



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVEMBRO 2014

Diseño e implementación de la plataforma virtual de aprendizaje WISE en el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

RIZZI IRIBARREN, C; FURMAN, M; PODESTÁ, M.E; LUZURIAGA, M.

Diseño e implementación de la plataforma virtual de aprendizaje WISE en el aprendizaje de las Ciencias Naturales

Cristián Rizzi Iribarren⁽¹⁾, Melina Furman⁽¹⁾⁽²⁾, María Eugenia Podestá⁽¹⁾ y Mariana Luzuriaga⁽¹⁾

⁽¹⁾Escuela de Educación, Universidad de San Andrés; ⁽²⁾CONICET

crizzi@udesa.edu.ar, mfurman@udesa.edu.ar, mepodesta@udesa.edu.ar,
mluzuriaga@udesa.edu.ar

Resumen

En un contexto donde se hacen cada vez más necesarias estrategias innovadoras y concretas para incluir las TIC digitales a la enseñanza (Coll, 2011), el presente estudio presenta el diseño y los primeros resultados de la implementación del Proyecto SABIO (Sistema de Aprendizaje Basado en Indagación), un programa que surge a partir de la adaptación para la comunidad hispanoparlante de la plataforma digital de aprendizaje WISE (Web-based Inquiry Science Environment, Entorno Web de Indagación en Ciencias) creada por un equipo de la Universidad de Berkeley, California, para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias por indagación (Linn & Slotta, 2009). Dicha plataforma ofrece recursos TIC para integrar secuencias didácticas con herramientas de gestión de clase y de evaluación. El objetivo de este trabajo es, en primer lugar, describir el proceso de desarrollo e implementación del Proyecto. Luego, se analizan las percepciones de docentes y alumnos acerca del impacto del programa, tras el primer año de su implementación en tres escuelas secundarias en contextos de alta vulnerabilidad socioeducativa de la provincia de Buenos Aires, Argentina. En cada escuela, los docentes de Ciencias Naturales recibieron capacitación y acompañamiento para poner en práctica tres secuencias didácticas sobre temas centrales del currículum de Biología y Química a través de videos, animaciones, modelos de simulación interactivos (Rizzi, 2012) y dibujos, en las cuales los alumnos debían plantear hipótesis, diseñar, realizar experimentos y justificar sus respuestas. Para analizar las percepciones de los participantes respecto del impacto del programa en la enseñanza y el aprendizaje, se organizaron grupos focales con alumnos y se realizaron encuestas online y entrevistas personales a los docentes.

Los resultados obtenidos en esta primera etapa son alentadores. Los docentes valoraron positivamente la experiencia; declararon que los ayudó a desarrollar competencias científicas en los alumnos e incluso la replicaron en otras escuelas. Algo similar se encontró en las percepciones de los alumnos, quienes expresaron su interés y motivación con la propuesta y modalidad de trabajo. Por otro lado, se identificaron algunos obstáculos para la implementación, principalmente de carácter técnico (problemas de conectividad y configuración de las computadoras). Con todo, como primera experiencia de implementación de una plataforma digital de estas características, estos resultados dan cuenta de sus potencialidades de impacto y abren nuevas preguntas para continuar investigando acerca de los procesos de apropiación de recursos tecnológicos para la enseñanza.

Palabras clave: Innovación pedagógica, Plataforma digital de aprendizaje, aprendizaje de las ciencias, indagación, WISE, SABIO.

Introducción

La importancia de la Ciencia para el desarrollo económico y social sustentable ha sido destacada en muchas partes del mundo (OEI, 1999; UNESCO, 2013a). No obstante, a esto se contraponen un creciente desinterés hacia la disciplina y la reducción de estudiantes en carreras científicas, lo que despierta preocupación y alerta tanto en la literatura como en las esferas políticas (Osborne, Simon & Collins, 2003; Polino, 2012). Esto se ve reflejado, por ejemplo, en las Metas propuestas por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) para el año 2021, donde se establece como uno de los objetivos centrales el fortalecimiento del interés de los estudiantes por la ciencia y la tecnología y el despertar de vocaciones científicas, proponiendo como meta específica el aumento del porcentaje de alumnos que elige carreras afines en estudios postobligatorios (OEI, 2014). A este respecto, la necesidad de reforma de la enseñanza de las Ciencias, particularmente en el nivel secundario, se ha planteado como un desafío crucial (Raes, Schellens & De Wever, 2013).

En respuesta a este desafío, en las últimas décadas se profundizaron las reformas iniciadas en los 60 que apuntaban a superar los enfoques tradicionales de *“enseñanza por transmisión de conocimientos”* (UNESCO, 2009: 28) carentes de experimentación y con fuerte protagonismo del docente. Así, las reformas curriculares de muchos países han avalado como enfoque didáctico la enseñanza de las Ciencias basada en la indagación (ECBI), una metodología de formulación y tratamiento de problemas, también conocida como enseñanza por investigación dirigida (Pozo y Gómez, 2001; Torres, 2010). En líneas generales, este abordaje fomenta que los estudiantes construyan una mirada de la ciencia como producto o cuerpo de conocimientos y, al mismo tiempo, como proceso, que se traduce en la enseñanza integrada de saberes conceptuales y de competencias de pensamiento científico (Furman y Podestá, 2009). Se lo considera un modelo propicio para la enseñanza de las ciencias en tanto sitúa a los estudiantes en un contexto que guarda algunas analogías con el modo en que se construye el conocimiento en el campo profesional, en la medida en que los alumnos realizan investigaciones sobre problemáticas de la vida cotidiana y construyen socialmente, en la comunidad de aprendizaje del aula, modelos explicativos y teorías (Porlán, 1999). Es, por lo tanto, un enfoque que propicia dinámicas de enseñanza-aprendizaje donde los alumnos asumen el rol activo en la producción de conocimiento y los docentes actúan como guías que orientan de cerca y ayudan a sistematizar los saberes alcanzados por ellos.

En línea con esta tendencia, en Argentina los lineamientos curriculares para la educación primaria y media proponen un modelo didáctico basado en la indagación escolar. Los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) para la educación primaria y media establecen que *“La escuela ofrecerá situaciones de enseñanza que promuevan (...) la interpretación y la resolución de problemas significativos a partir de saberes y habilidades del campo de la ciencia escolar para contribuir al logro de una progresiva autonomía en el plano personal y social; la planificación y realización de exploraciones para indagar acerca de los fenómenos naturales y sus alcances; la realización de observaciones (...) [y] la elaboración de conclusiones”* (CFCE, 2004: 56).

No obstante, investigaciones muestran que lo establecido desde los lineamientos curriculares poco se traduce en lo que ocurre en las aulas, donde, así como se observa en otros países de la región latinoamericana, prima el aprendizaje basado en un enfoque enciclopedista y la realización de tareas repetitivas de baja demanda cognitiva (Valverde y Näslund-Hadley, 2010). Los resultados de evaluaciones internacionales parecerían corresponderse con esta observación. Por ejemplo, el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE),

brinda resultados sugerentes si se considera que uno de sus objetivos centrales para la componente de Ciencias es evaluar las competencias científicas de los alumnos a través de la resolución de problemas. Según los resultados de la prueba en el año 2012, el puntaje promedio en Ciencias entre los alumnos evaluados fue de 406, muy por debajo del promedio OCDE, lo que ubica a la Argentina en los últimos puestos del ranking entre los países evaluados (OCDE, 2013). Algo similar ocurre con los resultados del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE) aplicado a alumnos de 3er y 6to grado en Latinoamérica y el Caribe, según los cuales el 40% de los estudiantes argentinos está en Nivel I o por debajo en proficiencia científica (UNESCO, 2009). En términos de procesos cognitivos, ello quiere decir que “son capaces de describir hechos concretos mediante procesos de recuerdo e identificación” (UNESCO, 2009: 62), más no basarse en evidencia científica, utilizar modelos para explicar fenómenos naturales o extraer conclusiones basados en datos, todas habilidades correspondientes a mayores niveles de desempeño.

Esta situación se vuelve aún más acuciante en contextos de alta vulnerabilidad socioeconómica. Los resultados de las evaluaciones antes mencionadas revelan diferencias significativas en los desempeños de los alumnos según el contexto de las escuelas a las que asisten y muestran que el nivel socioeconómico es un factor determinante en su rendimiento (Duarte, Bos & Moreno, 2009; OCDE, 2013). Los resultados del Operativo Nacional de Evaluación de la Argentina correspondientes al 2010 también da cuenta de ello, para todas las áreas disciplinares (Ministerio de Educación, s/f).

Por otro lado, es innegable que la globalización y la tecnología están generando transformaciones sin precedentes en el acceso a la información y el conocimiento. En consecuencia, la llamada “era digital” está impactando fuertemente en las instituciones educativas, ejerciendo presión para la redefinición de su función tradicional (Burbules y Callister, 2001; Collins y Halverson, 2009). Diferentes estudios dan cuenta de que existen importantes diferencias en la forma en que los niños y jóvenes acceden al conocimiento por fuera de las instituciones educativas y lo que éstas promueven en las salas de clases, haciéndolas menos atractivas (Buckingham, 2008). En el caso de Ciencias en particular, algunos autores argumentan que, mientras que los alumnos están inmersos en un mundo con acceso prácticamente irrestricto a la información que les interesa y de hiperconectividad con sus pares, las clases presentan ámbitos donde se consume y replica conocimiento acabado, prima el aprendizaje individual y la tecnología predominante es el manual de texto (Raes, Schellens & De Wever, 2013; Wilensky y Reisman, 2006), lo que podría explicar en cierta medida el desinterés que describimos al comienzo.

En contrapartida, además de incidir en la motivación de los estudiantes a través de la incorporación de un lenguaje conocido que acerque su mundo y el de la escuela, la integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a la enseñanza de las Ciencias tiene un potencial interesante vinculado a la propia naturaleza de la disciplina. Por ejemplo, las nuevas tecnologías ofrecen alternativas que permiten que los alumnos experimenten a través de simulaciones, elaboren modelos científicos y trabajen con el análisis de bases de datos y su interpretación (Donnelly, 2011; Gerard et al., 2011), todas habilidades indispensables para el pensamiento científico.

Más aún, en algunos casos, su incorporación ofrece beneficios a los estudiantes más desaventajados, que generalmente obtienen bajos rendimientos en Ciencias. Por ejemplo, un estudio conducido recientemente por Raes, Schellens y De Wever (2013) que contempló el rendimiento de 370 estudiantes en 19 escuelas secundarias estadounidenses reveló que la implementación del entorno web colaborativo de enseñanza de las ciencias basada en la indagación WISE, cuya adaptación al contexto hispanohablante se analiza en este trabajo, no

solo brinda una aproximación efectiva para el aprendizaje de las ciencias, sino que además presenta ventajas para aquellos estudiantes que típicamente tienen bajos rendimientos o no pertenecen a los trayectos escolares relacionados con las Ciencias. Concluyeron, entonces, que abordajes semejantes colaboran a disminuir la brecha en el rendimiento usualmente observado entre varones y niñas y que dan a los alumnos con bajos desempeños una oportunidad para desarrollar mayor nivel de confianza y habilidades para aprender y mejorar su desempeño (Raes, Schellens & De Wever, 2013).

En consecuencia, han proliferado tanto a nivel internacional como nacional proyectos que fomentan la incorporación de las TIC en la enseñanza en diferentes niveles (consultar por ejemplo Conectar Igualdad, s/f; Light y Pierson, 2012; Ministerio de Educación, 2007; UNESCO, 2013b). No obstante, se trata un de un campo en desarrollo, cuya evaluación y estudio, particularmente en la Argentina, es aún incipiente.

En este marco, en este trabajo analizamos el caso de SABIO, un Programa que promueve la implementación de una plataforma virtual de aprendizaje que combina la incorporación de las TIC y la enseñanza de las Ciencias basada en la indagación en escuelas secundarias de contextos de alta vulnerabilidad socioeducativa en Argentina. Como parte de una línea de investigación más abarcativa, en este trabajo presentamos el diseño del programa y describimos algunos resultados del primer año de implementación en 11 clases de 1° a 5° año de secundaria en 3 escuelas de la provincia de Buenos Aires.

Preguntas de investigación

Para analizar la primera etapa de implementación del Programa SABIO se abordaron las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles fueron las etapas de desarrollo del Programa SABIO y qué objetivos y características tuvo cada una?
- ¿Cuáles son las percepciones de los actores involucrados (docentes, tutores y alumnos) sobre la implementación y los resultados del Programa en relación con los aprendizajes de los alumnos y el impacto sobre las prácticas de enseñanza?
- ¿Qué dificultades se encontraron durante la implementación del Programa?

Descripción del programa

Proyecto SABIO es un programa que surge a partir de la adaptación para la comunidad hispanoparlante de la plataforma digital de aprendizaje WISE (Web-based Inquiry Science Environment, Entorno Web de Indagación en Ciencias) creada por un equipo de la Universidad de Berkeley, California, para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias por indagación (Linn & Slotta, 2009). Dicha plataforma ofrece recursos TIC que integran secuencias didácticas con herramientas de gestión de clase y de evaluación.

El programa, desarrollado por un equipo interdisciplinario de la Escuela de Educación de la Universidad de San Andrés desde 2012, comenzó a implementarse en el año 2013 en tres escuelas secundarias de contextos de alta vulnerabilidad socioeducativa de la provincia de Buenos Aires. Los autores de este trabajo hemos sido responsables de dicho desarrollo e implementación, en conjunto con otros especialistas.

A continuación se presentan las características de la plataforma digital y luego se describen las escuelas participantes.

La plataforma WISE

WISE es una plataforma digital de aprendizaje de las ciencias basada en el modelo didáctico por indagación que fue diseñada en el año 1996 por un equipo de la Universidad de Berkeley, California, y ha continuado desarrollándose durante los años subsiguientes.

Las plataformas digitales de aprendizaje son productos diseñados para que el docente pueda implementar la tecnología en su clase desde un abordaje que contempla como eje central el proceso de aprendizaje de los alumnos. Contienen no solamente los contenidos, sino también la secuencia en que se pueden implementar, así como una multiplicidad de herramientas de trabajo tanto para los alumnos como para los docentes (Dede y Richards, 2012). WISE, en tanto plataforma digital de aprendizaje, funciona como un ambiente de enseñanza donde se integran secuencias didácticas, herramientas de planificación, de gestión de clase y de evaluación.

En estas plataformas el docente está a cargo de presentar los temas y orientar en todo momento las actividades realizadas por los alumnos, que se realizan a través de dicha plataforma. Además, la plataforma provee al docente información acerca de los desempeños de los estudiantes en cada etapa de la actividad, brindándole elementos para llevar adelante procesos de evaluación formativa y retroalimentación, por lo que se considera una herramienta especialmente útil para entornos 1:1.

La plataforma WISE contiene alrededor de veinte secuencias didácticas de diferentes materias de las ciencias naturales (Biología, Química, Física, Ciencias de la Tierra, entre otras), que fueron diseñadas por equipos multidisciplinares de pedagogos, científicos, tecnólogos y docentes. Dichas secuencias abordan conceptos centrales de las ciencias naturales tales como la evolución, las uniones intermoleculares, las reacciones químicas y los procesos celulares como la mitosis, y los vinculan con problemas del mundo real como la pesca de arrastre; la contaminación de flora y fauna marina por derramamiento de petróleo; el cambio climático o la creación de medicamentos eficaces contra el cáncer, entre otros. Están diseñadas para alumnos de la escuela media (12 a 18 años) y tienen una duración aproximada promedio de entre 15 a 20 horas de clase.

Cada secuencia se desarrolla de acuerdo a un abordaje de enseñanza de las ciencias basado en la indagación, incorporando el uso de TIC digitales como simulaciones, modelos interactivos, visualizaciones estáticas y dinámicas, mapas de sistema, respuestas de opción múltiple, diagramas, ejercicios interactivos de arrastrar y soltar y tareas de escritura. Cada secuencia incluye, además, recursos textuales y audiovisuales, así como enlaces a otros recursos en la red. Un típico uso de una de estas secuencias sería uno donde el docente utiliza un video para introducir un tema; pide a los alumnos que registren sus ideas sobre una problemática, ofrece ejercitación a los alumnos con preguntas abiertas o de opción múltiple, y utiliza visualizaciones como modelos para explicar conceptos abstractos, para finalizar en un ejercicio evaluativo.

Para acceder a la plataforma, cada usuario (ya sea docente o alumno) debe ingresar su nombre y clave. Para que los estudiantes puedan crearse una cuenta, los docentes deben asignarle un código que los vincula inmediatamente con la ejecución de una secuencia determinada y permite que se le realice el seguimiento a su trabajo.

Los usuarios con cuentas de tipo “estudiante” sólo tienen acceso a la ejecución de la secuencia, no pueden editarla. Los alumnos solamente ven las actividades que les fueron asignadas, con el fin de evitar que se distraigan con otros materiales.

Los usuarios con cuentas de tipo “docente” pueden (además de ejecutarla) editar la secuencia, ver el trabajo de todos los estudiantes, agregar comentarios y valorar numéricamente los pasos. A continuación se detallan algunas de las herramientas que contiene para los docentes esta plataforma digital de aprendizaje:

Gestión del trabajo de los alumnos

Monitor de progreso: Permite observar el trabajo de los estudiantes en línea en tiempo real. Los docentes pueden de esta manera verificar el progreso de cada grupo de estudiantes y establecer prioridades respecto de las necesidades de un alumno en particular o de la clase completa.

Progreso de cada paso: Permite visualizar el porcentaje de estudiantes que completaron un paso o una actividad específica. Esto brinda al docente una idea del progreso del grupo en relación a una tarea en particular.

Pantalla de pausa: Con esta herramienta se puede pausar las computadoras de los estudiantes simultáneamente para focalizar la atención de los estudiantes en una actividad en particular para una discusión o para controlar el ritmo de progreso de los estudiantes en una determinada secuencia didáctica o proyecto.

Marcar el trabajo de un estudiante: Esta herramienta permite seleccionar una respuesta específica para compartirla, debatirla o revisarla (anónimamente).

Evaluación y retroalimentación

Valoración y retroalimentación: WISE-SABIO permite ver el trabajo de los estudiantes, valorarlo, revisarlo y enviar comentarios que sirvan para la reflexión. Los docentes pueden elegir valorar el trabajo por un paso en particular o por equipos viendo todos los pasos.

Comentarios pre-definidos: Los docentes pueden utilizar los comentarios pre-definidos cargados en la plataforma o pueden también editar y crear sus propios comentarios para ofrecer retroalimentación a sus alumnos.

Autoevaluación: La plataforma digital de aprendizaje WISE-SABIO tiene incorporado un algoritmo de autocalificación que puede ser utilizado por los estudiantes para ayudarlos a evaluar sus trabajos.

Herramientas para el aprendizaje de los alumnos

- Pregunta desafiante: Los estudiantes deben responder una pregunta de opción múltiple. Si su respuesta es incorrecta deben revisar un paso previo antes de intentar nuevamente. En las preguntas pueden insertarse videos, imágenes, etc.
- Gráfico de datos: Los estudiantes marcan puntos en un gráfico y se genera automáticamente el gráfico con dichos datos.
- Dibujo: Los estudiantes dibujan utilizando herramientas básicas, toman fotos de la pantalla y crean animaciones fotograma a fotograma.
- Canasta de Ideas: Repositorio donde los estudiantes anotan las ideas que van surgiendo a medida que transitan la secuencia.
- Constructor de explicaciones: Los estudiantes utilizan ideas de su Canasta de Ideas y las ubican visualmente en un esquema, típicamente para generar una respuesta que apoye o refute un argumento determinado.
- Llenar los espacios en blanco: Los estudiantes deben completar los espacios vacíos en un texto.
- Flash: Se puede embeber cualquier película en formato Flash (animación, simulación, video, etc.) en un paso de una secuencia.
- Graficación sensor: Se representa en un gráfico los datos adquiridos por un sensor
- Coincidir: Los estudiantes arrastran opciones y las deben hacer coincidir con espacios vacíos. Se puede hacer con palabras o con imágenes.
- Molecular Workbench: Se pueden insertar modelos interactivos creados con el programa Molecular Workbench.
- Opción múltiple: Los estudiantes deben responder preguntas de opción múltiple.
- Mi Sistema: Es una herramienta para que los estudiantes puedan crear mapas sistémicos a partir de objetos predefinidos.
- Netlogo: Se pueden insertar modelos interactivos realizados con NetLogo para que los estudiantes interactúen con ellos.
- Respuesta abierta: Son espacios para que los estudiantes escriban explicaciones sobre sus ideas.
- URL externa: Se puede insertar una página web externa que se ve dentro de un marco.
- Tabla: Los estudiantes llenan una tabla con datos
- Texto/Página en HTML: Se puede insertar código HTML para verlo dentro de un marco.

Personalización de la currícula

Herramienta de autor: Otra de las características de WISE como plataforma digital de aprendizaje es la permitir al docente personalizar la currícula existente, modificando las secuencias didácticas que ya se encuentran dentro de ella o creando nuevas secuencias desde cero.

Para esto, WISE cuenta con numerosas herramientas:

- Torbellino de ideas: Los estudiantes agregan sus comentarios que pueden ser leídos por cualquiera en clase para su discusión.
- Gráfico de un vehículo: Permite que los estudiantes dibujen gráficos y que luego los vehículos recorran el camino especificado en el gráfico

Escuelas participantes

La Escuela de Educación de la Universidad de San Andrés ha trabajado en los últimos 15 años con instituciones educativas ubicadas en contextos de alta vulnerabilidad educativa. En el año 2000 inició el Proyecto Escuelas del Futuro (PEF), con el objetivo de acompañar a diferentes instituciones en el desarrollo e implementación de un plan de mejora escolar, a partir de capacitaciones en servicio que tendían a lograr una mejor gestión institucional y desarrollar nuevas estrategias didácticas en las aulas. Diez años más tarde lanzó el Proyecto Docentes Conectados (DoCon) una iniciativa de investigación-acción, con el propósito de implementar de un modelo de capacitación docente sobre integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en escuelas de nivel primario de zona norte del conurbano bonaerense, ubicadas en contextos desfavorecidos social y económicamente.

En este marco, se convocó para el Proyecto SABIO a 3 escuelas secundarias con las cuales la Universidad de San Andrés ya tenía lazos por su participación en programas previos, y que manifestaron interés en esta iniciativa. Dichas escuelas son instituciones de gestión privada, con altos niveles de financiamiento estatal, que atienden a poblaciones de alumnos con altos índices de vulnerabilidad socioeducativa.

En cada escuela se trabajó con todos los docentes de las asignaturas de Ciencias Naturales de cada institución (un total de 8 docentes), como se muestra en la a continuación.

Tabla 1

Cantidad de escuelas y docentes por asignatura y secuencia didáctica implementada

Colegio	Docente	Materia	Año	Secuencia
Colegio A	Docente 1	Físico Química	3ro	Cambio climático
		Cs. Naturales	1ro	
	Docente 2	Química	5to	
	Docente 3	Biología	2do	
Colegio B	Docente 4	Física	4to	Cambio climático
		Química		Detergentes para combatir la polución marina
	Docente 5	Biología	2do	Pescando en el fondo del mar
	Docente 6	Biología	4to	
Colegio C	Docente 7	Físico Química	3ro	Cambio climático
	Docente 8	Ambiente y Sociedad		

Metodología

Con el propósito de describir el desarrollo del programa y analizar los resultados de su primer año de implementación, se realizó un estudio de caso tomando en consideración las perspectivas de los actores involucrados.

Para analizar las etapas de desarrollo del programa se combinó un análisis documental de las producciones de los especialistas involucrados en la génesis del programa, incluyendo minutas de reuniones, relatorías e informes de progreso, junto con la realización de entrevistas a los responsables del diseño y la capacitación docente.

Por otro lado, para conocer las perspectivas de los participantes respecto del programa y de los resultados y desafíos que se dieron en la implementación se realizaron encuestas en línea a los docentes participantes, entrevistas personales a las tutoras y docentes seleccionados y grupos focales de alumnos.

Análisis de documentos relacionados con el programa

Se analizaron los documentos producidos en las etapas de diseño e implementación del programa con el propósito de elaborar una descripción detallada acerca de las características de cada instancia del proceso. Se tuvieron en cuenta para esto los siguientes tipos de documentos:

- Documentos marco que describen la fundamentación y propósitos del programa
- Minutas de reuniones de equipo
- Informes mensuales, descriptivos del trabajo en las 3 escuelas, por parte de las tutoras del programa
- Notas de campo de las tutoras durante su trabajo con los docentes
- Notas de campo de los responsables del programa durante la etapa de implementación a partir de lo observado en las escuelas
- Informes de avance del programa elaborados por la coordinación del programa
- Informe final acerca de los resultados del primer año de implementación del programa

Encuesta en línea a los docentes participantes

Se realizó una encuesta en línea voluntaria a los docentes participantes para recabar sus impresiones acerca del proceso de implementación y el impacto del Programa, con un porcentaje de respuesta del 50% (4 docentes). Se realizaron preguntas de opción múltiple, preguntas abiertas y preguntas que utilizaban escala Likert para abarcar un espectro amplio de cuestiones vinculadas al uso de la plataforma digital de aprendizaje. Se indagaron sus impresiones generales sobre la propuesta de la plataforma, su grado de satisfacción con la modalidad de trabajo, su opinión respecto en qué medida y en qué aspectos se diferenciaba su uso de sus clases habituales en términos de los contenidos abordados, su motivación como docentes y resultados observados en los alumnos, así como su percepción acerca de la capacitación y el acompañamiento ofrecido durante la implementación.

Entrevistas a docentes participantes

Para profundizar la información brindada en las encuestas, se realizaron entrevistas semiestructuradas a cuatro docentes participantes, dos de Biología y dos de Química, de

alrededor de 45 minutos de duración. Allí se indagó en más detalle sobre sus percepciones acerca de las ventajas, los desafíos y las dificultades encontradas durante la implementación del proyecto. Se les consultó acerca de cómo y en qué medida el programa impactó en los aprendizajes de los alumnos y en sus propias prácticas de enseñanza, así como acerca de su interés en continuar utilizando este tipo de herramientas en el futuro.

Grupos focales de alumnos

Se realizaron tres grupos focales de entre cuatro y cinco alumnos cada uno. Las preguntas estuvieron orientadas a explorar las impresiones de los alumnos sobre la incorporación de la tecnología a la enseñanza de las ciencias, en qué medida el proyecto los ayudó a trabajar conceptos centrales de las asignaturas y a establecer vínculos con problemáticas reales y sus opiniones acerca de la modalidad de trabajo propuesta y su impacto en su interés por las materias científicas.

Resultados

El análisis de los datos recabados ofrece una mirada comprensiva sobre el proceso de génesis del Programa y su primer año de implementación en las escuelas, considerando las percepciones de los actores involucrados.

En primer lugar, precisaremos las etapas de desarrollo del Programa y describiremos en detalle sus propósitos y características. Luego, examinaremos las percepciones de los actores involucrados acerca de la implementación y los resultados del Programa. En particular, ahondaremos en su impacto sobre los dos procesos fundamentales en los que sustentan los objetivos del Programa: la enseñanza y el aprendizaje, a partir de las percepciones de alumnos, docentes y tutores. A este respecto, cabe aclarar que mientras que los concebimos como procesos ontológicamente vinculados (Fenstermacher, 1989), su escisión responde a fines analíticos. Es decir, que por un lado examinaremos cuestiones vinculadas a los alumnos y, por el otro, más puntualmente sobre los docentes, aunque éstos estén estrechamente relacionados. Finalmente, dedicaremos un apartado a cuestiones referidas a la implementación, más específicamente a las dificultades encontradas en ese proceso, durante el primer año del Programa.

Etapas del desarrollo del Programa

El programa se desarrolló en una serie de etapas, cuyas características describimos a continuación:

1. Génesis del proyecto.

Nuestro grupo de trabajo tiene antecedentes previos en el trabajo tanto con proyectos de enseñanza de las ciencias basados en la indagación (Furman y Podestá, 2014; 2013; 2009) como en la integración de TIC digitales en la enseñanza del nivel primario y medio.

A partir de la inquietud de fortalecer la enseñanza de las ciencias basada en la indagación a través de la inclusión de TIC digitales, identificamos a WISE como un recurso con alto potencial en este campo, teniendo en cuenta tanto las características de la plataforma como los resultados reportados por los autores del proyecto en la Universidad de Berkeley. En particular, la dilatada trayectoria del proyecto (desde 1996), la constante actualización tecnológica y pedagógica de la plataforma, los aportes al campo de la investigadora responsable del proyecto (Marcia Linn), el soporte de publicaciones científicas basadas en el uso de dicha plataforma y las características de software libre y abierto, hicieron que se

pensara en la posibilidad de ofrecer dicha plataforma a la comunidad de habla hispana con un primer foco en Argentina.

Para poder llevar adelante este proyecto, fue necesario establecer una relación de colaboración académica con la Universidad de Berkeley, más precisamente con el grupo de investigación responsable del proyecto. Esta relación se construyó a través de intercambios iniciales de correo electrónico entre el coordinador del proyecto SABIO en la Universidad de San Andrés (primer autor de este trabajo) y su par en WISE. También se realizaron algunos encuentros a distancia y una instancia presencial en agosto de 2012, donde el coordinador general de SABIO viajó a California para participar de un retiro de investigación junto a todos los integrantes del proyecto WISE.

Este encuentro sirvió para conocer en persona a los integrantes del proyecto (docentes y estudiantes de post-doctorado), a su directora y escuchar de primera mano qué investigaciones estaban realizando con WISE, así como cuáles habían sido los resultados de la implementación del programa en distintas escuelas, los obstáculos encontrados, las estrategias adoptadas para resolverlos y los logros del proceso.

El encuentro de una semana consistió en diversas reuniones y plenarias donde se revisaron las distintas secuencias de WISE y los planes de investigación que los estudiantes de post-doctorado estaban llevando a cabo. Se trabajó sobre distintos aspectos que podían mejorarse de la plataforma y también hubo docentes que brindaron su testimonio sobre cómo venían utilizando WISE con sus alumnos. Fue además una oportunidad para conversar con el equipo técnico de WISE para poder completar la tarea de traducción de la plataforma.

2. Traducción y adaptación de la plataforma

A finales de 2012 se tradujona de las secuencias didácticas (“Detergentes para combatir la polución marina”) como una forma de probar la plataforma y ver su funcionamiento en idioma español.

En el año 2013 se elaboró el diseño de un proyecto piloto que contemplara la traducción de la plataforma completa y de cuatro secuencias previamente identificadas para implementarlas en tres escuelas con ocho docentes. Como se mencionó, dichas escuelas ya habían formado parte de programas de mejora escolar desarrollados por la Escuela de Educación de la Universidad de San Andrés.

La traducción de la plataforma se realizó con una herramienta externa, en línea, provista por la Universidad de California, Berkeley, a tal fin. Esta herramienta permite ir guardando las sucesivas traducciones e indica cuántas expresiones quedan pendientes de traducir. Dicho proceso implicó traducir más de 2.500 expresiones de extensión variable (algunas expresiones consistían en una sola palabra como una opción de un menú por ejemplo; otras eran expresiones con cuatro o cinco palabras como la explicación de una opción y otras eran textos más largos como por ejemplo las respuestas a las preguntas más frecuentes del sitio web). Además de la traducción de infografías y otras imágenes utilizando software de retoque de imágenes como Gimp o Paint (bajo OS X), también se tradujeron modelos interactivos que fueron editados con Adobe Flash, NetLogo y Molecular Workbench. La traducción de estas secuencias implicó no solamente la traducción de texto sino también conocimientos de HTML para editar código y nociones de edición de imágenes para traducir infografías.

La traducción de las secuencias didácticas se realizó dentro de la misma plataforma con la herramienta de autor que la misma provee y que posibilita a los usuarios (docentes e investigadores) realizar cambios en las mismas.

Las secuencias fueron no solamente traducidas sino también *adaptadas y revisadas* por un equipo de especialistas tecnológicos y de especialistas en didáctica de las ciencias según el siguiente detalle:

Adaptación: A veces, las referencias utilizadas (enlaces a fuentes, mapas, imágenes, ejemplos) no tenían relevancia para los estudiantes y entonces se decidió reemplazarlas con otras que tuvieran más sentido en el contexto local. Por ejemplo, en la secuencia sobre Evolución había un video que hablaba sobre la pesca de arrastre en EE.UU y se lo reemplazó por un video de España donde hablaba de la pesca de arrastre en todo el mundo. O en la secuencia sobre Detergentes, se buscaron enlaces a accidentes de derrame de petróleo en territorio argentino.

Revisión: Las secuencias de WISE, si bien poseen un muy cuidado diseño, a veces presentan conceptos que están muy ligados al objetivo de investigación que se perseguía cuando fueron elaboradas y por eso a veces fue necesario realizar algunas reformulaciones de acuerdo a criterios didácticos. Esto sucedió por ejemplo con la secuencia sobre Evolución (“Pescando en el fondo del mar”) a la cual se le reordenaron algunos pasos para que respondiera mejor al abordaje propio de la indagación.

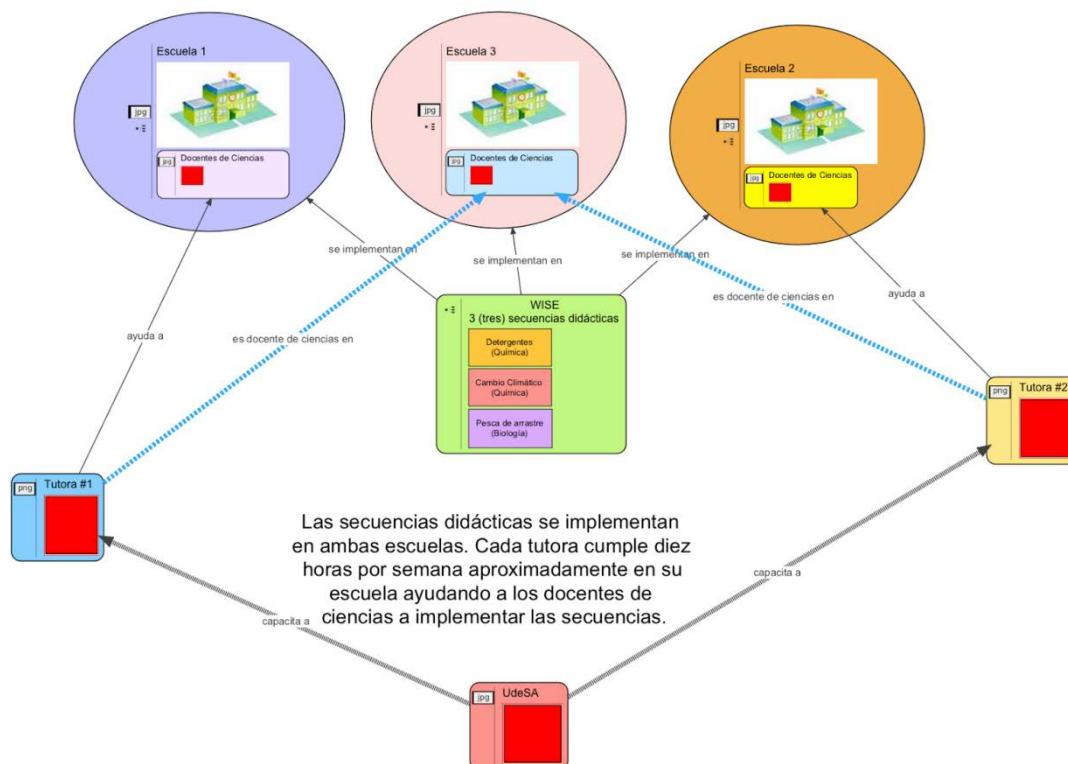
3. Implementación del programa en las escuelas

Como se describió más arriba, se trabajó en 3 escuelas secundarias con todos los docentes de materias de Ciencias Naturales (8 en total), los cuales fueron apoyados por tutoras especialistas en la enseñanza de las ciencias (2 tutoras en total). La participación de los docentes fue voluntaria.

En total, se implementaron 3 secuencias didácticas: Pescando en el fondo del mar (sobre evolución biológica), Detergentes para combatir la contaminación marina (sobre atracciones intermoleculares) y Cambio climático (sobre reacciones químicas y el efecto invernadero).

Figura 1

Modelo de implementación de WISE-SABIO



Modelo de implementación

Los docentes tuvieron encuentros de capacitación con sus tutoras dentro de las escuelas en su horario de trabajo. Adicionalmente, los docentes de las distintas escuelas participantes compartieron encuentros de capacitación fuera de servicio en la Universidad, como se describe a continuación. A lo largo de todo el proceso, los participantes contaron con soporte técnico para el funcionamiento de la plataforma cuando así lo requirieron.

Las tutoras son profesoras de Ciencias Naturales del nivel medio con formación en la enseñanza por indagación, experiencia en la formación docente y cierta familiaridad con los recursos TIC. En su trabajo de acompañamiento visitaban las escuelas, se reunían con los docentes y directivos y acompañaban a los docentes en la implementación de las secuencias en el aula. Cada tutora cumplió alrededor de 10 horas semanales en cada escuela para ayudar a los docentes en la implementación de las secuencias en el aula. En particular, las acciones de las tutoras se resumen en los siguientes ítems:

- Capacitar a los docentes en el uso de la plataforma y en el enfoque de enseñanza por indagación
- Reunirse con los docentes para planificar los tiempos y formas de implementación de las secuencias
- Identificar temas potentes dentro de las secuencias que pudieran actuar como disparadores o conceptos-ancla para retomar temas importantes de la currícula.
- Acompañar a los docentes en la implementación de las secuencias en el aula cuando éstos lo requirieran

- Reunirse con los directivos para tenerlos al tanto de las acciones así como para programar acciones futuras o eventos específicos (como la entrevista a grupos de alumnos)
- Asistir a los docentes en la parte técnica (creación/configuración de cuentas, configuración del navegador web)
- Registrar y comunicar el avance del proyecto
- Reunirse de manera semanal con el coordinador general del proyecto para discutir la marcha de la implementación y planificar los pasos a seguir

Adicionalmente, el coordinador general del proyecto (primer autor de este trabajo) visitaba las escuelas para reunirse con los docentes y directivos, explicarles el alcance del proyecto y también cumplir roles de tutoría acompañando a docentes.

Por otra parte, los docentes de Ciencias Naturales y directivos involucrados en el proyecto asistieron a dos instancias de capacitación en la Universidad de San Andrés. En estos encuentros se trabajó sobre la plataforma y sobre el enfoque pedagógico de la enseñanza por indagación. Específicamente, los participantes recibieron capacitación y acompañamiento para poner en práctica tres secuencias didácticas sobre temas centrales del currículum de Biología y Química a través de videos, animaciones, modelos de simulación interactivos (Rizzi, 2012) y dibujos, y donde los alumnos debían plantear hipótesis, diseñar, realizar experimentos y justificar sus respuestas.

Los asistentes tuvieron la oportunidad de explorar en profundidad una de las secuencias (“Detergentes para combatir la polución marina”) en todo su recorrido, desde el registro como usuarios, el acceso a la secuencia y el trabajo entre pares. Luego se introdujo a los docentes a la herramienta que provee la plataforma que permite llevar registro de todo lo que cada alumno realiza.

Finalmente, los docentes participantes tuvieron acompañamiento técnico por parte del equipo del programa para instalar la plataforma y resolver algunas dificultades menores de su implementación. La plataforma - necesita de unas ciertas configuraciones en el navegador para poder ejecutar las visualizaciones y modelos interactivos: navegador Firefox o Chrome, plugins Java, Flash y QuickTime. Además, necesita ciertas configuraciones adicionales como que el idioma por defecto sea español latinoamericano, que no bloquee las ventanas emergentes y que permita ejecutar Javascript. Todos esto debió ser configurado máquina por máquina por el equipo del proyecto (coordinador y tutoras), a veces con asistencia de otros miembros de la institución. Además, la plataforma necesita conectividad a Internet para funcionar, con lo cual, el rol del tutor se hizo todavía más importante para ayudar a los docentes y estudiantes en la implementación cuando no había conectividad o cuando el servicio se interrumpía o era insuficiente el ancho de banda.

Evaluación de los resultados del primer año de implementación

Como mencionamos previamente, uno de los objetivos del presente trabajo es indagar en las percepciones de los actores involucrados sobre el impacto del programa en la enseñanza y el aprendizaje durante el primer año de intervención.

Percepción del impacto en los aprendizajes de los alumnos

Para analizar la incidencia del Programa, consideramos las percepciones de los docentes y de los mismos estudiantes acerca de sus aprendizajes como fruto de su participación en el programa.

Por un lado, las percepciones de los docentes sobre el aprendizaje de los alumnos fueron muy alentadoras. El 75% de los encuestados opinó que la secuencia de WISE-SABIO contribuyó “*bastante*” a desarrollar las siguientes competencias científicas: formular preguntas investigables, analizar datos, intercambiar y debatir ideas, y construir ideas nuevas.

Por otro lado, los alumnos expresaron su satisfacción con el uso de la plataforma, en particular en oposición a las clases tradicionales. “Es una forma diferente de estudiar”, expresó un alumno en uno de los grupos focales. En éstos, varios estudiantes manifestaron su valoración de la modalidad de trabajo. Allí señalaron, por ejemplo, que les resultó interesante y “más fácil” contar con las imágenes y explicaciones breves para poder releer y comprender mejor los contenidos. Más puntualmente, un alumno de 2do año explicó: “En vez de resumir y copiar del libro, podemos leer la información y responder las actividades de la computadora”. Por otro lado, el hecho de que algunos estudiantes hayan trabajado con la plataforma desde sus casas, como relataron varios de ellos en los grupos focales, y que hayan manifestado su interés en contar con secuencias didácticas similares sobre otros temas de las ciencias e incluso para otras asignaturas como historia, pone en evidencia que se trató de una experiencia motivadora para ellos.

Sobre las prácticas de enseñanza

Todos los docentes encuestados y entrevistados expresaron valoraciones positivas respecto de la incorporación de WISE-SABIO para la enseñanza de las Ciencias. En estrecha relación con lo anterior, algunos valoraron especialmente que les permitió “acercarse más al lenguaje de los alumnos” y que ello devino en un mayor interés y motivación por la materia por parte de los estudiantes. Por ejemplo, uno de los docentes destacó que lo más importante de su experiencia con el Programa fue “que los alumnos estaban muy contentos al poder usar las computadoras para poder estudiar y las clases ya no les parecieron tan monótonas”.

Por otro lado, los docentes identificaron algunos elementos de la plataforma que les resultaron particularmente útiles para proponerles a los alumnos actividades en las que se pusieran en juego habilidades científicas. Por ejemplo, un docente mencionó que la reconstrucción de modelos fomentó que los estudiantes pusieran en juego lo aprendido, mientras que otro expresó más puntualmente: “La parte de la secuencia *Pescando en el fondo del mar* más valiosa es el trabajo experimental porque permite a los alumnos desarrollar competencias científicas tales como el análisis de datos, la elaboración de predicciones, hipótesis y conclusiones”.

De modo similar al caso anterior, también encontramos en los testimonios de los docentes indicios de satisfacción con la propuesta. Por un lado, tres de los cuatro docentes que completaron la encuesta afirmaron que habían utilizado parte del material (un video, algunas ideas y el simulador) en otras escuelas donde trabajaban. Por ejemplo, una de las docentes que trabajó con la secuencia de *Pescando en el fondo del mar* con alumnos de 8vo año expresó: “...yo lo aproveché para dar clase en otra escuela que los chicos no tienen las netbooks. Utilicé uno de los videos. Ellos estaban viendo animales vertebrados e invertebrados y me lo llevé para que vean”. Por otro lado, 3 de los 4 docentes encuestados contestó que utilizaría nuevamente la secuencia de WISE-SABIO el año siguiente, mientras que el docente restante apuntó que su elección dependería del grupo de alumnos que tuviera.

Además, todos los docentes consultados afirmaron que le recomendarían o ya habían recomendado el Programa a otros colegas. Por último, a pesar de que esto no había estado contemplado a priori como aspecto a analizar, vale señalar que, en una de las escuelas, el hecho de que los alumnos utilizaran las netbooks para la clase de Ciencias animó a docentes de

otras disciplinas a incorporarlas en su enseñanza. Este resulta un dato significativo en tanto sugiere que el impacto del Programa podría ir más allá de los límites del aula de Ciencias para proveer “pruebas de existencia” (Borko, 2004) o “pruebas de lo posible” (Cochran-Smith, 2004), es decir, mostrar una posibilidad concreta de incorporación de las TIC a la enseñanza en un contexto en el cual dichos recursos habitualmente no se están utilizando, de acuerdo a lo reportado por los docentes.

Sobre la implementación y sus dificultades

Otros resultados significativos son los que se refieren más específicamente a la implementación del Programa. En este sentido, cobran especial importancia las dificultades y obstáculos encontrados durante el proceso, particularmente para ser tenidos en cuenta en las etapas futuras del proyecto.

La principal dificultad a la que tanto docentes, tutores y alumnos hicieron referencia fue la de la conectividad a internet. A pesar de que no todos los docentes ni tutores eran expertos en tecnología e informática, manifestaron que no encontraron demasiados impedimentos a nivel técnico (e.g.: actualizaciones de software o el funcionamiento general de la plataforma) o, de tenerlos, podían acudir a sus colegas y alumnos para solucionarlos. Sin embargo, la falta de conectividad resultó ser un problema serio en las tres instituciones en las que se implementó el Programa, en tanto no se pudo mantener de manera sostenida a lo largo del programa.

En consecuencia, la posibilidad de llevar adelante las secuencias en tiempo y forma se vio severamente afectada, con muchos casos de clases que tuvieron que posponerse esperando una ocasión en la que la conectividad se reestableciera. Incluso, en algunos casos, los alumnos no pudieron completar la totalidad de la secuencia durante el año. Si bien en general se llegó hasta las instancias finales de la secuencia, no se pudo hacer el cierre ni los últimos pasos de las secuencias, que siempre son de síntesis y expansión, permitiéndoles a los alumnos recapitular lo visto e ir más allá de lo aprendido explorando nuevos materiales. Además, esto generó frustración en docentes y alumnos, quienes perdían el entusiasmo o repetidamente perdían el trabajo realizado por la falta de conexión.

Discusión y conclusiones

En el presente trabajo, presentamos la descripción del Programa WISE-SABIO deteniéndonos particularmente en las etapas de planificación e implementación del mismo durante el primer año en 3 escuelas. Argumentamos que se trata de un caso interesante para analizar en un contexto en que están proliferando proyectos de incorporación de TICS a la enseñanza de las Ciencias más su estudio es aún incipiente.

En segundo término, avanzamos en la recolección de datos respecto de los resultados de la implementación en su etapa inicial. Las conclusiones a las que arribamos son alentadoras: tanto docentes como alumnos expresaron valoraciones positivas respecto de la experiencia de trabajar con una plataforma virtual de aprendizajes como WISE y el impacto que ello genera en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Ambos actores no solo se mostraron satisfechos y motivados con la incorporación de la plataforma en el aula, sino que además argumentaron que propicia el aprendizaje de habilidades científicas a partir de la incorporación de imágenes y simulaciones, por ejemplo.

Estos resultados, aunque preliminares, son alentadores, sobre todo si tenemos en cuenta que se trató de la primera experiencia en que los actores trabajaban con un programa

semejante. Su interés por seguir participando del proyecto y replicando la utilización de las secuencias en otras instituciones es fundamental para desarrollo, sostenimiento y crecimiento.

Por otro lado, los datos analizados permitieron identificar algunos obstáculos y dificultades encontrados a lo largo de la implementación, aspecto fundamental para introducir mejoras en los años subsiguientes. El principal inconveniente encontrado fue el de la falta de conectividad en las escuelas, condición previa indispensable para la implementación efectiva del Programa. En respuesta a ello, se están evaluando diferentes alternativas para superarlo.

Con todo, el trabajo abre nuevos interrogantes para seguir explorando las posibilidades y los efectos de la incorporación de plataformas virtuales de enseñanza en Ciencias Naturales. En particular, interesará conocer más concretamente cuál fue el impacto del programa en el aprendizaje de los alumnos, es decir, en qué medida mejoró su nivel de conocimiento y habilidades científicas tras el trabajo con WISE. Por otro lado, también se presentan incógnitas respecto de cuál es el rol de los docente en la implementación del Programa y cómo y en qué medida poder ir apropiándose de su uso para incorporarlo a la enseñanza de manera sostenida en el tiempo.

Agradecimientos

El proyecto WISE-SABIO es posible gracias al financiamiento, en la etapa 2013, de la empresa Intel® a través de un subsidio de la Intel® Foundation. En la etapa 2014 el proyecto ha sido sustentado por una donación de la Fundación Bunge & Born. Agradecemos también a la empresa Exo que prestó las netbooks para una de las escuelas del proyecto.

Referencias

- Borko, H. (2004). Professional Development and Teacher Learning: Mapping the Terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3–15.
- Buckingham, D. (2008) *Más allá de la tecnología*. Buenos Aires: Manantial.
- Burbules, N. y Callister, T. (2001) *Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*. Buenos Aires: Granica.
- Cochran-smith, M. (1981). American Educational Research Association: 1982 Annual Meeting Call for Proposals New York City, March 19 23. *Educational Researcher*, 10(5), 1–24.
- Coll, C. (2011). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. En Carneiro, R; Toscano, J.C.; Diaz, T. (Coords.) (2011) *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Colección METAS EDUCATIVAS 2021. OEI y Fundación Santillana.
- Collins, A. y Halverson, R. (2009) *Rethinking Education in the Age of Technology*. Nueva York: Teachers College Press.
- Consejo Federal de Cultura y Educación. (CFCE) (2004). *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios*. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.
- Dede, C. y Richards, J. (2012) *Digital Teaching Platforms: Customizing Classroom Learning for Each Student*. Nueva York: Teachers College Press.
- Donnelly, D.; McGarr, O, & O'Reilly, J. (2011) A framework for teachers' integration of ICT into their classroom practice. *Computers & Education*, 54, 1469-1483.

- Duarte, J., Bos, M.S., & Moreno, M. (2009). Inequidad en los Aprendizajes Escolares en América Latina. IDB Technical Note No. 4, Inter-American Development Bank, Washington, DC.
- Fenstermacher, G. (1989) "Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza" En Wittrock, M. C., & American Educational Research Association. (1989). *La investigación de la enseñanza: Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós.
- Furman, M., & Podestá, M. E. (2009). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires: Aique.
- Furman, M., & Podestá, M. E. (2013). Good Practices in Science Teacher Education for Schools in Disadvantaged Areas : Value of Inquiry-Based Science Lesson Modeling in the Classroom. *The International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 19(2), 1–13.
- Furman, M., & Podesta, M. E. (2014). *Evaluating the Impact of a School Improvement Program in Student Science Learning: The Case of "Bicentennial Schools."* Buenos Aires.
- Gerard, L.F.; Spitulnik, M. & Linn, M.C. (2009) Teacher Use of Evidence to Customize Inquiry Science Instruction. *Journal of Research in Science Teaching* 47(9), 1037-1063.
- Light, D. y Pierson, E. (2012) *Highlighting changes in the classroom of a successful one-to-one program in rural Argentina: case studies of Todos los Chicos en la Red in San Luis*. Center for Children and Technology, Education Development Center Inc.
- Linn, M. & Slotta, J (2009). *WISE science: web-based inquiry in the classroom*. Nueva York: Teachers College Press, Columbia University.
- Ministerio de Educación (2007) Cuadernos para el aula: Ciencias Naturales 6. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- Ministerio de Educación (s/f). *Operativo Nacional de Evaluación 2010 CENSO DE FINALIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA. Informe de Resultados*. Disponible en http://dineece.me.gov.ar/images/stories/dineece/evaluacion_educativa/nacionales/resultados/Resultados%20Censo%20ONE%202010.pdf
- OCDE (2012) *PISA in Focus. ¿A qué tipo de carreras aspiran los chicos y las chicas?* Disponible en <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisainfocus/PISA%20in%20Focus-n%C2%B014%20ESP.pdf>
- Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) (1999). *Declaración de Budapest. Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico*. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso. Budapest (Hungría) 26 de junio- 1 de julio, 1999.
- Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). (2014). *Miradas sobre la educación en Iberoamérica. Avances en las Metas Educativas 2021*. Disponible en <http://oei.es/xxivcie/Miradas2014Web.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2013). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do: Student Performance in Reading, Mathematics and Science [Los resultados PISA 2012: Qué saben y qué pueden hacer los estudiantes: el rendimiento de los alumnos en Lectura, Matemática y Ciencias]*. Disponible en <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/48852548.pdf>

- Osborne, J.; Simon, S. & Collins, S. (2003) Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education* 25(9), 1049-1079.
- Polino, C. (2012). Las ciencias en el aula y el interés por las carreras científico-tecnológicas: Un análisis de las expectativas de los alumnos de nivel secundario en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58, 167-191.
- Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 16 (1), 175-185.
- Pozo, J y Gómez, M (2001). Aprender y enseñar ciencias. Ed. Morata, Madrid. Tercera edición.
- Raes, A., Schellens, T. & De Wever, B. (2013) Web-based Collaborative Inquiry to Bridge Gaps in Secondary Science Education. *Journal of the Learning Sciences*. DOI: 10.1080/10508406.2013.836656
- Rizzi, C. (2012). Actividades escolares de modelización con TIC. En Pérez, P.; Libedinsky, M.; Garzón, M.; Tellería, X. & López, N. (2012) *Actividades escolares con TIC*. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- Torres, M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tecnologías. *Revista Electrónica Educare*, vol. XIV, núm. 1, enero-junio, 2010, 131-142 Universidad Nacional Costa Rica.
- UNESCO (2013a) *UNESCO Science for Peace and Sustainable Development*. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002197/219756e.pdf>
- UNESCO (2013b) *Enfoques estratégicos sobre las TICS en educación en América Latina y el Caribe*. Disponible en <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/ticsesp.pdf>
- UNESCO. (2009). *Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales: Segundo estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE)*. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
- Valverde, G., & Näslund-Hadley, E. (2010). *La condición de la educación en matemáticas y Ciencias Naturales en América Latina y el Caribe*. Inter-American Development Bank. Education Division.
- Wilensky, U. y Reisman, K. (2006) "Thinking Like a Wolf, a Sheep, or a Firefly: Learning Biology through Constructing and Testing Computational Theories--An Embodied Modeling Approach". *Cognition and Instruction*, 24(2), 171-209.