desarrollo de un pensamiento crítico. En cuanto a las competencias tecnológicas, se ven desarrolladas aquellas referidas al uso de software de simulación, pantallas interactivas, lectura, interpretación y elaboración de tablas y gráficos. Y si bien la resolución de ejercicios y problemas que se incluyen en el desarrollo de la Física presentan dificultades para los estudiantes, éstas se reducen notablemente a través del uso de la simulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso Sánchez, M. (2007). *Animaciones Modellus y videos de experiencias de laboratorio para dar un nuevo impulso a la enseñanza de la mecánica newtoniana*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 729-745.

Araujo, I. (2002). *Un estudio sobre el desempeño de alumnos de Física, usuarios de la herramienta computacional Modellus en la interpretación de gráficos en Cinemática*. Tesis de Magister, Universidad Federal de Río Grande del Sur, Porto Alegre, Brasil.

Bohigas, X.; Jaén, X. y Novell, M. (2003). *Innovaciones didácticas. Applets en la enseñanza de la física*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 463-472.

Bouciguez, M. y Santos G. (2010). *Applets en la enseñanza de la física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 56-74.

Capuano, V. (2011). *El uso de las TIC en la enseñanza de las ciencias naturales*. *Virtualidad, Educación y Ciencia (VEsC)*, 2 (2), 79-88

Cataldi, Z.; Chiarenza, D.; Dominighini, C.; Donnamaría, C. y Lage, F. (2012). *TICs en la enseñanza de la química. Propuesta para selección del Laboratorio Virtual de Química (LVQ)*. *Revista Iberoamericana de Educación Tecnológica y Tecnología en Educación*, 7, 50-59.

Cataldi, Z.; Lage, F.J. y Dominighini, C. (2013). *Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza*. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 10(17), 8-16.

Christian, W.; Belloni, M.; Esquembre, F. y Martín, E. (2003). *Enseñando Física con Fislets*. Ponencia

presentada en la VIII Conferencia Inter-Americana sobre Educación en Física, La Habana, Cuba

Doerflinger, C. (2015). Las simulaciones de Física en la escuela secundaria y el desarrollo de competencias científico-tecnológicas. Tesis. Maestría en Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología. Universidad Nacional de Córdoba.

Fejes, M.; Infante-Malachias, M.; Navas, A. y Nunes, C. (2008). Proceso de autoría/ creación de simulaciones realizados por profesores de química: una experiencia de capacitación en servicio. *Revista Enseñanza de las Ciencias. Innovaciones Didácticas*, 26(2), 281- 290

Ferro Soto, C.; Martínez Senra, A. y Otero Neira, M. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proeceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes univeritarios españoles. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 29, 1-12.

García Barneto, A. y Bolívar Raya, J. (2005). Uso de simulaciones informáticas en la enseñanza de la física: movimiento armónico simple y ondulatorio. *Revista Enseñanza de las Ciencias, Publicación Especial*.

García Barneto, A. y Bolívar Raya, J. (2008). Efecto de las simulaciones interactivas sobre las concepciones de los alumnos en relación con el movimiento armónico simple. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 681-703.

García Barneto, A. y Gil Martín, M. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 304-322.

Gil, D.; Carrascosa, J.; Furio, C. y Martínez-Torregrosa, J. (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Barcelona: Horsori.

Raviolo, A.; Alvarez, M. y Aguilar, A. (2011). La hoja de cálculo en la enseñanza de la Física: recreando simulaciones. *Revista Enseñanza de la Física*, 24 (1), 97-107.

Rosado, L. y Herreros, J. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. Trabajo presentado en la Conferencia Internacional sobre Multimedia y TIC en Educación, Lisboa, Portugal.

Zamarro, J.; Martín, E.; Esquembre, F. y Härtel, H. (1998). Unidades didácticas en Física utilizando simulaciones interactivas controladas desde ficheros HTML. Comunicación presentada en el IV Congreso RIBIE, Brasilia, Brasil.

PARA SEGUIR LEYENDO...

García Barneto, A. y Gil Martín, M. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 304-322.

Este texto se enmarca dentro del modelo constructivista de aprendizaje con entornos enriquecidos tecnológicamente. En este paradigma, propone la utilización de los applets java como recurso válido para que los estudiantes logren resolver problemas a partir de la visualización de un fenómeno natural, la modificación de la estrategia habitual de enseñanza y el hecho de evitar resoluciones del orden matemático.

Fejes, M., Infante-Malachias, M., Navas, A. y Nunes, C. (2008). Proceso de autoría/ creación de simulaciones realizados por profesores de química: una experiencia de capacitación en servicio. *Revista Enseñanza de las Ciencias. Innovaciones Didácticas*, 26(2), 281-290.

Este texto presenta dos estudios de caso, en donde se describe el proceso de creación de simulaciones de química por parte de docentes. A su vez, refleja el proceso de selección tanto de contenidos como de situaciones problemáticas, empleadas para la elaboración de las simulaciones. Por último, muestra

las potencialidades del uso de este recurso para aprender conceptos de química dentro de un entorno de aprendizaje colaborativo.

Raviolo, A., Alvarez, M. y Aguilar, A. (2011). La hoja de cálculo en la enseñanza de la Física: recreando simulaciones. *Revista Enseñanza de la Física*, 24 (1), 97-107.

En este artículo se realiza una revisión del uso de las hojas de cálculo y de las simulaciones en la enseñanza de la física. Presenta tres tipos de actividades con simulaciones obtenidas de Internet y hojas de cálculo. Las actividades propuestas, son accesibles, generan motivación, permiten ir familiarizándose con el uso de los recursos informáticos, a la vez que promueven la creación de nuevas simulaciones.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

<http://lascienciasenmivida.blogspot.com.ar/2012/02/simuladores-de-fisica.html>

Esta página web presenta un menú que despliega distintos contenidos de Física. Cada uno de ellos desarrolla los conceptos teóricos más importantes, presenta cuestionarios teóricos de múltiple opción en donde los estudiantes se autoevalúan, también contiene problemas resueltos a modo de ejemplo y simulaciones del tipo flash y gif, en las cuales los estudiantes pueden modificar las variables del fenómeno estudiado.

<http://www.microeducativa.com.ar/>

Este sitio permite descargar un software educativo interactivo: el FisiLab, el cual le permite al estudiante, recrear procesos naturales, generar hipótesis, ponerlas a prueba y rediseñar experimentos, cuantas veces y de la manera que sea necesaria. Es un sistema cuyo objetivo es el aprovechamiento de las posibilidades que brinda una computadora para ayudar a comprender los modelos que utiliza la Física para describir y explicar los fenómenos de la Naturaleza.

LOS VIDEOJUEGOS: ¿UN PROBLEMA DE DISTRACCIÓN O UNA OPORTUNIDAD PARA APRENDER?

Maricel Occelli y Tania Malin Vilar

Grupo EDUCEVA. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba

Si tuviéramos que imaginarnos una típica clase de ciencias naturales, quizás sea difícil que uno piense un aula cuyos alumnos juegan videojuegos, sin embargo es más probable que sí aparezcan otros recursos como por ejemplo elementos de laboratorio, muestras (biológicas o químicas), instrumentos de medición o un libro. Ahora bien, ¿podrían los videojuegos integrar también el aula de ciencias? Para contestar a esta pregunta, un primer aspecto a considerar es que los conceptos científicos se caracterizan por ser simultáneamente verbales, visuales, matemáticos y accionales (Lemke, 2002; Kress, 2010). Por lo tanto, pensar en estrategias para enseñar estos contenidos, significa diseñar recorridos que brinden herramientas para incorporarse en nuevos campos semióticos.

Al respecto, como ya se mencionara en el capítulo 3 de este libro, Gee (2004) plantea que para introducir a los estudiantes en campos semióticos es necesario ofrecer oportunidades que permitan interpretar y producir significados en dicho ámbito, es decir, colocarlos como productores. En este sentido, los videojuegos constituyen una herramienta interesante ya que colocan a los estudiantes en un lugar activo. El rol de los jugadores es de co-diseñadores, es decir que no se consume o se transita por un recorrido prediseñado sino que el jugador tiene un papel activo y tiene que hacer o provocar que pasen determinadas acciones si quiere cumplir su meta. Se puede decir que a través de las decisiones y acciones estratégicas que realizan los jugadores, son co-creadores de su ambiente. A su vez, cuando se juega de manera activa y crítica, se sitúa al significado en un espacio multimodal a través de experiencias incorporadas para solucionar problemas y reflexionar sobre el diseño de mundos imaginados y de las relaciones sociales y de identidad en el mundo moderno, tanto reales como virtuales.

Un aspecto característico de los videojuegos es que se encuentran estructurados a partir de un guión que ordena una historia, contextualiza una situación en la cual participan determinados personajes y uno de ellos es el jugador. En particular, el guión de un videojuego es una mezcla de cuatro cuestiones: las decisiones tomadas por los diseñadores del juego; las formas en que el jugador ha hecho que esas decisiones se desplieguen; las acciones que el jugador lleva a cabo como uno de los personajes principales de la historia y su propia proyección imaginativa sobre los personajes, la trama y el mundo de la historia. Resulta interesante considerar que la primera y la cuarta son puntos que también se aplican a los libros y las películas, quizás también se puede incluir la segunda para aquellos libros al estilo “elige tu propia aventura”, sin embargo en lo que realmente supera el videojuego a estos otros recursos es el tercer aspecto, ya que el jugador toma una posición activa y debe involucrarse como parte de la historia, es decir, como un productor (Gee, 2004).

Por otra parte, en todo videojuego el jugador tiene que probar el mundo virtual y basándose en la reflexión que realice mientras prueba, se forma una “hipótesis” sobre lo que puede significar o sobre su funcionamiento. Teniendo en cuenta esta hipótesis, el jugador vuelve a probar este mundo

para ver qué efecto produce y trata ese efecto como retroalimentación del mundo que tiene ante sí y acepta o repiensa su hipótesis original. Este ciclo de pensamiento que provocan los videojuegos sin lugar a dudas se acerca al proceso de construcción del conocimiento científico.

A su vez, durante la partida, los jugadores se encuentran en un estado de flujo (Csíkszentmihályi, 1990), en el que pueden llegar a olvidar su entorno e implicarse y centrarse totalmente en la tarea que están realizando. En dicho estado, siempre y cuando dispongan de las habilidades necesarias, los jugadores pondrán todo su empeño en alcanzar los objetivos, independientemente de los desafíos que encuentren. Se puede estimular o frenar la motivación de los jugadores dependiendo de diversos factores como la jugabilidad, los gráficos, la interfaz o el tipo de juego. El comportamiento de los jugadores cuando juegan depende de su personalidad y aspiraciones (Felicja, 2009).

Por otra parte, las partidas se juegan para ganar o lograr un objetivo. Por lo tanto, los videojuegos motivan a través de la diversión, por la retroalimentación visual instantánea que proporcionan. La competencia estimula y motiva a los estudiantes, incluso en un ambiente de estas características, los estudiantes desarrollan a partir del conocimiento estrategias para resolver el problema, las cuales son puestas en discusión con sus compañeros o contrincantes luego de cada “partido” (Mitchell y Savill-Smith, 2004).

Desde esta perspectiva teórica, si bien en Internet se denomina a diversos elementos como videojuegos, en este capítulo nos referiremos con esta denominación solo aquellas aplicaciones que cumplen con los componentes planteados por Gee (2004): que se estructure a través de un guion; que se planteen metas o desafíos a cumplir y que se proponga un papel activo para el jugador que implique tomar decisiones y provocar que pasen determinadas acciones para cumplir con el objetivo. Por lo tanto, aquellas actividades interactivas que no se estructuran en el contexto de un guion o cuya resolución no plantea un desafío para el jugador ya que solo se puede seguir un solo camino de resolución, no son consideradas aquí como videojuegos. A su vez, tampoco se incluyen los videojuegos al estilo “arcade” es decir aquellos de jugabilidad simple y repetitiva sin un guión que lo estructure.

Por lo tanto, con esta delimitación del término videojuego, incluimos aquellos recursos que promueven tres procesos que favorecen el aprendizaje: empoderan a los estudiantes, generan situaciones para aprender a través de la resolución de problemas y promueven la comprensión (Gee, 2007). Considerando estos aspectos, los videojuegos se presentan como un recurso potencial para mediar la introducción a campos semióticos científicos.

Existen numerosas clasificaciones de los videojuegos, a los fines de este libro no profundizaremos en ellas, pero sí queremos hacer una distinción entre los “videojuegos serios” y los “videojuegos de entretenimiento”. Desde una definición amplia se entiende por videojuego serio a un software que fusiona un propósito no vinculado al entretenimiento (serio) con la estructura de un videojuego (juego) (Djaouti, Alvarez y Jessel, 2011). Este concepto abarca a una gran diversidad de juegos diseñados con propósitos “serios” por ejemplo para el entrenamiento (militar, aviación, etc), la política, la religión, el ambiente, la cultura, la salud, la educación, etc. Por otra parte, los videojuegos de entretenimiento también suelen utilizarse como recursos educativos, sin embargo en estas situaciones son los docentes quienes crean escenario (serios) para el uso del videojuego de entretenimiento (Gee, 2004). En este capítulo, nos centraremos en videojuegos serios cuyo propósito es educativo y en videojuegos de entretenimiento que podrían integrarse en situaciones educativas.

Un aspecto importante a destacar para todo videojuego es que si queremos usarlo con un objetivo educativo, hay que hacer consciente al jugador de los aprendizajes que está adquiriendo a través del juego (Gros, 2009). La integración de los videojuegos en el aula supone un cambio metodológico, ya que implica darle protagonismo al estudiante como actor principal de una historia que le permitirá experimentar, reflexionar sobre ello y crear hipótesis del funcionamiento, probar sus hipótesis y luego al observar la retroalimentación que proporciona el juego repensar la hipótesis y volver a experimentar el entorno (Lacasa, 2011). Así, se requiere de un diseño didáctico que promueva la reflexión sobre y desde la acción, la negociación de significados, la toma de decisiones y la comunicación (Squire, 2006).

En el diseño de situaciones didácticas que incluyan videojuegos es importante considerar sus características, potencialidades y posibles dificultades o desventajas. Para ello, en este capítulo proponemos un conjunto de categorías que surgen de una modificación de las reseñadas por Amory, Naicker, Vincent y Adams (1999) para el diseño de videojuegos y las desarrolladas por Lacasa (2011) para clasificar a los videojuegos, junto con una adaptación de las propuestas por Piassentini y Occelli (2012) para laboratorios virtuales. El conjunto de estas categorías podrían servir de guía para la selección de un videojuego y su incorporación en clase.

CATEGORÍAS PARA EL ANÁLISIS DE VIDEOJUEGOS

1. Acceso: refiere a la necesidad de comprar una licencia o de uso libre y gratuito.
2. Narrativa del juego: formas de presentar la historia que estructura el guion del videojuego:

Intuitivo: solo presenta la misión general en audio, texto o video y el jugador debe ir descubriendo cómo moverse y qué acciones realizar.

Semiguñado: indica en audio, texto o video la misión principal, los controles del juego y a medida que se avanza se van agregando nuevas explicaciones.

Guiado: indica en audio, texto o video cada acción que el jugador debe realizar y cómo llevarla a cabo.

3. Requisitos de conexión: hace referencia a la necesidad de conexión a internet para jugar o la posibilidad de descargar el juego y jugarlo sin conexión a internet.
4. Dispositivos: elementos tecnológicos que permiten su descarga o utilización.
5. Idioma: idioma en el que se encuentra el desarrollo del juego, la trama y sus explicaciones.
6. Contenidos que permite abordar: tipos de contenidos biológicos que se pueden abordar a partir del videojuego.
7. Herramientas didácticas: refiere a la disponibilidad en el sitio Web del videojuego de propuestas didácticas para trabajar con este recurso en clase.

A continuación, reunimos por un lado los videojuegos educativos y por otro, los videojuegos de entretenimiento y, en función de las categorías presentadas, organizamos para cada grupo una breve descripción de sus principales características con ejemplos de videojuegos que podrían incorporarse en clases de ciencias naturales.

VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS

Los videojuegos educativos son un tipo de videojuego serio en el cual a partir de la simulación se representa algún aspecto de la realidad con un objetivo educativo. Estos desarrollos buscan la difusión de contenidos de la forma más lúdica posible e intentan hacer divertido aquello que podría no serlo (López Raventós, 2016). Es por ello, que uno de los principales desafíos de estos recursos es lograr un equilibrio entre la representación de los conceptos científicos y el componente lúdico del juego.

Diversos estudios han registrado que los videojuegos educativos ayudan a que los estudiantes comprendan conceptos difíciles. A su vez, si consideramos que tener conocimiento significa “un mejor rendimiento en el juego”, entonces “saber” pasa a ser necesario para resolver las situaciones problemáticas que plantea el juego (Squire, 2006).

Asimismo, los entornos de aprendizaje virtuales como podrían ser los videojuegos educativos, permiten la simulación de experiencias atractivas que no pueden ser experimentadas directamente (Winn, 2002). En particular, los videojuegos educativos pueden combinar elementos del ámbito de la ficción con características “reales” aunque difíciles de visualizar por ejemplo por su tamaño, por el tiempo de reacción, por los peligros que pueda implicar, etc.

A continuación presentamos un análisis de 12 videojuegos educativos, para cada videojuego describimos el escenario, la misión y los personajes propuestos y ejemplificamos su gráfica con una captura de pantalla. A su vez, los clasificamos en función de las categorías previamente descritas, lo cual se resume en el Anexo 1 al final de este capítulo.

ALTO A LOS DESASTRES

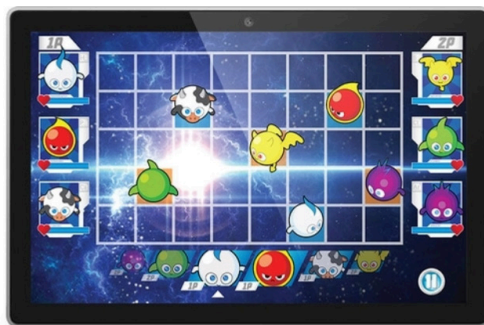
El juego propone la simulación de cinco tipos de desastres naturales: tsunami, ciclón, incendio forestal, terremoto, inundación. El jugador debe elegir uno de ellos, los cuales se plantean en ubicaciones geográficas y terrenos específicos donde es probable que ocurran este tipo de desastres naturales. A su vez, para cada situación, el jugador puede elegir el nivel de dificultad entre tres opciones (fácil, intermedio o difícil).

Al iniciar una partida el videojuego indica cómo es el lugar, cuántas personas lo habitan y qué actividades realizan para sobrevivir. A continuación se indica la misión que en general es administrar determinada cantidad de dinero para crear las condiciones habitacionales para un grupo de 400 personas, mantener los recursos y evitar o disminuir los riesgos para un posible desastre natural (González, Calonge, Brusi y Alfaro, 2014).



ATOMIK MONSTERS

Los elementos de la tabla periódica son los protagonistas en el juego y su valor depende de su número protónico. El guion del juego se basa en un historia que se inicia con la teoría del *Big Bang* y a través de diferentes misiones el jugador debe avanzar en la formación del universo hasta la creación de la Tierra. Para ello, el jugador tiene que superar combates estratégicos en los que puede elegir con qué elementos jugar para cumplir su misión en función. Cada elemento según sus propiedades de reacción presenta determinados “poderes”. Así por ejemplo, como el sodio reacciona más con el agua entonces, si hay un ataque de tipo acuoso, el sodio sería el más afectado. Por lo tanto permite explorar de modo lúdico a los elementos de la tabla periódica y sus propiedades.



CICLANIA

Se simulan los efectos y consecuencias del cambio global en la tierra considerando seis problemáticas: cambio climático; disponibilidad de agua dulce; cambios de uso de suelo; nitrógeno en la hidrósfera; pérdida de biodiversidad y acidificación del océano. Se presentan cinco escenarios posibles: playa, campo, ciudad, bosque y ciudad industrial. El jugador debe ir tomando decisiones de administración de recursos con la intención de que pueda evaluar el impacto de ellas y desarrollar sensibilización ante la problemática y construir hábitos que apunten a la sustentabilidad ambiental. A su vez, las misiones plantean situaciones que relacionan los escenarios entre sí. Así, al inicio del juego uno de los personajes recibe una carta en la que se le avisa que es el momento de desove de las tortugas, por lo tanto se dirige hacia la playa para ver el desove. Al llegar allí observa que está llena de basura por lo que el desafío será limpiar la playa y evitar que las olas del mar o los “consubots” lo detengan. Luego al avanzar, en el juego se puede advertir que esta basura proviene del escenario de la gran ciudad (Roa, 2014).



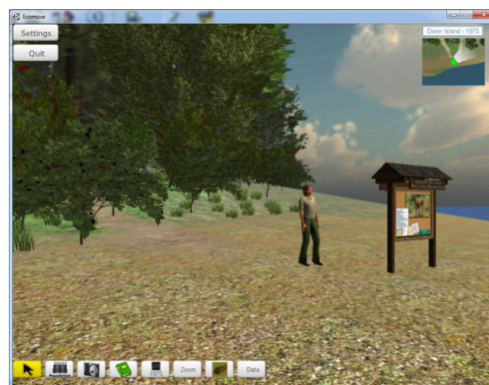
ECOMUVE

Es un videojuego multijugador, es decir que varios usuarios desde computadoras diferentes pueden interactuar en el mundo virtual. Presenta dos módulos, uno desarrollado en un estanque y otro en un bosque (Metcalf, Kamarainen, Tutwiler, Grotzer y Dede, 2011). El primero está basado en un estanque de agua dulce de Cambridge. Los jugadores deben explorar la laguna y sus alrededores, pueden incluso caminar bajo el agua, y ver diferentes organismos en su hábitat natural. El videojuego



presenta un micro-submarino que permite ver los organismos microscópicos del estanque, pueden construir una red alimentaria y recoger mediciones del agua (por ejemplo, temperatura, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, pH, etc.). A su vez, pueden hacer correr el tiempo y realizar observaciones de los cambios que se van produciendo, a medida que pasa el tiempo la laguna y sus alrededores se ven diferentes y las personas proporcionan nueva información. Los jugadores pueden observar estos cambios en tablas y gráficos que consideran al tiempo como variable. Luego, se plantea como situación a resolver que a finales del verano muchos peces en el estanque han muerto. Para averiguar qué ocurrió se deben recopilar y analizar datos para resolver el misterio y comprender la compleja causalidad del ecosistema del estanque.

El segundo módulo sigue el modelo de un ecosistema de bosque de madera dura como los que pueden encontrarse al norte de los Estados Unidos. Los jugadores pueden explorar las plantas y los animales que viven allí, así como también las proporciones en términos de individuo, población y comunidad. A su vez, presenta una herramienta web interactiva que permite rastrear el flujo de energía a través de las poblaciones. Los jugadores deben visitar dos islas boscosas en un lapso de cincuenta años para ver cómo en cada isla cambian a lo largo del tiempo la estructura del bosque y las poblaciones. Ambas islas incluyen poblaciones de ciervos y en un caso una población de lobos lo cual provoca efectos muy diferentes. Una isla tiene una gran cantidad de vegetación, es rica en diversidad de insectos, y tiene muchos pájaros. La segunda, tiene poca vegetación y parece carecer de muchos de los organismos que dependen de la vegetación del sotobosque como hábitat. Mediante el control de los cambios en el tiempo, los jugadores aprenden que las diferencias entre las dos islas es debido en gran parte a la relación entre los ciervos y su principal depredador, el lobo gris.



IMMUNE ATTACK

El videojuego plantea como desafío salvar a un paciente enfermo y para ello se dispone de nano robot en un escenario que simula vasos sanguíneos y tejido conectivo. El jugador debe controlar un nanobot que enseña a las células a cazar y matar a los invasores para luchar contra infecciones bacterianas y virales. El juego presenta al inicio 7 misiones que permite reconocer tipos de células (monocitos, neutrófilos y macrófagos), características y fisiología del sistema inmunológico, el sistema circulatorio, el tejido conectivo y las señales químicas.



KOKORI

Presenta dos escenarios, el primero es “navegador de célula”, el cual permite visitar a una célula eucariota animal y sus organelas a través de una estructura dinámica en 3D. El segundo escenario es el videojuego propiamente dicho, ambientado con una historia de ficción que tiene lugar en un laboratorio de nanotecnología en la isla de Pascua (Chile). El personaje principal es un investigador quien invita al jugador a ser un “nano-operador” con siete misiones a cumplir a través de las cuales se aproxima a los estudiantes a contenidos específicos de los procesos celulares (Mellado et al., 2014). En particular, para este videojuego desarrollamos una propuesta de actividades que podría implementarse en aulas de escuela secundaria (Ocelli, Valeiras y Willging, 2015).



MASTICA ASTROS

El astrónomo Moz realizando observaciones descubre que una invasión de asteroides se aproxima a la Tierra y al resto el Sistema Solar. A su vez, Garz, otro científico del observatorio, se encuentra experimentando con un pez “Mastica Astros” capaz de comer todo tipo de objetos y así incrementar su tamaño, a partir de lo cual se decide enviar al pez a enfrentarse a los asteroides y el jugador es quien debe manejar a esta criatura para cumplir con 4 misiones. En cada misión Mastica Astros debe moverse desde un punto de partida hacia un nuevo planeta o sector definido y enfrentarse a objetos astronómicos que se interponen en el camino. Así, en cada travesía se pone en juego el concepto de gravedad y se pueden establecer comparaciones entre los campos gravitacionales de cada planeta y las condiciones de movimiento. A su vez, cuenta con “Astrodex” que proporciona información enciclopédica de cada astro que se explora en las misiones del juego. A partir del juego se pueden trabajar diferentes conceptos de física como velocidad, aceleración, gravedad e inercia. Se plantean diferentes situaciones que permiten establecer comparaciones entre distintos factores que determinan el movimiento de Mastica Astros, por ejemplo en la tierra bajo el agua, la gravedad empuja a Mastica Astros hacia el suelo, mientras que en el espacio, la gravedad lo empuja hacia los objetos cercanos que sean más grandes que sí mismo. También es posible trabajar las condiciones de movimiento en el vacío, ya que si Mastica Astros no se encuentra influenciado por la gravedad de un cuerpo, puede moverse a una velocidad y dirección constante excepto que algún cuerpo o elemento se interponga en su camino.



META!BLAST

El juego es futurista y propone como escenario el año 2051 y se indica que en la tierra la vida vegetal ha sido diezmada por algunos patógenos desconocidos. Propone como historia, que un equipo de científicos expertos ha desaparecido inexplicablemente mientras investigaban la causa de la pérdida de las plantas en la tierra y plantea como misión al jugador rescatar al equipo perdido, descubrir lo que está matando a las plantas, y ¡salvar al mundo!



El videojuego se inicia con la simulación de un laboratorio en el cual el jugador se encogerá a un tamaño microscópico para explorar el mundo vegetal. A través de las misiones, el jugador deberá interactuar con numerosos personajes, luchar contra patógenos, y descubrir cuál es la importancia de las plantas para la supervivencia humana (Wurtele et al., 2010)

OUCH

El juego se inicia con una historia en la que una adolescente llamada Javiera sufre un accidente mientras practica skate lo cual desencadena un estado de emergencia en su cuerpo y allí entra en escena Glub, un pequeño glóbulo rojo quien es el personaje principal del videojuego. Para salvar a Javiera, Glub debe recorrer los principales órganos del cuerpo con misiones específicas para restablecer la homeostasis interna. Durante este viaje se interactúa con muchos tipos celulares y situaciones del funcionamiento



del organismo humano que exponen al jugador a tomar diferentes decisiones y en este proceso, se aprenden conceptos de fisiología y anatomía humana. Ouch está estructurado a través de misiones que el jugador debe atravesar resolviendo diferentes aventuras y respondiendo trivias. Además, el juego contiene una enciclopedia y un glosario de términos a modo de ayuda para el jugador y por otro lado, se complementa con un simulador de los sistemas del cuerpo humano, cardiovascular, respiratorio, excretor y digestivo (Rosenblatt, Oppliger, Velarde y Rosemblatt, 2015).

SOLARIUM

El videojuego propone un escenario futuro en una galaxia distante y plantea como historia que una raza de alienígenas ha cooperado con los terrestres para explorar las galaxias, documentar y conservar sus formas de vida por si sus mundos fueran destruidos. Para la conservación, se llevó ADN de las plantas a un centro de estudio botánico intergaláctico. El jugador es un botánico en formación y debe visitar los entornos de la tierra para aprender acerca de sus plantas antes de emprender una expedición. Entre las misiones del juego el jugador debe responder a preguntas, ganar puntos, superar desafíos, y construir su propio jardín de plantas hermosas y extrañas.



VEGETALISTA

Vegetalista es un videojuego de aventura y supervivencia en un escenario que simula siete zonas naturales de Chile desde los bosques del extremo sur hasta el desierto (Bosque subantártico; Turberas, tupuales y ciprés de las guaitecas; Bosques de alerces y siempreverdes; Bosque caducifolio y ciprés de la cordillera; Matorral espinoso; Pampa del Tamarugal; Desierto florido). Cada zona presenta una diversidad biológica específica y el videojuego permite aprender sobre ellas. Como historia se indica que las fronteras naturales que contenían a los espíritus del bosque se han debilitado y aquellos espíritus que antes eran inofensivos y amigables, ahora pueden ser peligrosos. A través de un avatar, el jugador debe realizar misiones, y cuenta con una planta sagrada la cual le permite curar sus heridas y adaptarse a vivir en los diferentes ambientes, para ello debe cuidarla y nutrirla. Por lo tanto, el jugador debe mantener un equilibrio favorable para el crecimiento de la planta así como también para su propia salud.



XENTINELAS XELULARES

El juego se inicia con el desafío de construir bacterias (intracelulares o extracelulares), las cuales invaden un cuerpo humano a través de una herida en el pie de una persona. Las bacterias construidas se replican y atacan a células del organismo. Entonces el jugador debe poner en acción a diferentes componentes del sistema inmunológico. En primer lugar, se interactúa con macrófagos (células de la inmunidad innata) y luego con células dendríticas (células de inmunidad adquirida)



que son las consideradas “Xentinelas Xelulares”. Luego de capturar a las bacterias, el jugador debe guiar a las Xentinelas Xelulares a través del sistema linfático, para llegar al órgano Linfoide donde preparará un ejército de linfocitos y anticuerpos para desencadenar en el sitio de la infección una batalla celular.

VIDEOJUEGOS DE ENTRETENIMIENTO

En el universo digital del entretenimiento, los tipos de videojuegos más popularizados y masivamente utilizados, son aquellos creados y comercializados sin una intención educativa específica, en adelante los llamaremos simplemente como videojuegos.

Los videojuegos se encuentran disponibles en múltiples soportes, lo que les aporta un carácter ubicuo y portátil. Característica que sumada, a la presencia de diseños y tecnologías de software totalmente actualizadas, los posiciona en la categoría de productos informáticos de mayor venta mundial (Gros, 2008).

Pensados casi como producciones cinematográficas, por sus estándares de alta calidad y con producciones cada vez más dinámicas en arte, animación y sonido, es que se designan a las diferentes tipologías de juegos, como “géneros”. Tanto es así que en muchas oportunidades, las ideas creativas que sustentan los videojuegos derivan de películas o series televisivas populares (Jurassic Park, Star Trek, Star Wars, Indiana Jones, Harry Potter) y en otros casos, los videojuegos se convierten en películas (Lara Croft, Resident Evil, Prince of Persia) (Gros, 2008).

Si bien, históricamente estos juegos han sido asociados a la vida cotidiana y a momentos de entretenimiento, en la actualidad se conoce que los videojuegos pueden transformarse en instrumentos educativos que permiten abrir caminos para aprender y enseñar (Carbonaro et al., 2006; Gros, 2008; Lacasa, Méndez y Martínez 2008; Lacasa, 2011)

Pero, ¿por qué usar videojuegos de entretenimiento en educación? Porque sus diseños están centrados en el usuario, tal como lo recomiendan los estudios de cognición constructivistas (Gros, 2008). Provistos de elementos que proporcionan placer, reto, curiosidad, motivación e interactividad, fundados en conocimientos acumulados de múltiples áreas que se retroalimentan con los aportes de los mismos usuarios. Aportes que surgen de la misma acción de jugar, ya que los múltiples niveles de dificultad en que presentan los juegos suelen despertar interés y tendencia a continuar participando de las sucesivas sagas, lo que conlleva a una retroalimentación positiva diseñador-usuario, que permite que los juegos se superen a sí mismos, a través de las demandas de los jugadores (León Jariego y López López, 2003; Estallo, Masferrer y Aguirre 2001).

Por otro lado, los software educativos, en muchos casos acaban siendo imitaciones de los libros de textos, centrados más en los contenidos, que en el jugador. Carecen de buenos modelos y en muchos de los casos los diseños resultan aburridos y repetitivos, probablemente, como lo señala Prensky (2001) porque sus diseñadores son pedagogos y no jugadores.

Sin embargo, aunque el uso de videojuegos posibilita una mayor inmersión de los estudiantes en las experiencias planteadas (al crear entorno o contextos de aprendizaje, donde el alumno construye a través de sus propias vivencias y experiencias), también presentan un desafío, ya que supone un

cambio en la metodología de enseñanza y en el foco del aprendizaje. Por lo tanto, es importante incorporar elementos que faciliten los procesos de aprendizajes (Gros, 2008). Actividades que orienten la reflexión y toma de conciencia de las estrategias mentales puestas en acción, o de los contenidos escondidos tras el universo de los juegos.

Por último, el uso de videojuegos como instrumentos educativos de actividad libre y consciente, posibilita pensar de manera apasionada (Lacasa, 2011), poner las emociones en acción, y vincularlas a la presencia de estrategias cognitivas para avanzar en los niveles (de acuerdo a reglas pre establecidas, con límites espacio-temporales y en contextos determinados).

En esta sección caracterizamos cinco videojuegos de entretenimiento que pueden ser utilizados dentro y fuera del aula (Anexo 2). A continuación, para cada uno de ellos describimos su escenario, misión y personajes propuestos; indicamos posibles vínculos con diferentes contenidos de ciencia y ejemplificamos su gráfica con una captura de pantalla.

MINECRAFT

Videojuego de construcción de tipo “mundo abierto” (comienza con una plataforma vacía) donde los jugadores pueden realizar construcciones libres mediante cubos (bloques) con texturas tridimensionales. Igualmente pueden explorar el entorno, recolectar recursos (materiales como madera, piedra, lana, etc.) y crear objetos con distintas utilidades, también pueden combatir criaturas (llamadas mobs), interactuar con otros jugadores, etc.



Minecraft cuenta con cinco modos principales de juego: en el modo “supervivencia”, los jugadores tienen que recoger recursos, construir su hogar, acabar con las criaturas y explorar la tierra con la intención de sobrevivir, sin un objetivo de misión predefinido. En el modo “creativo”, se le permite al jugador construir y destruir estructuras y mecanismos fácilmente, también cuenta con la posibilidad de volar, el número de bloques es infinito y no hay limitaciones como la salud, el hambre o los mobs. Gracias a estas características, los jugadores pueden crear estructuras con mayor libertad y creatividad. El modo “extremo” es una variante del modo supervivencia, el cual difiere principalmente por la falta de capacidad de reaparecer (en el caso de perder, hay solo dos posibilidades: borrar el mundo creado o aparecer solo como espectador) en este caso se realiza un cambio automático a la dificultad difícil. En el modo “aventura” el jugador no puede colocar ni romper ningún tipo de bloque, solo puede usar palancas, placas de presión, botones, puertas, cofres, hornos y dispensadores. También puede ponerse armaduras y manejar herramientas y armas, pero sólo para atacar criaturas. Finalmente el modo “espectador” es un modo de juego que permite al participante volar libremente por el mundo sin interactuar con el mismo.

Minecraft también cuenta con una versión educativa (<https://education.minecraft.net/>), que permite a los estudiantes de todas las edades, interactuar con el entorno del juego, crear nuevos

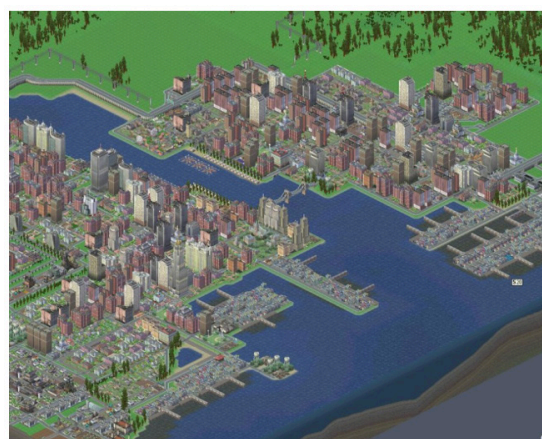
mundos, ciudades, edificios y colaborar con sus compañeros para ir avanzando en las misiones. Tiene además una serie de funcionalidades extras para ser usadas en el aula (diferentes tipos de cuentas para el profesor y el alumno, misiones y objetivos en cada partida, etc.). Resulta, de esta manera, una herramienta multidisciplinar y versátil que puede orientarse hacia el mundo de las artes, la matemática, las ciencias naturales o las humanidades. Se lo suele utilizar para trabajar contenidos como los estados de agregación de la materia (representando el movimiento de las partículas en función de la temperatura), neurotransmisores, etc.

A su vez, se han desarrollado modos específicos, por ejemplo qcraf (<http://qcraft.org/about/>) es un modo basado en los principios de la física cuántica, no es una simulación sino que proporciona analogías las cuales intentan mostrar cómo los comportamientos cuánticos son diferentes a los de nuestra experiencia cotidiana. Se propone al jugador que utilice “arena cuántica” para crear nuevos dispositivos usando tres esencias: observación, superposición y entrelazamiento. Con estas tres esencias se crean bloques que se comportan de un modo diferente según quién los mire (observación), generan patrones de interferencia dependiendo de cómo se los reúna (superposición) y están relacionados independientemente de la distancia, por lo tanto cuando se modifica un bloque también se afecta a otro (entrelazamiento). En el sitio Web se incluyen videos explicativos del juego y sus componentes, como así también propuestas didácticas para el aula (Schaeffer y Perez Angotti, 2016).

Por otra parte, tanto en su versión original como en la educativa se pueden desarrollar experiencias para trabajar contenidos de ciencia, por ejemplo se puede incorporar a Minecraft en diseños didácticos para el desarrollo de conceptos ambientales ya que permite visualizar el impacto de las decisiones humanas en la interacción con el medio tal como se ejemplifica en el Capítulo 33 de este libro o como lo reseñan Schmidt y Sutil (2014). Otro ejemplo para la enseñanza de la biología es la utilización de Minecraft para el diseño de células eucariotas utilizando bloques fluidos (Dias y Rosalen, 2014).

SIMCITY

Saga de videojuegos de construcción de ciudades, donde el jugador comienza con una hoja en blanco (mundo abierto), en la cual debe iniciar, gestionar y expandir una ciudad con un determinado presupuesto inicial. El objetivo es brindar a los ciudadanos las obras de infraestructura para una vida saludable. Entre los servicios básicos se puede mencionar: agua, luz y en algunas versiones como SimCity 3000 también se incluye gestión de residuos, acceso a salud, educación, seguridad y lugares de ocio o esparcimiento, representados como diferentes edificios. El presupuesto se obtiene principalmente mediante el cobro de impuestos, a través de la venta de servicios a otras ciudades o la instalación de edificios especiales tales como, casinos, bases militares, etc (para propuestas en el aula, véase bloque III, capítulo 35 “SIMCity para aprender modelos”).



Simcity cuenta con una versión educativa (<https://www.glasslabgames.org/games/SC>), con 6 misiones diferentes, referidas principalmente a cuestiones ambientales y de gestión de la energía, en las que el estudiante puede desempeñar roles diferentes y desarrollar habilidades de resolución de problemas y comunicación. A través del juego pueden comprender sistemas complejos, leer e interpretar datos de diagramas y trabajar el concepto de modelos, tal como lo sostienen Oliva, Aragón, Bonat y Mateo (2003), “la idea de modelo tiene un rol central como unidad de conocimiento para comprender fenómenos”, contenido transversal en el estudio de las ciencias.

SPORE

Spore es un videojuego que simula la evolución de una criatura en un universo fantástico. El juego plantea cinco estadios de evolución que comienza con una pequeña célula (célula, criatura, tribu, civilización, espacio). El jugador deberá optar por diferentes caminos para resolver los problemas que irán surgiendo mientras avanza en el simulador. Algunas de las decisiones que deberá tomar para ir progresando en cada estadio son: tipo de alimentación (herbívoro o carnívoro), alianzas con otras especies (imitando acciones como cantos, bailes, etc), eliminar a tribus rivales, establecer ciudades, etc.



El videojuego nos permite, abordar temáticas tales como los procesos evolutivos, trascender la mera descripción de estos fenómenos y plasmar de forma dinámica la discusión o explicación de hechos desde por ejemplo, un punto de vista Darwiniano o Lamarckiano. Algunos estudios han mostrado que el uso de Spore estimula el desarrollo de pensamientos de orden superior, y a pesar de sus inexactitudes científicas se lo puede utilizar eficazmente entre el alumnado, debido (entre otros factores) al alto potencial motivacional que presenta (Poli et al., 2012).

DON'T STARVE

Don't Starve es un juego de supervivencia (acción-aventura) que transcurre en la naturaleza y combina cuestiones vinculadas a la ciencia con fenómenos mágicos. El juego sigue la historia de un científico llamado Wilson que se encuentra en un mundo oscuro y tenebroso y debe sobrevivir la mayor cantidad de tiempo posible. Tras este objetivo, el jugador debe mantener a Wilson saludable y mentalmente estable mientras evita una variedad de enemigos surreales y supernaturales que tratarán de matarlo y comérselo. Para evitar morir, deberá reunir recursos, artículos de artesanía y estructuras que responden a su estilo de supervivencia.



Ayudar al personaje principal a superar los obstáculos, a través de la narrativa del juego, permite trabajar en el aula, la importancia de los recursos naturales en la sustentabilidad. También

abre posibilidades para reflexionar sobre la responsabilidad en el uso y selección de recursos naturales y trabajar las potencialidades que ofrece la materia prima (animales, vegetales, minerales, etc.) como riquezas energéticas, nutricionales, etc.

ANGRY BIRDS

Angry birds es una serie de videojuegos donde el jugador toma el control de una bandada de pájaros con la misión de recuperar los huevos de su nido, robados por una manada de cerdos. Para avanzar en el juego se deberá ir completando cada uno de los niveles, en los cuales existen refugios formados por cristal, madera, piedra y otros materiales resistentes a diferentes aves, donde los



cerdos intentan esconderse. A través de una onda el jugador tendrá que lanzar a los pájaros contra las estructuras para destruirlas y de esta manera eliminar a todos los cerdos del nivel. Los puntos se consiguen por destruir partes de la estructura, eliminar los cerdos y terminar un nivel sin gastar todos los pájaros disponibles. Al finalizar cada nivel, el juego otorga estrellas (máximo tres) en función del número de puntos conseguidos. Las estrellas sirven para desbloquear niveles superiores y seguir avanzando en el juego.

Angry birds puede incorporarse en las clases de ciencia para favorecer el aprendizaje y comprensión de diferentes conceptos (Gallego Sagastume, Devece, Torroba y Videla, 2013). Desde la currícula de la física y la matemática, permite predecir movimientos parabólicos, y a través de un análisis de causa efecto, valorar el impacto de la fuerza aplicada y determinar el ángulo necesario para establecer la trayectoria correcta. También se pueden abordar conceptos como eje de simetría, vértice, entre otros factores matemáticos (West, 2015).

REFLEXIONES FINALES

Los videojuegos que hemos descrito en este capítulo presentan diversas potencialidades para la enseñanza de las ciencias naturales. Sin embargo, es claro que los jóvenes difícilmente adquieran conocimientos científicos solo por jugar. Por lo tanto, la incorporación de estos recursos en el aula requiere de un diseño didáctico intencional, en el cual el docente plantee actividades que promuevan la reflexión. Así, será necesario planificar un recorrido en el cual se vinculen explícitamente las experiencias del juego con los contenidos del curriculum que se busca enseñar. A su vez, es importante plantear actividades metacognitivas de modo tal que los estudiantes puedan reconocer aquellos aprendizajes que lograron a partir de las actividades desarrolladas con los videojuegos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amory, A.; Naicker, K.; Vincent, J. y Adams, C. (1999). *The use of computer games as an educational tool: identification of appropriate game types and game elements*. *British Journal of Educational Technology*, 30(4): 311-321.

Carbonaro, M.; Cutumisub, M.; Duff, H.; Gillis, S.; Onuczko, C.; Schaeffer, J.; Schumacher, A.; Siegel, J.; Szafron, D. y Waughb, K. (2006). *Adapting a Commercial Role-Playing Game for Educational Computer Game Production*. GameOn North America, 2006.

Csikszentmihalyi, M. (1990). *Fluir (Flew)*. Una psicología de la felicidad. Kairós: Barcelona.

Dias, N.F. y Rosalen, M. (2014). *Minecraft: aprendendo mais com blocos*. Cadernos de Educação, 13 (27), 158-170.

Djaouti, D.; Alvarez, J. y Jessel, J. (2011). Capítulo 6 *Classifying Serious Games: the G/P/S model* (pp. 118-136). En: Felicia, P. (Edit.) *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches*. Hershey PA: IGI Global.

Estallo, J.A.; Masferrer, M.C. y Aguirre, C. (2001). *Efectos a largo plazo del uso de los videojuegos*. Apuntes de Psicología, 19 (1), 161-174.

Felicia, P. (2009). *Videojuegos en el aula*. Bruselas: European Schoolnet

Gallego Sagastume, J.I.; Devece, E.; Torroba, P. y Videla, F. (2013). *El uso de videojuegos en un laboratorio de física*. II Jornadas de Investigación y Transferencia de la Facultad de Ingeniería, 198-203.

Gee, J.P. (2004). *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo*. Granada: Aljibe.

Gee, J.P. 2007. *Good video games + Good Learning: collected essays on video games, learning and literacy*. New York: Peter Lang Publishing.

González, M.; Calonge, A.; Brusi, D. y Alfaro, P. (2014). *¿Prevenir las catástrofes! Simulando la gestión de los riesgos naturales*. En: <https://web.ua.es/es/actualidad-universitaria/documentos/2014/octubre14/prevenir-catastrofes.pdf>

Gros, B. (2008). *Videojuegos y aprendizaje*. Grao.

Gros, B. (2009). *Certezas e interrogantes acerca del uso de los videojuegos para el aprendizaje*. Comunicación, 7(1), 251-264.

Kress, G. (2010) *Multimodality: a social semiotic approach to contemporary communication*. Journal of Pragmatics, 43(14), 3624-3626.

Lacasa, P. (2011). *Los videojuegos. Aprender en mundos reales y virtuales*. Madrid: Morata

Lacasa, P. Méndez, L. y Martínez, R. (2008). En: Gros, B. *Videojuegos y aprendizaje*. Grao.

Lemke J.L. (2002). *Metamedia Literacy: Transforming Meanings and media en Reinking D.; McKenna M.; Labbo L. y Kieffer R. (Eds.) Literacy for the 21st Century: Technological transformations in a post-typographic world*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

León Jariego, R. y López López, M.J. (2003). *Los adolescentes y los videojuegos*. Apuntes de Psicología, 21(1), 5-15.

López Raventós, C. (2016). *El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games*. Apertura, Revista de Innovación Educativa, 8 (1).

Mellado, M.; Roa, J.; Baez, M.; Carpinelli, J.; Garreton, V.; Mercovich, E. y Szwarcberg, M. (2014). *Kokori, set de herramientas TIC gratuito para la enseñanza y aprendizaje en biología celular*. Memorias del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación 2014. En: <http://www.oei.es/historico/congreso2014/memorias2014.php>

Metcalfe, S.; Kamarainen, A.; Tutwiler, M.S.; Grotzer, T. y Dede, C. (2011). *Ecosystem Science Learning via Multi-User Virtual Environments*. International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations 3(1), 86–90.

Mitchell, A. y Savill-Smith, C. (2004). *The use of computer and video games for learning: A review of the literature*. London: LSDA.

Occelli, M.; Valeiras, N. y Willging, P. (2015). ¡Los nanobots invaden la clase de biología! *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 18, 59-66.

Oliva, J.; Aragón, M.; Bonat, M. y Mateo, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 429-444.

Piassentini, M.J. y Occelli, M. (2012). Caracterización de Laboratorios Virtuales para la enseñanza de la Ingeniería Genética. *Memorias de las X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*.

Poli, M.; Berenotto, C.; Blankenship, S.; Piatkowski, B.; Bader, G.A. y Poore, M. (2012). Bringing Evolution to a Technological Generation: A Case Study with the Video Game SPORE. *The American Biology Teacher*, 74(2), 100-103.

Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1, *On the Horizon*, 9 (5), 1-6.

Roa, J. (2014). Ciclanía: Videojuego gratuito para la generación de comunidades educativas sustentables alineadas con el currículo nacional en ciencias. *Memorias del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación 2014*. En: <http://www.oei.es/historico/congreso2014/memorias2014.php>

Rosenblatt, P.; Oppliger, V.; Velarde, V. y Roseblatt, I. (2015). OUCH un entorno virtual para el aprendizaje de la anatomía y fisiología en estudiantes de enseñanza básica. *III Congreso Internacional de Videojuegos y Educación*. En: [//untref.edu.ar/cive15/#](http://untref.edu.ar/cive15/#)

Schaeffer, A.G. y Perez Angotti, J.A. (2016). Jogos digitais na apropriação de conhecimentos científicos. *Novas Tecnologias na Educação* 14 (1).

Schmidt, D.A.T. y Sutil, N. (2015). Explorando o ambiente virtual do Minecraft em sala de aula: potencialidades do jogo para trabalhar a interação do ser humano com o ambiente. *XIII Congresso Internacional de Tecnologia na educação*.

Squire, K.D. (2006). From content to context: Videogames as designed experiences. *Educational Researcher*, 35 (8), 19-29.

West, T. (2015). Game-based Learning: A Proposed Study on the Integration of Angry Birds in Geometry Curriculum. En D. Rutledge & D. Slykhuis (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2015* (pp. 2773-2778). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Winn, W. (2002). Current Trends in Educational Technology Research: The Study of Learning Environments. *Educational Psychology Review*, 14(3), 331-335.

Wurtele, E.S.; Bassham, D.C.; Dickerson, J., Kabala, D.J.; Schneller, W.; Stenerson, M. y Vasanth, A. (2010). Meta!Blast: A serious game to explore the complexities of cell and metabolic biology. *Proceedings of the ASME 2010 World Conference on Innovative Virtual Reality. WINVR2010*.

PARA SEGUIR JUGANDO...

<http://www.gamesforchange.org/>

Games for Change es un grupo de trabajo creado en 2004 cuya misión es facilitar la creación y distribución de juegos de impacto social. A través de este sitio (en inglés) es posible acceder a una batería de videojuegos clasificados por edades y temáticas. En particular para la enseñanza de las ciencias recomendamos explorar los videojuegos incluidos en la categoría "Ambiente".

<http://insidgameslatam.biz/category/education/>

InsideGamesLatam.biz es un sitio en inglés que desde 2016, cubre exclusivamente la industria de juegos en Latinoamérica. En él se incluye videojuegos de descarga gratuita para la enseñanza de ciencias, bajo la categoría "Educación".

PARA SEGUIR LEYENDO...

Felicia, P. (2009). Videojuegos en el aula. Bruselas: European Schoolnet. Disponible en: http://games.eun.org/upload/GIS_HANDBOOK_ES.pdf

Es un manual para docentes que se elaboró en el marco del proyecto Juegos en los centros educativos, de European Schoolnet. Está dirigido a aquellos docentes que estén interesados en la utilización de videojuegos en sus clases. Aporta información sobre los beneficios pedagógicos de los videojuegos y la forma de utilizarlos como recursos didácticos. Asimismo brinda elementos teóricos y prácticos para la toma de decisiones fundamentadas sobre la elección y uso de videojuegos en clase.

Gros Salvat, B. (2014). Análisis de las prestaciones de los juegos digitales para la docencia universitaria. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 28(1), 115-128. <http://www.redalyc.org/pdf/274/27431190008.pdf>

En este artículo la autora desarrolla su perspectiva teórica y presenta un análisis de los beneficios de utilizar videojuegos en la educación superior y principalmente en la formación docente inicial.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

http://www.grupoalfas.com/?page_id=154

ALFAS (Ambientes Lúdicos Favorables de Aprendizaje) es el sitio web de un grupo de investigadores que desarrollan desde el año 2012 un Congreso Internacional Anual de Videojuegos y Educación. En este sitio se puede acceder al link de cada uno de los Congresos y a sus memorias las cuales presentan innovaciones didácticas e investigaciones en el campo de la educación y los videojuegos.

<http://www.aprendeyjuegaconea.com/>

Aprende y juega con EA el un sitio creado por el grupo "Imágenes, Palabras e Ideas" de investigación de la Dra. Pilar Lacasa que contiene recursos que presentan a los videojuegos como posibles instrumentos de aprendizaje posibles de ser utilizados tanto en familia como en la escuela. Allí también se puede acceder a documentos y artículos que reseñan resultados de experiencias con videojuegos coordinadas por la Universidad de Alcalá y la UNED en colaboración con Electronic Arts.

<https://www.youtube.com/watch?v=5cs7ffbdve0>

Conferencia de la Dra. Begoña Gros "La integración de los juegos digitales para el aprendizaje". Producido por IneveryCREA en la Segunda Edición de CaféCREA Especial Edugaming, celebrado el 22 de octubre de 2012 en La Casa Encendida de Madrid.

<http://www.evacba.com.ar/>

Exposición de videojuegos Argentina (organizado por la Asociación de Desarrolladores de Videojuegos Argentina sede Córdoba)

ANEXO 1

CARACTERIZACIÓN DE 12 VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS

Videojuego	Desarrolladores	Link de acceso	Acceso	Requisito de conexión	Dispositivo	Narrativa	Idioma	Contenido que permite abordar	Herramientas didácticas
Alto a los desastres	Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres de las Naciones Unidas.	http://www.stopdisastersgame.org/es/home.html	Libre	si	Cualquier ordenador o móvil.	Semiguado	Español	Desastres naturales	no
Atomik Monsters	Grupo de estudiantes del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	http://www.atomikmonsters.com/index.html	Libre	no	Móviles: Android	Semiguado	Español	Elementos de la tabla periódica	no
Ciclania	Centro Tekit. Universidad Santo Tomás. Chile.	http://www.ciclania.org/home/	Libre	si	Cualquier ordenador o móvil.	Intuitivo	Español	Cambio climático	si
EcoMueve	Escuela de Graduados de Harvard. Instituto de Educación en Ciencias de Estados Unidos. Departamento de Educación.	http://ecolearn.gse.harvard.edu/ecomuove/resources.php	Libre	no	Ordenadores: Windows, iOS,	Semiguado	Inglés	Ecología. Dinámica de poblaciones.	si
Immune Attack	Federación de Científicos Americanos. Universidad del Sur de California. Estados Unidos.	http://fas.org/immuneattack/	Libre	no	PC Microsoft Windows	Semiguado	Inglés	Inmunología	si
Kokori	Centro Tekit. Universidad Santo Tomás. Chile.	http://www.kokori.cl/descargalo-aqui/	Libre	no	Ordenadores: Windows	Semiguado	Español	Biología celular	si
Mastica Astros	Universidad Católica de Chile/ Universidad Andrés Bello Millennium Institute of Astrophysics	http://www.masticaastro.cl/	Libre	no	Ordenadores: Windows, iOS	Semiguado	Español	Velocidad, aceleración, gravedad e inercia.	Si
MetalBlast	Universidad Estatal de Iowa. Estados Unidos.	http://www.metablast.org/	Libre	no	Ordenadores: Windows, iOS	Guiado	Inglés	Fisiología y anatomía vegetal	si
Ouch	Fundación Ciencia & Vida y la Pontificia Universidad Católica de Chile.	http://www.ouchgame.cl/juego/	Libre	no	Ordenadores: Windows	Semiguado	Español	Fisiología del cuerpo humano	si
Solarium	Sunfleck. Grupo Interdisciplinario de Investigadores, diseñadores y músicos.	http://sunfleck.com/	Libre	no	Ordenadores: Windows, iOS	Guiado	Inglés	Fisiología y anatomía vegetal	no
Vegetalista	Núcleo Milenio de Biología Sintética & Biología de Sistemas Vegetales. Pontificia Universidad Católica de Chile.	http://www.vegetalista.cl/descarga.php	Libre	no	Ordenadores: Windows	Semiguado	Español	Biodiversidad	si
Xentinelas Xelulares	Proyecto Fondef TIC EDU. Universidad Católica. Fundación Ciencia & Vida. Universidad de Talca.	http://www.xentinelas.cl/juego/	Libre	no	Ordenadores: Windows, iOS	Semiguado	Español	Inmunología	si

ANEXO 2

CARACTERIZACIÓN DE 5 VIDEOJUEGOS DE ENTRETENIMIENTO

Videojuego	Desarrolladores	Link de acceso	Acceso	Requisito de conexión	Dispositivo	Narrativa	Idioma	Contenido que permite abordar	Herramientas didácticas
Angry birds	Rovio Entertainment	https://www.angrybirds.com/	Con licencia, con versiones gratuitas	No	iOS iPhone 5, iPad 3, iPad Mini 2 y iPod Touch 6G	Guiado	Números idiomas incluidos el Español	Cinematica	No
Minecraft	Creado por Markus Persson, el fundador de la compañía Mojang AB, distribuido por Microsoft Studios	https://minecraft.net/es/	Con licencia	No	Ordenadores: Windows, iOS, Linux Móviles: Android, iOS, Windows Phone, Kindle Fire, Gear VR Consolas: Xbox One, Xbox 360, PS4, PS3, PS Vita, WiiU	Intuitivo	Numerosos idiomas incluido el Castellano"	Modelos	Si
Don't Starve	Desarrollado y distribuido por Klei Entertainment	https://www.kleientertainment.com/games/dont-starve	Con licencia	No	Ordenadores: Windows, iOS, Linux, Móviles: Android, iOS Consolas: Xbox One, PS4, PS3, PS Vita, WiiU,	Semiguaido	Numerosos idiomas incluido el Castellano"	Ambiente.	No
SimCity	Will Wrigth distribuido por Electronic Art	http://www.simcity.com/ SimCity en el aula: http://www.aprendejuegaconea.com/index.php?n3=67	Con licencia	No	Ordenadores: Windows Móviles: Android iPhone, iPad, Consolas: Xbox, PS3, Wii,	Semiguaido	Numerosos idiomas incluido el Castellano"	Modelizacio. Concepto de espacio.	Si
Spore	Will Wrigth distribuido por Electronic Art	http://www.spore.com/ Spore en el aula: http://www.aprendejuegaconea.com/index.php?n3=69	Con licencia	No	Ordenadores: Windows Móviles: Android Consolas: Wii, Nintendo DS	Guiado	Numerosos idiomas incluido el Castellano"	Evolución, desde la aparición de las células hasta el desarrollo de la civilización espacial	Si

INTEGRACIÓN DEL MOBILE LEARNING COMO PLATAFORMA PEDAGÓGICA EN SECUNDARIA

María José Rubio¹ y Enric López C.²

¹Profesora de la Facultad de Educación de la Universidad de Barcelona. ²Profesor del CEET
Facultad de Educación de la Universidad de Barcelona. Miembro del grupo de Investigación Enseñanza y
Aprendizajes Virtuales

INTRODUCCIÓN

Es por todos sabido que, cuando una tecnología, teoría, proceso, etc. puede romper las reglas establecidas, se demoniza, trasladando a ella todas las propias carencias del sistema cuestionado. Creemos que esto mismo está pasando en el ámbito de la pedagogía y los dispositivos móviles como plataforma pedagógica, puesto que, ya desde el principio de su irrupción, la reacción más habitual por parte de los estamentos académicos ha sido la de prohibirlos y/o limitar su uso en el ámbito pedagógico, en aras de no generar distracciones sobre los contenidos transmitidos principalmente por parte del docente en el aula. Pero la respuesta no consiste en prohibir estos dispositivos por completo, ni en postergar la creación de una política al respecto, sino en aprovechar las funciones lúdico-expresiva, referencial y comunicativa que poseen; en aprovechar su poder de captar el interés de los alumnos, en aprender a utilizarlo con una finalidad formativa.

El aula ya no es el centro del aprendizaje, pues este se transforma en ubicuo gracias a los dispositivos móviles (*Smartphone*, *notebook*, *consolas*, *tablet*) o los que vendrán bajo el paraguas conceptual del *mobile learning*, porque, lo importante no es el dispositivo en sí o la tecnología, sino el uso que puede hacer el alumno para fomentar su aprendizaje.

CONECTADOS DESDE EL TELÉFONO MÓVIL

Todas las previsiones y prospectivas apuntan hacia el dominio de los dispositivos móviles (*Smartphone* –teléfono inteligente–, principalmente) como herramientas tecnológicas en la próxima década. En concreto, se prevé que el 70% de la población global disponga de un *Smartphone* en el 2020, según indica el informe *Mobility Report* de Ericsson (2015), y además tendrán acceso a cobertura de banda ancha móvil, que estará acompañado por un tráfico de datos móviles cada vez mayor, especialmente provocado por el uso del video, el cual crecerá hasta el 60% del tráfico total en esa misma fecha, según este informe de Ericsson, dando un impulso final al VoD (video bajo demanda) como comportamiento cada vez más habitual entre los usuarios.

En esa misma línea, el Informe de la Fundación Orange *eEspaña 2104* (2015) amplía el espectro de penetración del *mobile*, indicando que la telefonía móvil parece haber llegado a un punto de estancamiento, en relación a su tasa de penetración, en la mayor parte de los países desarrollados, manteniéndose esta tasa a nivel mundial en un 96% (con 100 millones más de líneas en 2013).

Este escenario se ve reforzado si añadimos el componente de acceso a Internet a través de los dispositivos móviles, pues, en España, y según datos del *Consumer Barometer* de Google y iab (2015), el 81% de los españoles que se conectan a la web lo hacen a través de un dispositivo móvil, así como que ven videos una vez o más a la semana a través de estos dispositivos en un 58%, y fuera de casa en un 35%.

Asimismo, el informe sostiene que el 87% del tiempo que los usuarios pasan en este dispositivo lo hacen a través de diferentes aplicaciones (*apps*) (OMD, 2016) más que de webs adaptadas, lo que predispone a contemplar un escenario móvil de uso extensivo, incluido en los ámbitos formativos. En esta misma línea, también se puede indicar que el móvil se ha convertido en la puerta de entrada al mundo “social” (Facebook, Twitter, Instagram, etc.), pues el 71 % lo usa con esa función (Olapic, 2016).

Por otra parte, estudios como el del *Net Children go mobile*, realizado en el 2014, indica que los alumnos de secundaria están conectados a Internet y, especialmente, a través de su *Smartphone*. En concreto, este estudio indica que “su primer *Smartphone* lo reciben a los 12 años” y que “el 18% de los niños de 8-11 años y el 26% de aquellos de 12-15 años tienen una *tablet*; y de cada 10 niños, ocho navegan todos los días en casa, el 45% de los niños se conecta desde su *Smartphone* y 30% desde un *tablet*. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) sobre «Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares Españoles” (2014), entre los adolescentes de 13 años el porcentaje de posesión de móviles es del 78.4% y entre los de 15 años del 90.9%. Por géneros, el móvil está más presente entre las niñas, con cinco puntos por encima de los niños (69.8 por 64.4).

Aunque el uso actual se limita a escuchar música, ver videos y tener presencia en redes sociales, entre otras funciones, los dispositivos móviles ya son una gran base para potenciar un posterior aprendizaje informal y colaborativo con la supervisión y dirección de los expertos en didáctica y aprendizaje ubicuo.

Otro estudio, esta vez realizado en Uruguay, indica que “parece que no hubiera en el país un preadolescente o adolescente que no contara con su propio celular” lo que lleva a las entidades académicas a encarar este fenómeno de diversas maneras, “desde la prohibición total de su utilización, la colocación de los móviles en una caja y el uso restringido, hasta la libre posibilidad de manipulación” (Universidad de la República de Uruguay, 2014).

A estas cifras de uso masivo de móviles, se unen las de la existencia en las escuelas y en las aulas de herramientas tecnológicas que ayudan a la formación y al aprendizaje. Así el 85% de los centros de secundaria de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ya en 2012 estaba dotado de computadoras de escritorio; el 41%, de portátiles, y el 11%, de *tablets*, según datos de esta organización.

Además poseen WiFi, pizarras digitales, etc., teniendo la previsión de la implantación del *mobile* como plataforma pedagógica (y de las impresoras 3D y robots, por ejemplo) en el año 2020 (Aula Planeta, 2015), ofreciendo oportunidades para la adquisición de conocimientos a través del intercambio de materiales de aprendizaje.

Ante esta realidad existen propuestas orientadas a sacar provecho de la tecnología con la que ya cuenta el estudiante, y que reclaman el uso de los *Smartphone* de los propios alumnos (BYOD, Bring your own device, en español: “trae tu propio dispositivo”) como plataforma pedagógica dentro del conjunto de las ya existentes en este nivel de formación. De esta forma, cada estudiante podría disponer de un teléfono

inteligente para ser usado como herramienta de aprendizaje, no solo en el contexto formal, sino también en el informal.

EL **MOBILE LEARNING** COMO PLATAFORMA PEDAGÓGICA

El aprovechamiento de los dispositivos móviles como plataformas para el aprendizaje ha dado lugar al llamado *mobile learning* o aprendizaje móvil. Existen diversas definiciones sobre el mismo que intentan concretar su ámbito de actuación, sus herramientas, etc. A principios de este siglo XXI en Europa y a finales del XX en Estados Unidos de Norteamérica, ya se elaboran definiciones iniciales sobre el *mobile learning*. En concreto, y siguiendo a ISEA (2009), estas primeras se centran en verla como una extensión del *elearning* (Quinn, 2000), pero caracterizado por la posibilidad de su independencia respecto a su ubicación en espacio y tiempo. Otros autores, como Sharples (2002) y Bachmair, Cook y Kress (2010), definen el *mobile learning* en base a la intercepción entre el aprendizaje electrónico (*elearning*) y las tecnologías móviles generando experiencias ubicuas en tiempo y lugar. Así mismo, Traxler (2009) lo relaciona con el aprendizaje informal, siendo finalmente Moreno (2011) quien lo sintetiza del siguiente modo: “el *mobile learning* es el proceso de enseñanza–aprendizaje que se lleva a cabo en cualquier lugar y momento, gracias al uso de dispositivos móviles con conexión inalámbrica que nos permiten acceder a la información requerida, a través de la red o de documentación almacenada en el mismo dispositivo”. Brazuelo y Gallego (2011) y WizIQ (2015) refuerzan esta idea haciendo énfasis en el *mobile learning* como la modalidad educativa que facilita la construcción del conocimiento, la resolución de problemas de aprendizaje y el desarrollo de destrezas o habilidades diversas de forma autónoma y ubicua gracias a la mediación de dispositivos móviles portables.

Partiendo de estas definiciones, el aprendizaje móvil presenta principalmente las siguientes características (Brenes, Salas y Valerio, 2014): *Ubicuidad* –posibilidad de acceso desde cualquier lugar y momento–; *Portabilidad* –para llevar y operar en mano–; *Interactividad* –para actuar con los contenidos, a través de los dispositivos– y *Accesibilidad* –por su coste más bajo, en comparación con otras herramientas.

Realmente, la perspectiva de aplicación en diversos entornos educativos y de aprendizaje es muy alta (Cheon, Lee, Crooks y Song, 2012), así como su potencial como aprendizaje ininterrumpido, el cual permite a los educandos aprender, sin estar limitada por el tiempo o el lugar en ambos entornos educativos formales e informales (Lam, Yau, y Cheung, 2010; Milrad et al., 2013).

En esta evolución tecnológica adaptada a la formación se suma actualmente todo el ámbito de las redes sociales *online*, los EPA (Entornos Personales de Aprendizaje; *Personal Learning Environment*, en inglés), las herramientas de *gamification*, los *serious games*, el *Flipped Classroom*, etc. que implican, entre otros, llevar el aprendizaje de forma personalizada más allá del aula tradicional, gracias también a su adaptación a los dispositivos móviles, y al desarrollo de apps educativas (Towards Maturity, 2014).

Los dispositivos móviles aportan muchas posibilidades tecnológicas que hacen de ellos recursos útiles en el campo educativo, como la que se refiere a aprender a aprender, la competencia digital, las habilidades y actitudes sociales y cívicas, el desarrollo de destrezas cognitivas y colaborativas o las que tienen que ver con la conciencia y las expresiones culturales (MECyD, 2016). Además, pueden contribuir a la adquisición de la relación de los medios con el aprendizaje, deseable para el desarrollo integral y la socialización de los alumnos jóvenes.

A partir de la percepción de que realmente el *mobile learning* puede contribuir de una forma importante a la formación y aprendizaje, diversos expertos y entidades plantean una serie de recomendaciones a seguir en un futuro próximo. Así, la UNESCO (2015) en su informe “Directrices para las políticas de aprendizaje móvil” indica las siguientes, constituyendo un marco de referencia homogéneo para la utilización del *mobile learning*:

- Crear o actualizar las políticas relacionadas con el aprendizaje móvil.
- Capacitar a los docentes para promover el aprendizaje a través de tecnologías móviles.
- Proporcionar apoyo y formación a los docentes a través de las tecnologías móviles.
- Crear y optimizar contenidos educativos para su uso en dispositivos móviles.
- Desarrollar estrategias para proporcionar un acceso igual para todos.
- Promover el uso seguro, responsable y saludable de las tecnologías móviles.
- Utilizar la tecnología móvil para mejorar la comunicación y la gestión de la educación.
- Aumentar la concienciación sobre el aprendizaje móvil.

Todos estos elementos obligan a un replanteamiento de los enfoques pedagógicos en relación al aprendizaje a través de los dispositivos móviles (The eLearning Guide, 2016), ya que este tipo de aprendizaje permite potenciar su vertiente informal, ubicua, geolocalizada, social, inmediata, adaptable y conectiva (Cantillo, Roura y Sánchez, 2012), situando al propio educando en el centro del proceso de aprendizaje con la ayuda de la tecnología y bajo parámetros pedagógicos y un horizonte de futuro para un *lifelong learning* (Naismith, Lonsdale, Vavoula y Sharples, 2006). El aprendizaje móvil cruza el límite del aprendizaje institucional, del aprendizaje en el aula, trasladándose al ámbito informal y plantea la necesidad de generar, por parte tanto de instituciones como agentes involucrados, espacios compartidos de construcción e intercambio de conocimientos que den cabida a este otro aprendizaje, asumiendo el reto de aprovechar el potencial de estos dispositivos y las competencias digitales de los estudiantes para plantear modelos de enseñanza alternativos, métodos de aprendizaje más activos (Marés, 2012).

Por último, cabe destacar que aquello que es importante en todo proceso formativo también lo es para la integración adecuada de los dispositivos móviles: los alumnos necesitan jugar un rol activo en el aprendizaje y recibir *feedback* frecuente, las actividades móviles necesitan basarse en materiales de aprendizaje que exijan a los estudiantes analizar de manera crítica contenidos y crearlos, y la tecnología necesita conectar a los alumnos con el mundo más allá de las aulas.

POSIBILIDADES PEDAGÓGICAS DEL **MOBILE LEARNING**

Partiendo de estas premisas, se han desarrollado experiencias pedagógicas (en educación formal) que han llevado a establecer diversos modelos pedagógicos asociados al *mobile learning* (Fundación Telefónica, 2013). En este caso, se concretan estos modelos según el grado de apoyo de los dispositivos móviles a la labor de los profesores o a la de los alumnos:

- Nivel 1. El teléfono móvil es utilizado por el docente como apoyo a sus clases a través de material complementario: lecturas, actividades, etc.

- Nivel 2. El alumno aprende a través de la ejercitación con aplicaciones multimedia que le permiten profundizar y contrastar su nivel de conocimientos sobre unos contenidos determinados.

- Nivel 3. El alumno participa en el diseño y desarrollo de un proyecto y utiliza una gran variedad de herramientas TIC o *apps* para la creación, publicación y divulgación a través de redes.

- Nivel 4. El alumno explora herramientas para el trabajo en grupo dentro del aula.

- Nivel 5. Los alumnos trabajan en red con compañeros de otras escuelas utilizando tecnologías móviles y redes sociales.

- Nivel 6. Los alumnos utilizan el teléfono móvil para aprender de manera informal en cualquier lugar y cualquier momento. No sólo en las escuela.

En todos estos niveles subyacen los objetivos hasta ahora ya indicados y asociados tanto a la plataforma tecnológica como a su aportación al aprendizaje:

- Fomentar el aprendizaje participativo.
- Elevar la motivación de los participantes en este proceso de aprendizaje.
- Potenciar la generación de un aprendizaje individualizado.
- Favorecer la autonomía.
- Favorecer el aprendizaje centrado en el alumno y en el contexto.
- Facilitar la comprensión de contenidos con la inclusión de elementos multimedia y/o juegos.
- Atender a la diversidad.
- Fomentar la interacción y comunicación (UPM, 2013):
 - Permite el intercambio de datos entre los alumnos y con el profesor.
 - Permite la publicación directa de contenidos y comentarios.
 - Permite el acceso a avisos, recordatorios, noticias, etc.
 - Fomenta la comunicación síncrona y asíncrona.
 - Facilita la retroalimentación y tutorización.
 - Favorece la creación de comunidades de aprendizaje.
 - Facilita el trabajo en equipo y la distribución de actividades.
 - Aumenta la comunicación profesor-alumno. Se crean nuevas formas de interacción.
 - Se pueden habilitar escenarios para compartir información y trabajar en equipo (Evernote, Googledrive, Dropbox, etc.).

Por otra parte, se puede identificar un listado de posibilidades que ofrece el *Smartphone* como herramienta útil dentro del proceso de aprendizaje del alumnado de secundaria (Santos, 2015) y para su aplicación existen numerosas *apps* de uso educativo. Estas posibilidades podemos sintetizarlas en:

- Para consultar datos: consultar datos concretos (procedentes de enciclopedias, diarios, diccionarios, etc.) puede ser muy útil tanto durante las explicaciones, como a la hora de realizar trabajos.
- Para hacer y editar fotos y/o videos: para ilustrar trabajos y presentaciones, hacer experimentos.
- Para realizar tests: diseñados previamente por el profesor, con los que se puede obtener información en tiempo real sobre el conocimiento del alumnado y la efectividad de una explicación.
- Como traductor: de diferentes idiomas.
- Como agenda: para recordar fechas de exámenes o de entrega de trabajos.
- Para anotar ideas: tanto de forma escrita como oral.
- Para ver fotos: que permitan una mejor comprensión de las lecciones.
- Para repasar: antes de un examen o una exposición.
- Para leer libros electrónicos: tanto curriculares como de otro tipo, con la posibilidad que ofrecen de realizar anotaciones en ellos.
- Como grabadora: para hacer trabajos o grabar las explicaciones del profesorado y consultarlas más tarde.
- Para acceder a recursos de estudio relacionados con la lección: creados por otros usuarios.
- Como escáner de documentos: útil por ejemplo para entregar tareas realizadas en clase.
- Como calculadora.
- Para publicar en el blog de clase y seguir las visitas: en cualquier momento.
- Para realizar presentaciones: se puede almacenar el material de presentaciones en el teléfono móvil y conectarlo directamente al proyector.
- Como formulario: para almacenar fórmulas matemáticas y tenerlas siempre a mano.
- Para localizar puntos en el mapa: útil en clases de Historia y Geografía.
- Para estudiar vocabulario: útil para clases de idiomas donde el aprendizaje de vocabulario desempeña una parte fundamental.
- Para compartir notas de clase: el material de apoyo de clase que entrega el docente, en lugar de entregar fotocopias.
- Como pizarra digital: permitiendo proyectar todo lo que se dibuja.
- Para medir nuestra productividad: aplicaciones que permiten medir el tiempo que le dedicamos a una tarea concreta.
- Para jugar aprendiendo: existen cientos de juegos de carácter educativo que pueden ser aplicados en el aula.

CASOS PRÁCTICOS

Presentamos a continuación algunas experiencias en el ámbito de diferentes materias curriculares desarrolladas en centros de secundaria que utilizan diferentes *apps* educativas (Tabla 1) (Fundación Aula-Smart, s/f).

Tabla 1. Experiencias con *apps* educativas en diferentes materias curriculares

Material curricular	Aplicaciones móviles (<i>apps</i>)	Título actividad	Objetivo de la actividad
Ciencias naturales	Software móvil: <i>Ubik</i>	"Conoce tu tierra"	Crear un sitio web adaptado para su visualización en dispositivos móviles sobre la flora y fauna de una región.
Visual y Plástica	Aplicación de Realidad Aumentada <i>Layar</i> <i>Notas</i> <i>Flickr</i>	"Visita el museo"	Recopilar información artística sobre un autor o estilo en un museo y crear un blog sobre el mismo.
Matemáticas	Grabadora de sonidos. Software móvil: <i>Audacity</i>	"Rapeando con los números"	Crear un rap basado en el tema de los tipos de números (números naturales, enteros, racionales, irracionales, reales, imaginarios y complejos) para ayudar a recordarlos.
Tecnología	<i>iCircuit</i> .	"Diseña tu Circuito"	Diseñar y poner en funcionamiento un circuito eléctrico virtual y evaluar su rendimiento.

La primera experiencia persigue el conocimiento del medio mediante la realización por parte del alumnado de un trabajo previo de búsqueda y tratamiento de información, para posteriormente organizar esta información en una web creada mediante *Ubik*, un sencillo editor de páginas web para móviles, que en cuatro pasos permite crear y publicar en la web (Figura 1).

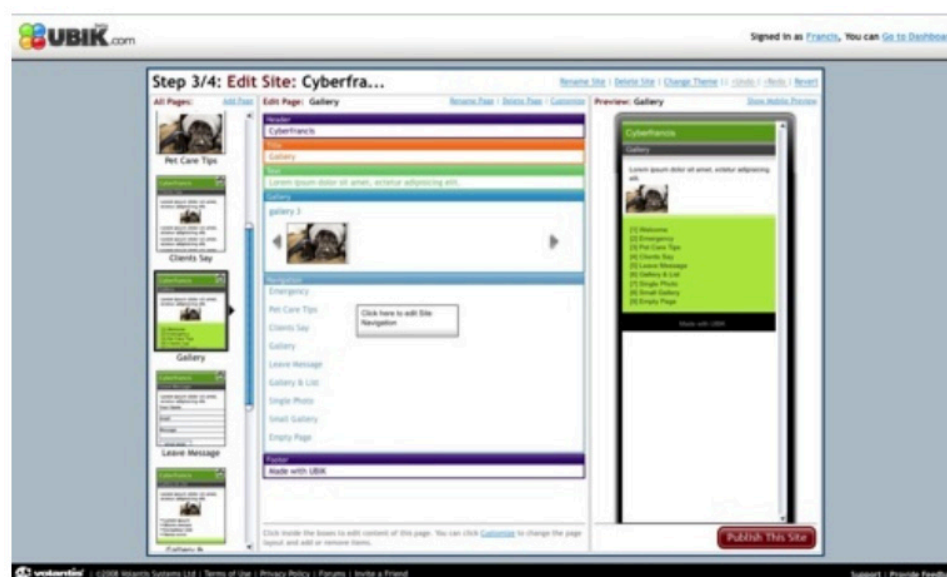


Figura 1. Imagen de una pantalla de la app *Ubik*

La segunda experiencia aprovecha las potencialidades de la realidad aumentada para trabajar temas de arte. El alumnado visita el Museo de Arte de la Ciudad y recopila, de forma contextual, toda la información proporcionada por la aplicación *Layar*, que almacena en la aplicación *Notas*, escritas o

de voz, del teléfono móvil para su posterior tratamiento y puesta a disposición del resto del alumnado a través de *Flickr*. Layar es navegador de realidad aumentada y su funcionamiento consiste en utilizar la información que ofrece el GPS y la brújula que tiene el terminal. En la pantalla aparece lo que la cámara capta y en ella, aparece información a tiempo real de lo que aparece dentro de ella, como la información de un determinado cuadro (Figura 2).



Figura 2. Imagen de un apps de realidad aumentada

En la tercera experiencia el alumnado crea una recitación rítmica y rimada (rap) para recordar los distintos tipos de números y sus características. Para ello crea el texto por parejas sobre todos los números o se establecen seis grupos, uno por cada tipo de número. Seguidamente se graba el rap por medio del teléfono móvil por parejas o grupos o de forma colectiva, realizando una interpretación en la que va sucediéndose cada grupo. La base musical es proporcionada por el profesor y con ayuda del programa de edición Audacity se combinan los distintos rap compuestos (Figura 3).

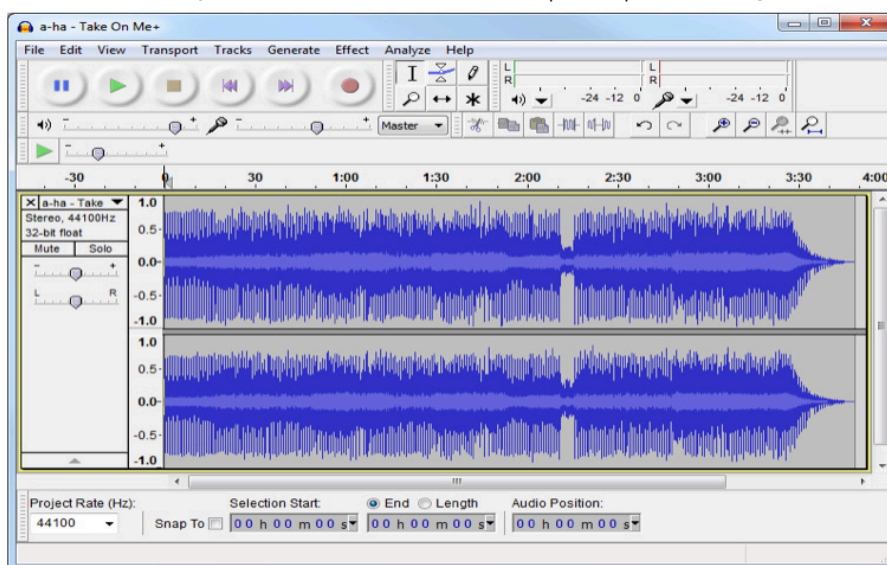


Figura 3. Imagen de una pantalla de Audacity.

Por último, en el ejemplo de la materia Tecnología, el alumnado diseña y pone en funcionamiento un circuito virtual haciendo uso de la aplicación *iCircuit*. Para ello descargan y se familiarizan con la aplicación, seguidamente y con las indicaciones del docente diseñan el circuito eléctrico virtual para un proyecto de robótica, y gracias a las opciones de la propia aplicación, pueden evaluar la viabilidad del mismo (Figura 4).

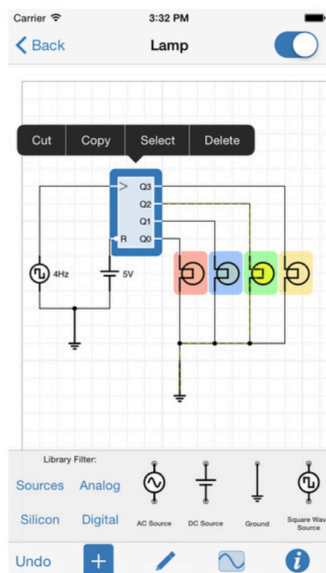


Figura 4. Imagen de una pantalla del apps iCircuit

REFLEXIONES FINALES

La definición y alcance de *mobile learning* es fundamental para el debate sobre el uso pedagógico de los dispositivos móviles. Si bien es cierto que el uso de dichos dispositivos presenta una gran oportunidad y ofrece un desafío para redefinir y transformar nuestros enfoques educativos, el aprendizaje móvil no resolverá por sí solo los grandes restos educativos, y además también requiere de una nueva filosofía marco que le acoja entre los nuevos paradigmas educativos y unifique sus potencialidades.

Sin duda, el *mobile learning*, sustentado en la experiencia del alumno de secundaria y la facilidad de las tecnologías para permitir la interacción y colaboración entre los mismos, exige un escenario pedagógico propio sobre el cual reflexionar (Villalonga y Marta-Lazo, 2015). El hecho de que los dispositivos móviles pueden empoderar a los estudiantes, profesores y organizaciones, les otorga un gran potencial en su aplicación al aprendizaje.

Al mismo tiempo, este escenario educativo y social plantea un gran número de interrogantes que desde el ámbito de la investigación científica se debe intentar dar respuesta.

Las investigaciones en este ámbito permitirán, entre otros, aportar modelos de buenas prácticas, modelos de secuencias didácticas válidas para la integración de los dispositivos móviles en los procesos de enseñanza-aprendizaje y vías para que el alumnado los use desde una posición de empoderamiento crítico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aula Planeta (2015). Tecnología y pedagogía en las aulas. Cómo ven los profesores el futuro inmediato en España. Documento en línea: http://www.aulaplaneta.com/wp-content/uploads/2015/05/Dossier_Perspectivas2015_100dpi.pdf

Bachmair, B.; Cook, J. y Kress, G.R. (2010). *Mobile learning: structures, agency, practices*. UK: Springer

Brazuelo, F. y Gallego, D.J. (2011). *Mobile Learning. Los dispositivos móviles como recurso educativo*. Sevilla: MAD. Eduforma.

Brenes, O.L.; Salas, I. y Valerio, C. (2014) Razones y consideraciones para la implementación del aprendizaje móvil en la UNED: realidades y desafíos. *Innovaciones educativas*, 21, 31-41.

Cantillo, C., Roura, M. y Sánchez, A. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La Educ@ción Digital Magazine*, 147, 1-20. Recuperado de http://educoas.org/portal/la_educacion_digital/147/pdf/ART_UNNED_EN.pdf

Cheon, J.; Lee, S.; Crooks, S.M. y Song, J. (2012). An investigation of mobile learning readiness in higher education based on the theory of planned behavior. *Computers & Education*, 59(3), 1054-1064.

Ericsson (2015). *Mobility Report*. Documento en línea: <http://www.ericsson.com/mobility-report>

Fundación Aula-Smart (s/f). *Propuestas didácticas del uso educativo del teléfono móvil en las diferentes Áreas Curriculares integrando las Competencias Básicas*. Fundación Aula-Smart.

Fundación Orange (2015). *eEspaña. Informe Anual 2014 sobre el desarrollo de la Sociedad de la Información en España*. Documento en línea: http://www.proyectosfundacionorange.es/docs/eE2014/Informe_eE2014.pdf

Fundación Telefónica (2013). *Guía Mobile Learning*. Recuperado de http://laboratorios.fundaciontelefonica.com/wp-content/uploads/2013/01/Guia_MobLearning.pdf

Google (2015). *Consumer Barometer*. Documento en línea: https://storage.googleapis.com/think-v2-emea/docs/infographic/CB_wave_2_Spain_infographic_translated_FINAL_2_1.pdf

Instituto Nacional de Estadística de España (INE) (2014). *Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnología de la Información y la Comunicación en los hogares españoles*. Documento en línea [http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t25/p450/base_2011/a2014/I0/&file=05003.px&type=pcaxis&L=0]

ISEA (2009). *Mobile Learning. Análisis prospectivo de las potencialidades asociadas al Mobile Learning*. Documento en línea: http://www.iseamcc.net/eISEA/Vigilancia_tecnologica/informe_4.pdf

Lam, J.; Yau, J. y Cheung, S.K. (2010). A review of mobile learning age. *Hybrid learning*, 6248 of the series *Lecture Notes in Computer Science*, 306-315

Marés, L. (2012). *Tablets en educación. Oportunidades y desafíos en políticas uno a uno*. Organización de Estados Iberoamericanos. Documento en línea: <http://redesoei.ning.com/video/tablets-en-educaci-n-oportunidades-ydesaf-os-en-pol-ticas-uno-1>

Milrad, M.; Wong, L.H.; Sharples, M.; Hwang, G.J.; Looi, C.K. y Ogata, H. (2013). *Seamless Learning: An International Perspective on Next Generation Technology Enhanced Learning*. En: Z. L. Berge y L.Y. Muilenburg (eds.) *Handbook of Mobile Learning* (pp 95-108). New York: Routledge

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (MECyD) (2016). *Competencias clave en Educación Secundaria Obligatoria*.

Documento en línea: <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/areas-educacion/sistema-educativo/enseanzas/educacion-secundaria-obligatoria/contenidos.html>

Moreno, A.J. (2011). *Móvil learning*. Documento en línea: <http://recursostic.educacion.es/>

observatorio/web/fr/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1026-movil-learning

Naismith, L.; Lonsdale, P.; Vavoula, G. y Sharples, M. (2006). *Literature Review in Mobile Technologies and Learning*. Report 11, Futurelab Series. Documento en línea: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.459.9648&rep=rep1&type=pdf>

Net children go mobile (2014). EU kids on-line. Documento en línea: <http://netchildrengomobile.eu/eu-kids-online-and-net-children-go-mobile-presentation-to-the-ceo-coalition/>

Olapic (2016). The new mobile marketing. Documento en línea: <http://www.olapic.com/resources/the-new-mobile-market/>

OMD (2016). Las apps, reinas de los smartphones. Documento en línea: <http://www.marketingdirecto.com/digital-general/mobile-marketing/apps-reinas-smartphones-dedicamos-87-tiempo-mobile-appdictionomd/>

Quinn, C. (2000). mLearning: mobile, wireless, in your pocket learning. Documento en línea: <http://www.linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm>

Santos, D. (2015). 40 usos del celular en el aula. Documento en línea: <https://www.examttime.com/es/blog/usos-del-celular-en-el-aula/>

Sharples, M. (2002). Disruptive devices: mobile technology for conversational learning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 12(5/6), 504-520

The eLearning Guide (2016). Harnessing the mobile storm. The power and potential of mobile learning. Recuperado de <http://www.elearningguild.com/publications/index.cfm?id=68>

Towards Maturity (2014). Mobile Learning in the workplace. <http://towardsmaturity.org/shop/wp-content/uploads/2013/01/In-Focus-2013-Report-Mobile-Learning.pdf>

Traxler, J. (2009). Learning in a mobile age, *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 1(1), 1-12, January-March 2009 https://www.academia.edu/171500/Learning_in_a_Mobile_Age

Universidad de la República de Uruguay (2014). Encuesta sobre el uso de teléfonos móviles. Dirección Nacional de Telecomunicaciones del Ministerio de Industria, Energía y Minería.

UNESCO (2015). *Repensar l' educación. Vers un bé comú mundial?* Barcelona: Ed. Unesco Catalunya.

UPM-Universidad politécnica de Madrid. (2013). Guía para la implantación del mobile learning. Recuperado de: http://serviciosgate.upm.es/docs/asesoramiento/guia_implementacion_movil.pdf

Villalonga, C. y Marta-Lazo, C. (2015). Modelo de integración educocomunicativa de "apps" móviles para la enseñanza y aprendizaje. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*. 46, 137-153.

WizIQ (2015). Unlocking mobile learning's true potential. Recuperado de <https://www.wiziq.com/whitepaper/151-unlocking-mobile-learning-s-true-potential>

PARA SEGUIR LEYENDO...

UNESCO (2013). Directrices de la UNESCO para las políticas de aprendizaje móvil. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/m4ed/mobile-learning-resources/unescobilelearningseries/>

El documento ofrece un conjunto de directrices que tienen por objeto ayudar a los encargados de formular políticas a entender mejor en qué consiste el aprendizaje móvil y cómo pueden aprovecharse sus ventajas singulares para impulsar los avances hacia la Educación para Todos. Las directrices han sido elaboradas en consulta con expertos de más de 20 países, pueden aplicarse de manera flexible y ser de utilidad para una gran variedad de instituciones, y centros de todos los niveles educativos.

Observatorio Tecnológico (2011). Mobile learning. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado de: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/fr/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1026-movil-learning>

Artículo de fondo sobre el tema, que hace un repaso de las características del mobile learning, los tipos de dispositivos móviles, así como las ventajas e inconvenientes de su aplicación en contextos educativos. Presenta también las principales conclusiones de investigaciones realizadas con estas herramientas y reseña experiencias educativas diversas en este ámbito.

Universidad politécnica de Madrid. (2013). Guía para la implantación del mobile learning. Recuperado de: http://serviciosgate.upm.es/docs/asesoramiento/guia_implementacion_movil.pdf

Guía sencilla, pero útil sobre conceptualización, potencialidades educativas y estrategias de aplicación didáctica de los teléfonos móviles inteligentes en el ámbito de la educación.

SITIOS WEB RECOMENDADOS...

Educatube: www.educatube.es

Es una web abierta a todos para publicar videos educativos y didácticos o videos con contenidos que se puedan trabajar en las aulas. Principalmente está dirigido a profesores, padres y alumnos de primaria, secundaria y bachillerato.

Plataforma Proyecta: <http://www.plataformaproyecta.org/blog/el-movil-el-aula-ideas-ventajas-retos-y-posibilidades>

Pone a disposición de los profesores recursos que faciliten su labor diaria en el aula para impulsar el uso de las TIC, proporcionando métodos alternativos a los planteamientos pedagógicos tradicionales. Todos los recursos están dirigidos a promover una experiencia educativa que conjugue aprendizaje, creación y tecnología para adaptarse a las nuevas necesidades de un alumnado totalmente habituado al uso de herramientas digitales en su vida extraescolar.

Mobile Learning Handbook: <https://sites.google.com/a/adlnet.gov/mobile-learning-guide/about>

Manual en línea de mobile learning realizado por la ADL (Advanced Distributed Learning), en constante actualización. Dirigido a diseñadores instruccionales, desarrolladores y docentes para ayudarlos a entender mejor los problemas, las oportunidades y las mejores prácticas en el aprendizaje móvil. Ofrece desde la presentación de teorías pedagógicas que dan cobertura al mobile learning, hasta recursos concretos para diseñar ambientes educativos con estos dispositivos o la recomendación de fuentes de documentación sobre el tema.

Eduapps: <http://www.eduapps.es/categoria.php?cat=3>

Página que recopila y ordena por área curricular y nivel educativo las distintas apps educativas.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL: ANIMARSE A ANIMAR

Marcela C. Chiarani y Berta E. García
Universidad Nacional de San Luis

“La creatividad no es sólo una manera de hacer mejor las cosas. Sin creatividad no podemos utilizar plenamente la información y la experiencia disponibles, encerradas dentro de viejas estructuras, viejas pautas, viejos conceptos y viejas percepciones” (Edward de Bono)

La sociedad actual plantea desafíos en relación directa con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Aparecen nuevas formas de organización económica, social, política y cultural, lo que trae consigo nuevas maneras de trabajar, comunicarnos, aprender, pensar y vivir. A este nuevo orden social se lo llama Sociedad de la Información (Coll y Monereo, 2008).

Las posibilidades que ofrecen las TIC para la enseñanza y el aprendizaje son reinterpretadas y reconstruidas por los actores del escenario educativo, de acuerdo con el contexto en el que están inmersos. Se hace necesario replantear estrategias de enseñanza y aprendizaje acordes a la sociedad de hoy y de la que vendrá. Para vivir, aprender y trabajar con éxito en una sociedad cada vez más compleja, rica en información y basada en el conocimiento, los estudiantes y los docentes deben utilizar la tecnología digital con eficacia. En el informe de la UNESCO (2008) las competencias digitales requeridas para el presente siglo se abordan desde 5 áreas que pueden resumirse en:

1. Información.
2. Comunicación.
3. Creación de contenido
4. Seguridad.
5. Resolución de problemas

Por lo que, abordar la enseñanza de la programación a través de la resolución de problemas, estaría en consonancia con las competencias digitales que nuestros docentes y alumnos deberían adquirir. En un todo de acuerdo con la propuesta de la Fundación Sadosky¹ que impulsa la enseñanza de las Ciencias de la Computación, a través de la enseñanza del pensamiento computacional con el propósito de sensibilizar y reflexionar, en especial con la comunidad educativa, sobre la significatividad de explotar al máximo las posibilidades de la resolución de problemas.

Promover el desarrollo habilidades para resolver problemas informáticos usando la programación de computadoras, implica apropiarse de estrategias de planificación y descomposición del problema en problemas más pequeños, al mismo tiempo que permite reflexionar sobre las soluciones planteadas y la búsqueda de errores con el fin de optimizar el algoritmo propuesto.

¹ Fundación Sadosky, Investigación y desarrollo en TIC. Sitio web: <http://www.fundacionsadosky.org.ar/>

Aznárez López y Callejón Chinchilla (2006) señalan que: “Una educación donde sólo prime la memoria y el dominio de determinadas habilidades, tiene cada vez menos sentido en este mundo complejo y cambiante. Debemos desarrollar en nuestros alumnos habilidades y competencias basadas en la complejidad. El conocimiento mal estructurado, poliédrico y en interacción, la enseñanza basada en problemas, el empleo de estrategias de narratividad, invitan al alumno a investigar, dialogar, reconstruir la información, y generar su propio aprendizaje, relevante y significativo. Son algunas de las estrategias desde las que ha de partir la innovación educativa para hacer frente a la sociedad del siglo XXI”.

Aprender a programar, en muchos casos se centró en aprender un lenguaje y su sintaxis con el fin de construir programas. Desaprovechando el potencial de la enseñanza de la programación como un medio a través del cual el estudiante desarrolle su capacidad de pensamiento algorítmico.

En el imaginario colectivo se da por sentado que para programar computadoras hay que ser “cerebrito”. Por el contrario, cualquiera podría aprender a programar, como sugiere Jeanette Wing (2006) que así como todos aprenden a escribir y leer, también deberían aprender a programar. Sin duda, la enseñanza de la programación es un desafío, que implica enseñar procesos mentales complejos y altamente creativos, destacando que promueve procesos de autocorrección y búsqueda de errores. Por ello, es esencial fomentar en los alumnos la capacidad de aprender a ser creativos y eficaces resolviendo problemas de diferente naturaleza que involucran diversas áreas curriculares, reflexionando sobre el proceso llevado a cabo para alcanzar los objetivos.

Es significativo analizar lo expresado por Mitchel Resnick (2013) “Yo veo razones más profundas y generales para aprender a programar. En el proceso de aprender a programar, las personas aprenden muchas otras cosas. No están simplemente aprendiendo a programar, están programando para aprender, pues además de comprender ideas matemáticas y computacionales, tales como variables, condiciones, simultáneamente están aprendiendo estrategias para solucionar problemas, diseñar proyectos y comunicar ideas.”

Resnick, el creador del lenguaje Scratch e investigador en el Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT Media Lab) propone ayudar a nuestros alumnos a desarrollarse como pensadores creativos. En el video que promociona la importancia de aprender a programar (Chilcott, 2013) Steve Jobs resume esta misma idea, cuando expresa: “Todos en este país deberían aprender a programar computadoras, porque te enseña a pensar”.

El desafío que se presenta al abordar el pensamiento computacional en el aula es acompañar a nuestros alumnos a:

- Aprender a pensar de manera creativa
- Planificar sistemáticamente
- Analizar críticamente
- Trabajar colaborativamente
- Diseñar iterativamente
- Comunicar claramente
- Aprender continuamente.

La posibilidad de generar transformaciones en el aula a partir del pensamiento computacional

está más relacionada con el proceso de aprendizaje que con el producto final del mismo. Se ponen en juego nuevas formas de pensar la práctica educativa al apropiarnos de las TIC, mediante el uso de estrategias didácticas apropiadas.

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

Dentro de las estrategias didácticas podemos mencionar las estrategias de enseñanza, las instruccionales y las de aprendizaje. En este marco, las estrategias de enseñanza son entendidas como procedimientos o recursos utilizados por los docentes para promover aprendizajes significativos (Díaz y Hernández, 1999).

Al momento de buscar qué estrategias de enseñanza aplicar con el fin de lograr enseñar a programar y desarrollar el pensamiento computacional, surgen varias propuestas que se complementan entre sí: aprendizaje basado en problemas, aprendizaje colaborativo, pensamiento creativo, y aula invertida. A continuación presentamos una breve descripción de cada una de ellas.

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una estrategia centrada en el aprendizaje, la reflexión y la investigación (Restrepo, 2005). Permite que un grupo pequeño se reúna para analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado especialmente para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje, con la guía de un tutor. Está basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos. Mediante la interacción que se facilita con esta metodología los alumnos logran: aprender contenido, identificar sus propias necesidades de aprendizaje, comprender la importancia de colaborar, analizar y sintetizar información, comprometerse con su propio proceso de aprendizaje. Se inscribe dentro de las pedagogías activas y más particularmente en las estrategias de aprendizaje por descubrimiento y construcción, que se contraponen a las estrategias de la clase magistral. En el ABP el problema dirige el aprendizaje.

Mediante el aprendizaje colaborativo los estudiantes intercambian información y trabajan en una tarea hasta que todos sus miembros la han entendido y terminado, aprendiendo a través de la colaboración. Lo que antes era una clase de profesor explicando y alumnos prestando atención se convierte en un foro abierto al diálogo entre estudiantes, entre estudiantes y profesores. Los estudiantes pasivos tienen la posibilidad de participar activamente en situaciones interesantes y demandantes. Términos tales como: pasivo, memorización, individual y competitivo, son elementos que no están asociados al aprendizaje colaborativo (Johnson, Johnson y Holubec, 1999). Por el contrario, los elementos que siempre están presentes en este tipo de aprendizaje son: colaboración, responsabilidad individual y grupal, comunicación.

La propuesta del pensamiento creativo consiste en escapar de las pautas establecidas por la experiencia previa y poder establecer nuevas secuencias. Si bien, como expresa De Bono (2004), "cambiar las pautas resulta tan difícil como el intento de asignar un significado nuevo a una palabra". Muchas veces se continúa haciendo lo mismo por miedo al fracaso, en efecto, lo nuevo conlleva un alto riesgo de posibilidades de pérdida. Lo mejor es innovar, aunque no siempre se obtenga el resultado esperado. Abordar el pensamiento creativo como estrategia didáctica implica un proceso constante de retroalimentación frente a una situación problemática que el docente formula al alumno.

La estrategia del aula invertida (flipped classroom), es propuesta por dos profesores innovadores estadounidenses: Bergmann y Sams (2014), quienes buscaban responder a la pregunta ¿Cómo aprovechar nuestro tiempo presencial en el aula? Estos profesores graban sus clases teóricas, para que sus alumnos accedan a ese material en sus hogares y durante la hora de clase ellos se dediquen a realizar las actividades prácticas. Esta forma de trabajar cuenta con la ventaja de disponer con la ayuda del docente al momento que surge una duda o consulta.

Es importante resaltar que todas las estrategias propuestas plantean un enfoque en el cual los protagonistas del aprendizaje son los propios alumnos, que asumen la responsabilidad de ser parte activa en su proceso de aprendizaje, en colaboración con sus pares y con la guía de un docente comprometido con la innovación en los procesos de enseñanza.

A fin de abordar el pensamiento computacional, reflexionamos sobre: ¿qué software utilizar para enseñar a programar?, ¿existen programas de acceso libre y aplicaciones para celular?, ¿están disponibles en línea? Se sugieren tres entornos de programación: Lightbot, Scratch y Alice. Para enseñar a programar y desarrollar el pensamiento computacional, varias estrategias de enseñanza se complementan entre sí: aprendizaje basado en problemas, pensamiento creativo, aprendizaje colaborativo, aula invertida. Para dar cuenta de los aprendizajes adquiridos mediante estas estrategias, la evaluación debe contemplar el proceso e ir más allá del simple resultado final.

HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN

Una herramienta de programación es aquella que permite crear, mejorar, gestionar un programa informático. En los últimos años surgieron herramienta de programación con ambientes gráficos para principiantes. Esto posibilita el acceso masivo a la programación, facilitando el aprendizaje.

A partir de las preguntas planteadas inicialmente: ¿Qué software utilizar para enseñar a programar?, ¿Cuál es el más adecuado?, ¿Existen programas de libre acceso para instalarlo en la computadora? ¿Existen aplicaciones para celular? ¿Están disponibles en línea?, es posible sugerir tres entornos de programación:



Los tres fueron desarrollados con fines educativos, para propiciar el pensamiento computacional, a través del manejo de entornos gráficos a modo de juego. Se pueden encontrar como aplicación de escritorio, disponibles online, y en versión para celulares, según sea el caso. En todos ellos se programa con la filosofía “seleccionar, arrastrar y soltar”.

Si bien sus entornos gráficos son amigables y sencillos, se pueden aprender conceptos de programación tales como secuencias básicas, repeticiones, condicionales, funciones y procedimientos. Como así también el concepto de depuración a fin de corregir errores.

A continuación se explican las principales características y funcionalidades de las herramientas seleccionadas, en orden creciente de complejidad.

LIGHTBOT

Una forma sencilla de comenzar con el abordaje del pensamiento computacional es utilizando Lightbot. El desafío consiste en dirigir un robot, mediante instrucciones, para alcanzar un objetivo en un tablero. El objetivo es encender las casillas azules y se encuentra disponible en el sitio web <https://lightbot.com/>.

El entorno provee instrucciones sencillas: caminar, girar (derecha, izquierda), saltar, iluminar, y procedimientos.

Su interface es muy intuitiva como se muestra en la imagen siguiente (Figura 1.):

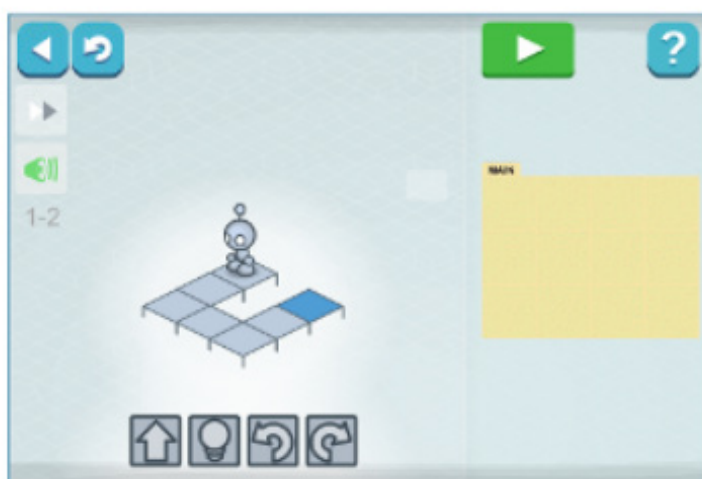


Figura 1. Interface de Lightbot

Consta de varios niveles, cuyos tableros avanzan en complejidad a medida que se cumplen los objetivos. Una ventaja interesante es la posibilidad de descargar la aplicación para celulares, en una versión limitada. Para acceder a niveles mayores de complejidad se puede pagar la aplicación.

SCRATCH

Otro entorno de programación visual que se puede utilizar para abordar el pensamiento computacional, es Scratch, desarrollado sobre las bases del constructivismo. La teoría constructivista de aprendizaje plantea la necesidad de ofrecer a los alumnos herramientas que le permitan crear sus propios procedimientos para resolver una situación problemática. Esto implica que las ideas de los alumnos se modifiquen y sigan aprendiendo, dado que construyen su proceso de aprendizaje.

Scratch fue creado por Resnick (2013) con la idea de facilitar la comprensión de conceptos matemáticos y computacionales de manera natural, dado que los estudiantes están programando para aprender, con el fin de apropiarse de estrategias de resolución de problemas, diseño de proyectos y comunicación de ideas.

Si acordamos que el aprendizaje no es aquello que simplemente se pueda transmitir, sino que el propio sujeto debe construir a través de la acción, Scratch es el entorno adecuado. Este software permite crear animaciones, historias interactivas y juegos desde la programación orientada a objetos. Los alumnos pueden programar con Scratch, aprendiendo conceptos informáticos como sentencias y métodos, indicando qué acciones deben hacer los personajes en los diferentes escenarios. Disponen de parámetros y de las mismas construcciones de cualquier lenguaje de programación profesional, pero a través de una forma visual.

El espiral de la creatividad, que se visualiza en la Figura 2, es un proceso instituido por el mismo desarrollador de Scratch que propone: idear posibles soluciones, construir la propia solución, comprobar que las soluciones planteadas funcionen, exponer y mostrar la solución a otros, enriquecernos con otras propuestas y evaluar sobre nuestro proceso de aprendizaje.



Figura 2. El espiral de la creatividad

Esta estrategia puede enriquecer las actividades con Scratch en el aula. Como el mismo Resnick (2008) explica “En este proceso, la gente imagina lo que quiere hacer; crea un proyecto basado en sus ideas; juega con sus ideas y creaciones; comparte sus ideas y creaciones con otros y reflexiona sobre sus experiencias; todo lo cual le lleva a imaginar nuevas ideas y nuevos proyectos”.

Podemos observar la pantalla principal del entorno de programación en la Figura 3, con sus diferentes áreas: el área de programa, el área de bloques y el área de ejecución. En el entorno Scratch se trabaja con objetos: escenario y actores. Resulta posible cambiar los fondos y los disfraces. Podemos imaginar los programas como un guión que se describe a través de bloques de código.

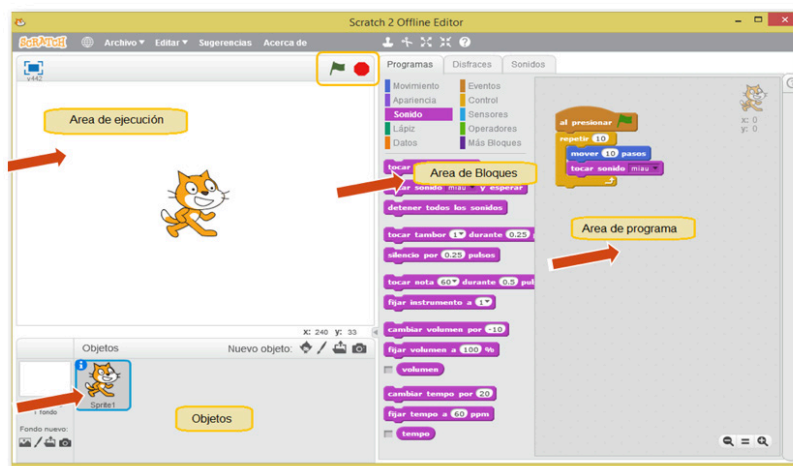


Figura 3. Entorno Scratch

Este entorno de programación está disponible para trabajar directamente desde la web <http://scratch.mit.edu/>, asimismo es posible descargar el software a las computadoras personales, en forma gratuita.

Para dar los primeros pasos y comenzar a programar se puede visualizar el video que explica cómo hacer una animación sencilla, de cómo mover el gato: <https://www.youtube.com/watch?v=c4JgZvNxQ2Y>. Después, es conveniente animarse a experimentar en el entorno Scratch.

La siguiente guía muestra un ejemplo paso a paso, que puede utilizarse como motivación para el desarrollo posterior de proyectos propios: <http://es.slideshare.net/mcchiarani/desafio-scratch-pensamiento-computacional>.

A modo de seguir avanzado, es posible aprender de otros proyectos ya desarrollados. Sugerimos visualizar el siguiente código <https://scratch.mit.edu/projects/115085698/> y analizar cómo fue realizado.

En el sitio web de Scratch se encuentran variados ejemplos, en la comunidad de aprendizaje creativo, compartidos con el objetivo de promover el aprendizaje de estrategias de resolución de problemas.

Con la disponibilidad de material audiovisual en línea, resulta posible acceder en todo momento y desde diferentes dispositivos a estos recursos. De esta manera, la clase invertida se constituye en una estrategia viable para los docentes que quieran enseñar a programar en este entorno.

ALICE

El software denominado Alice, fue desarrollado por la Universidad de Carnegie Mellon en Pittsburgh, Estados Unidos. Ofrece la posibilidad de crear animaciones y juegos en tres dimensiones con programación orientada a objetos. Se pueden aprender los conceptos propios de la programación, indicando qué es lo que tienen que hacer los personajes (objetos) en una escena virtual (Mundo). Esto se debe a que es un entorno gráfico de programación desarrollado con fines educativos, de acceso libre, con un entorno amigable.

Alice está diseñado para enseñar a programar, por lo que su interfaz es fácil y muy intuitiva, con solo arrastrar y soltar se crea una animación y/o un juego. Se puede visualizar en la Figura 4 el entorno visual de programación 3D de Alice 2.0 que posibilita desarrollar animaciones o juegos. El entorno dispone de un árbol de objetos, visualizador del mundo, área de edición, área de detalles (propiedades, métodos y funciones) y área de eventos.

Para poder aprender a programar en el entorno Alice, no hace falta tener conocimientos previos de programación. En forma visual se seleccionan las instrucciones y se arrastran hasta el área de edición. El software Alice, se puede descargar de la página web http://www.alice.org/index.php?page=downloads/download_alice. Se encuentran disponibles varias versiones para los sistemas operativos Windows, Mac y Linux.

La Fundación Dr. Manuel Sadosky tiene la iniciativa de acercar a los jóvenes en edad escolar al aprendizaje de las Ciencias de la Computación. En el marco del programa “Vocaciones en TIC”, impulsa

el desafío “Dale Aceptar” (<http://www.daleacceptar.gob.ar>) que es un concurso de animaciones y juegos para el cual no es necesario saber programar. En este sitio web se dispone de material didáctico audiovisual para aprender a programar con Alice desde el abordaje del pensamiento computacional. Además, posibilita a los docentes reutilizarlos para aplicar la metodología de aula invertida.

La Figura 4 muestra el entorno de Alice:



Figura 4. Entorno de Alice

Para comenzar a programar se pueden visualizar los videos que enseñan paso a paso, cómo usar el entorno gráfico: <http://www.daleacceptar.gob.ar/cms/clases/clase-0>.

Es necesario descargar el programa e instalarlo en la computadora. Si bien se abre en inglés resulta posible configurarlo en español. Solo queda experimentar en el entorno de Alice. Para realizar una animación muy sencilla se sugiere descargar el código fuente en una computadora: <http://www.ingenieriasimple.com/alice/vueloysalto.a2w> y analizar cómo fue desarrollado. Como desafío se propone agregar otros objetos al mundo.

Para avanzar en el aprendizaje de este lenguaje se pueden visualizar los 26 videos del sitio de “Dale Aceptar” <http://www.daleacceptar.gob.ar/>, los que constituyen una guía completa para abordar todas las potencialidades del entorno Alice.

EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

Para dar cuenta de la pluralidad de aprendizajes adquiridos por nuestros alumnos a través del pensamiento computacional, resulta apropiado utilizar estrategias de evaluación continua, que incluyan autoevaluación y evaluación entre pares, poniendo énfasis en la etapa de exposición y defensa de las tareas realizadas.

En el abordaje del pensamiento computacional se concibe que equivocarse es inevitable, a través de los errores, los aprendizajes pueden ser significativos. Como bien lo expresa Ken Robinson (2013) “sino se está abierto a equivocarse, nunca se le va a ocurrir algo original”. Por lo que no deben considerarse en forma negativa estas instancias en la evaluación continua. Por el contrario debe estimularse al alumno a repensar su solución para avanzar en el proyecto final.

Como cierre de las clases es significativo preguntar a los alumnos ¿Qué han aprendido hasta ahora? ¿Qué les resultó más difícil? ¿De qué manera solucionaron los errores que surgieron durante el desarrollo del proyecto?

Esta instancia promueve en los estudiantes procesos metacognitivos, mediante los que pueden identificar sus modos de aprender. Les permite reconocer sus dificultades y las estrategias que usaron para resolverlas, revalorizando el error como parte del propio proceso de aprendizaje.

REFLEXIONES FINALES

A partir de la apropiación de estas estrategias didácticas, el docente resignifica las potencialidades que ofrecen las herramientas de programación, a medida que los alumnos trabajan con ellas desarrollan el pensamiento computacional por medio de actividades gradualmente más complejas, asumiendo que equivocarse es inevitable y es parte del propio proceso de aprendizaje.

Teniendo en cuenta las preguntas iniciales, se puede afirmar que se encuentran disponibles en línea diversos entornos gráficos, con interfaces amigables y en idioma español, para enseñar a programar y desarrollar el pensamiento computacional. Tanto Alice como Scratch son de libre acceso y pueden descargarse e instalarse en la computadora. Por otra parte, Lightbot y Scratch cuentan con una opción para ser trabajados online. Si requerimos aplicaciones para celular disponemos de Lightbot y Scratch, este último con una versión muy básica, apropiada para niños pequeños.

Si bien resulta posible utilizar cualquiera de estos entornos de programación visual según se trabaje en el nivel primario, secundario o universitario, es conveniente comenzar con Lightbot, continuar con Scratch y una vez adquirido el dominio de la programación en estos ambientes avanzar con el entorno Alice.

El potencial de estas herramientas para el desarrollo del pensamiento computacional es, sin duda, que propician la resolución de problemas a partir del análisis, revisión y modificación del proyecto original, haciendo uso de la imaginación, la creatividad, el juego y la reflexión.

El desafío está planteado, ahora los invitamos a **Imaginar, Crear, Jugar, Compartir y Reflexionar**.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aznárez López, J. P. y Callejón Chinchilla, M. D. (2006). *La Necesidad de Trabajar con Procesos de Conocimiento y Comprensión Complejos*. Escuela Abierta, N° 9, 2006, pp. 181-197, ISSN: 1138-6908, Recuperado de http://www.ceuandalucia.com/escuelaabierta/pdf/articulos_ea9/aznarez.pdf - Visitado el 11-06-2016

Bergmann, J. y Sams, A. (2014). *Dale la vuelta a tu clase, Lleva tu clase a cada estudiante, en cualquier momento y cualquier lugar*. España: Ediciones SM.

Chilcott, L. (Director). (2013). "Code Stars" - Short Film. [Archivo de video] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=dU1xS07N-FA>

Coll, C. y Monereo, C. (2008). *Educación y aprendizaje en el siglo XXI: Nuevas herramientas, nuevos escenarios, nuevas finalidades*. En C. Coll y C. Monereo (Eds.) *Psicología de la Educación Virtual* (pp.19-53). Madrid: Ediciones Morata.

De Bono, E. (2004). *El pensamiento creativo. El poder del pensamiento lateral en la creación de nuevas ideas*. México: Ed. Paidós.

Díaz B., F. y Hernández R., G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: Ed. McGraw Hill

Johnson, D.W. Johnson, R.T., y Holubec, E.J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona: Ed. Paidós.

Robinson, K. [Antonio Fernandez Muñoz] (2013, octubre, 9). "Las escuelas matan la creatividad". [Archivo de video] Recuperado en <https://www.youtube.com/watch?v=-np-1YQI1xY>

Resnik, M. (2013). *Aprender a programar, programar para aprender*. Eduteka, Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/codetolearn> Visitado el 25-06-2016

Resnik, M (2008). *Sembrando las semillas para una sociedad más creativa*. Eduteka. Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/ScratchResnickCreatividad> - Visitado el 11-06-2016

Restrepo Gómez, B; (2005). *Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria*. *Educación y Educadores*, 8, 9-19. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83400803>

Unesco (2008) *Estándares de competencia en TIC para docentes*. Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/EstandaresDocentesUnesco.php> - Visitado el 06-06-2016

Wing, J. (2006). *Computational thinking*. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.

PARA SEGUIR LEYENDO...

Tutorial básico de Alice. Incluye primeros conceptos y ejemplos. Disponible en: <http://laboratoriocbp.wikispaces.com/file/view/Tutorial+B%C3%A1sico+de+Alice+%28en+espa%C3%B1ol%29.pdf>

Jorge Luis Zapotecatl López explica qué es el Pensamiento Computacional y como se aplica en la sociedad actual. Disponible en: <http://www.pensamientocomputacional.org/Files/pensamientocomputacional.pdf>

Guía Informática Creativa con Scratch. Propone sumergirse en el mundo de la informática creativa a través de la programación con Scratch, esta traducción se distribuye con una licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual. <https://programamos.es/traduccion-de-la-guia-creative-computing/>

Desarrollar la competencia digital en el sistema educativo requiere una correcta integración del uso de las TIC en las aulas y que los docentes tengan la formación necesaria en esa competencia. Algunos lineamientos se proponen en el Proyecto "Marco Común de Competencia Digital Docente" del Plan de Cultura Digital en la Escuela 2013 del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) de España. Disponible en <http://educalab.es/documents/10180/12809/MarcoComunCompeDigiDoceV2.pdf/e8766a69-d9ba-43f2-afe9-f526f0b34859>

Aprendizaje Invertido, del Instituto Tecnológico de Monterrey. (2014). Es un documento que nos introduce en esta propuesta pedagógico, en el que el Aprendizaje se realiza fuera del aula y el tiempo presencial se utiliza para desarrollar actividades de aprendizaje significativo y personalizado. Disponible en: <http://www.sitios.itesm.mx/webtools/Zs2Ps/roie/octubre14.pdf>

SITIOS WEB RECOMENDADOS

En este video “las escuelas matan la creatividad”, Ken Robinson plantea de manera entretenida e interesante la necesidad de crear un sistema educativo que incentive la creatividad. Disponible en: https://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity?language=es#t-376107

Este video “Lo que muchas escuelas no enseñan”, nos permite reflexionar sobre la posibilidad de aprender a programar. Se desarrolla a partir de la frase de Steve Jobs: “Todos en este país deberían aprender a programar una computadora porque te enseña a pensar”. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=9ULsplktCd4>

En este video “¿Aprender a programar o programar aprendiendo?”, Nicolas Rojas cuenta su experiencia en TEDx. Es programador con 4 años de experiencia en desarrollo web y móvil. A los 16 años fundó su empresa de desarrollo y a los 18 ya suma participación en 4 emprendimientos, algunos muy reconocidos. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=5QapF7kt1xQ>

En este video ¿Por qué todos tienen que aprender a programar?, Manu Ginobili junto a otras personalidades, exponen que si bien la tecnología está en todas partes, ¿sabemos cómo funciona? ¿Qué es programar? E invita a participar de la “Hora del Código”. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=HrBh2165KjE>

El material creado para el taller “Enseñar Jugando” utilizando Scratch 2.0 del evento Squeakfest 2013, muestra una serie de ejercicios didácticos ya probados en clase con alumnos de primer año. Se utilizó como hilo conductor los cuentos infantiles. Disponible en: <https://aprendescratch.com/taller-ensenar-jugando/>



Nora Valeiras

Profesora en Ciencias Naturales por la Universidad Nacional de Córdoba. Magister en Educación en Ciencias por la Universidad de Alcalá de Henares y Dra. en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad de Burgos, España. Profesora Consulta de la Universidad Nacional de Córdoba. Directora de la Maestría de Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Directora del Grupo de Investigación EDUCEVA. Email: nvaleiras@yahoo.com



Maricel Occelli

Profesora en Ciencias Biológicas, Bióloga, Magister en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología y Doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad Nacional de Córdoba. Profesora Titular con dedicación exclusiva en la Cátedra de Práctica de la Enseñanza en la FCEFN. UNC. Integrante del Grupo de Investigación EDUCEVA. Investigadora del CONICET y sus líneas de investigación son los procesos educativos mediados por TIC, la modelización y la enseñanza de la biotecnología. Es Directora del Grupo de extensión CienciaTIC. Email: maricel.occelli@unc.edu.ar



Mario Quintanilla Gatica

Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad Autónoma de Barcelona, España. Profesor Asociado del Departamento de Didáctica de la Facultad de Educación de la Universidad Católica de Chile. Fundó en 1998 el Laboratorio GRECIA de Investigación en Enseñanza de las Ciencias del cual es su director permanente. Presidente de la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (REDLAD). Presidente de la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia (Bellaterra). Director e investigador del proyecto AKA EDU/03. Email: mquintag@uc.cl



Leticia García Romano

Profesora en Ciencias Biológicas, Bióloga, Magister en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología y Doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Profesora Titular de Taller de Investigación Educativa de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC. Integrante del Grupo de Investigación EDUCEVA. Investigadora del CONICET. Ha realizado pasantías de investigación en Canadá y en España. Participa y dirige proyectos de investigación y extensión relacionados con la lectura, la escritura y enseñanza de las ciencias naturales mediada por tecnologías. Email: leticia.garcia@unc.edu.ar

Obra disponible en:

Laboratorio GRECIA-UC de Investigación en Didáctica de las Ciencias.
www.laboratoriogrecia.cl
Proyecto AKA EDU/03 Chile Finlandia.
www.akaedu03.cl

