

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA GENERADOR DE PRUEBAS DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE ESCOLAR A TRAVÉS DE COMPUTADORES PORTÁTILES INALÁMBRICOS

*Design and development of a generic school learning test generation
system through portable wireless computers*

RICARDO ROSAS
MÓNICA CORREA
PATRICIA FLORES
VALESKA GRAU
FRANCISCA LAGOS
VERÓNICA LÓPEZ
ANA MARÍA TRONCOSO
MIGUEL NUSSBAUM*

Resumen

Este artículo presenta el trabajo realizado en el marco de un proyecto de investigación, cuyo objetivo es desarrollar un sistema genérico de generación de pruebas de evaluación en el ámbito de la educación. El sistema desarrollado permite la evaluación del conocimiento de contenidos escolares basados en el currículum escolar chileno en la sala de clases, a través de computadores portátiles inalámbricos. Este artículo presenta el modelo educativo y la arquitectura tecnológica que sientan las bases del sistema y permiten diseñar futuras evaluaciones en éste y otros ámbitos.

Abstract

This paper presents research outcomes of a study that has developed a generic system of assessment test generation in the education field. The system allows knowledge acquisition assessment of school contents based on the Chilean curriculum in the classroom through wireless portable computers. Both the educational model and the technological architecture supporting the system are displayed and the design of future assessment tests in this and other fields is discussed.

* Ricardo Rosas, Mónica Correa, Patricia Flores, Valeska Grau, Francisca Lagos, Verónica López y Ana María Troncoso, Escuela de Psicología. Miguel Nussbaum, Departamento de Ciencia de la Computación, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.

El modelo presentado en este artículo forma parte del Proyecto Fondef DO11007 "Diseño y desarrollo de tecnología portátil para el mejoramiento de la calidad y gestión de la educación: Educando para reducir la brecha tecnológica".

Introducción

Los actuales estándares educativos internacionales y nacionales ponen énfasis en el mejoramiento de la calidad y equidad de la educación. Se sabe que entre los factores que inciden en el logro de estos objetivos, se encuentran la evaluación certera del conocimiento adquirido por los alumnos, así como la adecuada gestión y administración del conocimiento impartido (Arancibia, 1992; Lavín, 2002; Rutter, Maughan, Mortimore, Houston & Smith, 1979; Sammons, Hillman & Mortimore, 1995; Servat, 1996; Weinstein, 2002).

Ambos factores componen gran parte de la actividad que ocurre en los colegios: los directivos deben procurar que la experiencia escolar se organice de un modo que permita un aprendizaje significativo y eficiente, y los profesores planificar en forma estratégica el conocimiento a impartir y evaluar de manera certera el conocimiento ya impartido.

La realidad actual de los establecimientos educacionales conlleva problemas de orden administrativo y evaluativo, que dificultan y en ocasiones impiden alcanzar las metas establecidas. La carga administrativa tanto para los docentes directivos como para los docentes de aula es excesiva: se pierde mucho tiempo registrando la asistencia, ordenando archivos, pasando pruebas, corrigiendo pruebas, poniéndose de acuerdo en criterios de evaluación, registrando los datos de evaluación.

Por otro lado, el tema de evaluación de aprendizajes escolares resulta complejo: actualmente, los colegios no cuentan, con excepción de la prueba SIMCE, con instrumentos de evaluación experimentalmente válidos y confiables que midan el conocimiento adquirido por los alumnos de los contenidos educativos enseñados y permitan medir su avance en el tiempo y compararlos entre sí. Tampoco existen herramientas de evaluación que informen a los profesores, en términos específicos, sobre qué áreas de conocimiento presentan sus alumnos fortalezas y debilidades en determinado momento.

Así, los profesores necesitan contar con herramientas de evaluación confiables y precisas, que midan el conocimiento que los alumnos adquieren a través de la experiencia escolar. Que sean fáciles de entender y utilizar, y no resten el valioso tiempo pedagógico. A su vez, requieren contar con herramientas de gestión docente, que faciliten su actividad pedagógica.

Los requerimientos anteriores son complejos y difíciles de atender, pues requiere el diseño de sistemas de gestión docente y evaluativa que respondan a los lineamientos generales y específicos del actual currículum nacional, y que a la vez sean lo suficientemente abiertos y flexibles para atender a los requerimientos locales de cada establecimiento educacional.

Con la intención de aportar en esta línea, el presente documento presenta el diseño y desarrollo de un sistema de generación de pruebas de evaluación, que aborda tanto una dimensión de desarrollo tecnológico como educativo. En términos específicos, presenta un modelo educativo y una arquitectura tecnológica que sustentan las bases de un sistema genérico de evaluación a través de tecnología portátil inalámbrica¹.

Tecnología Educativa

Comenzando ya el siglo XXI, parece necesario aceptar que, siguiendo informes de numerosos estudios bien documentados (Ainsa,

¹ El modelo aquí presentado surge de la experiencia de trabajo y resultados de investigación del equipo en anteriores proyectos de investigación, en los cuales se desarrollaron videojuegos educativos, a través de un prototipo basado en Rosas, Nussbaum, Cumsille, Marianov, Correa, Flores, Grau, Lagos, López, López, Rodríguez y Salinas, 2003. Los resultados de estos proyectos mostraron un efecto significativo en el rendimiento de alumnos en los ámbitos de Matemáticas, Comprensión y Gramática, y un efecto positivo en la motivación e interés hacia el aprendizaje por parte de los alumnos; sin embargo, mostraron la necesidad de desarrollar herramientas que, a través de equipos tecnológicos de mayor capacidad, incidan en forma más directa en el aprendizaje, apuntadas a otro público objetivo: alumnos de enseñanza media.

1989; Burns y Ungerleider, 2002; Johnson, 2000; Tremblay, Ross y Berthelot, 2001; Wenglinsky, 1998), el diseño y desarrollo de tecnología aplicada a la educación parece no surtir los efectos deseados sobre el rendimiento escolar. Más bien parece que el efecto de la tecnología introducida en la escuela está supeditado a la calidad de la instrucción otorgada (Ainsa, 1989; Burns y Ungerleider, 2002; Knapp, 1997). De este modo, es necesario reconocer el poco impacto que la tecnología ha tenido sobre la instrucción llevada a cabo por los profesores del sistema escolar y, a su vez, atender a la necesidad de acercar la distancia entre la tecnología y su utilidad pedagógica para los profesores.

Uno de los puntos claves del impacto relativo de tecnologías educativas sobre el objetivo último de la educación² –mejorar los niveles de rendimiento educativo– probablemente reside en que no se han colocado los esfuerzos necesarios en los factores críticos, sino en otros con menor posibilidad de cambio y que influyen en forma menos directa en los resultados de aprendizaje.

Así, desde los años '80 los investigadores y programadores han puesto el foco en la relación directa entre tecnología educativa e instrucción, diseñando programas instruccionales dirigidos al profesor y autorregulados por los alumnos (programas tutoriales, de ejercitación, etc).

Este tipo de desarrollo ha dejado en penumbra el incremento de sistemas tecnológicos aplicados a la evaluación escolar, asumiendo que la estrategia más efectiva para impactar la calidad educativa es incidiendo directamente sobre la instrucción. No obstante, a la luz de los magros resultados cabe preguntarse acaso la evaluación esco-

² Cabe destacar que aun cuando no se han reportado resultados concluyentes del impacto positivo de la tecnología sobre el rendimiento escolar, sí existe evidencia suficiente para afirmar que la tecnología incide positivamente sobre la motivación y actitud hacia el aprendizaje (Barak, Waks y Doppelt, 2000; Howland, Laffey y Espinosa, 1997), lo que puede considerarse un objetivo intermedio o mediador, que influye indirectamente sobre el aprendizaje.

lar, dada la significatividad de sus consecuencias en la toma de decisiones a nivel nacional y local, no será una estrategia más efectiva, al incidir de manera más potente sobre las estrategias instruccionales.

Se conoce el significativo impacto que tiene la evaluación sobre el aprendizaje escolar (McCormick y James, 1997; Hanna, 1993; Wiggins, 1998); muchos han afirmado que los contenidos y las formas en que se evalúan estos determinan lo que se enseña y cómo se enseña en la escuela. Esto hace evidente el papel clave que las tecnologías educativas pueden jugar, ya no sólo sobre el factor instrucción, sino sobre la evaluación educativa misma.

Evaluaciones Mediadas Tecnológicamente

Una de las más importantes revoluciones en el ámbito de la evaluación tecnológica en las últimas décadas ha sido el desarrollo de sistemas autorregulados de evaluación, que trabajan sobre plataforma tecnológica con programas basados en la Teoría de Respuesta de Ítemes.

La Teoría de Respuesta de Ítem (Item Response Theory), en oposición a la Teoría Clásica de Medición –la que busca ubicar el rendimiento general de un sujeto, en comparación a una muestra estadísticamente significativa, basándose en el grado de dificultad y nivel de discriminación de cada ítem en relación al set completo de ítemes– realiza un análisis estadístico por ítem en forma separada, y diferencia el nivel de discriminación, el grado de dificultad y la probabilidad de respuesta al azar de *cada* ítem, ubicando a la vez tanto a los ítemes y a los sujetos en un continuo latente según el rasgo a medir (Wainer y Dorans, 1990).

Las ventajas de TRI en el ámbito de la evaluación dicen relación con la posibilidad de evaluar a los sujetos según su propio nivel de rendimiento, entregando a cada individuo los ítemes particulares de acuerdo a su propio rendimiento; es decir, permite adaptar la presentación de los contenidos al individuo en tiempo real, según su propia

habilidad. Esto tiene varias implicaciones: por un lado, funciona a base de sets distintos de ítemes que se entregan a cada sujeto, según su propio rendimiento. Por otro, acorta la longitud del test, lo cual reduce significativamente el tiempo de aplicación. Además, entrega evaluaciones estadísticamente más confiables y precisas.

Los desarrollos en el ámbito estadístico a través de TRI han permitido avanzar en el diseño de sistemas de evaluación inteligentes. Uno de las más prometedoras líneas de desarrollo es la de los tests adaptativos informatizados (TAI³), los cuales funcionan en base a TRI. Así, permiten graduar la presentación de los ítemes de evaluación, según las respuestas de los sujetos, ajustándolas al grado de dificultad emitido a través de su respuesta. Los TAI permiten, a partir de una selección probabilística del conjunto de ítemes que conforman la prueba de evaluación, seleccionar aquellos más cercanos al nivel de conocimiento y experticia de cada individuo, evaluando así a los sujetos según su propio nivel de rendimiento (Muñiz y Hambleton, 1999).

Las potencialidades de los tests adaptativos basados en la informática y los avances en el desarrollo de sistemas tecnológicos inteligentes pueden beneficiar ampliamente la búsqueda de sistemas de evaluación confiables y comparables a nivel local, nacional e internacional⁴. Así, el diseño y desarrollo de sistemas inteligentes de evaluación dinámica y autorregulada factibles de ser implementados en el ámbito escolar resulta un ámbito de exploración atractivo a nivel académico y gubernamental (Olea, Ponsoda y Prieto, 1999).

³ En inglés, *Computer Adaptive Testing* (CAT).

⁴ De hecho, los TAI ya se utilizan en aplicaciones como la prueba de ingreso a las fuerzas armadas de EE.UU., *Armed Service Vocational Aptitude Battery* (ASVAB). En el ámbito educativo, se utilizan versiones adaptativas y computarizadas para el TOEFL y GRE/GMAT. España ha reportado el desarrollo de TAIs para evaluar contenidos escolares en Geografías, Historia y Ciencias Sociales (García, Gil y Rodríguez, 1999) y para evaluar competencias laborales en el ámbito laboral (Seisdedos, 1999).

No obstante y a pesar de estos beneficios, los TAIs tienen dos grandes desventajas para su aplicación en el ámbito de la educación. Por una parte, son diseñados por y para técnicos, lo que deja a los profesores la única opción de interpretar adecuadamente los resultados de evaluaciones realizadas por agentes externos. Por otra, entregan información muy general, es decir, poco granulada, que no permite a los profesores obtener suficiente retroalimentación para poder modificar la cobertura curricular o cambiar sus estrategias instruccionales sobre determinados contenidos; estos tests certifican si el alumno “sabe o no sabe” el grueso de los contenidos de la disciplina, pero no entregan mayor información acerca de qué sabe y no sabe específicamente.

De allí que se hace necesario generar sistemas intermedios aplicados al contexto escolar que, además, de evaluar el conocimiento adquirido por los alumnos, entreguen a los profesores información útil, pertinente y a tiempo acerca del desempeño de los alumnos, “desagregado” en los distintos componentes y subcomponentes del currículum impartido. Es decir, que entreguen al profesor reportes de evaluación con un nivel de granularidad suficiente como para obtener retroalimentación adecuado y tomar las decisiones y acciones apropiadas respecto a una asignatura determinada para un curso determinado, así como para bloques de asignatura (ej. “las Ciencias”) o niveles de enseñanza (ej. “los cuartos años medios”).

La necesidad inherente de fiabilidad, pertinencia y rapidez, puede ser asegurada a través de la tecnología. Diseñada y desarrollada adecuadamente, ésta puede ofrecer un sinnúmero de aplicaciones distintas para atender a los distintos objetivos de la escuela, a partir de un mismo sistema de base.

A continuación presentamos el diseño y desarrollo de un sistema administrado vía Internet, que trabaja directamente con los objetivos y contenidos curriculares de la Enseñanza Media chilena y es aplicado en una plataforma portátil individual, que permite atender a dichos objetivos y puede resultar una herramienta sumamente valiosa para el profesor. Esto, por cuanto permite su participación activa

en el proceso de diseño y aplicación de evaluaciones en la misma sala de clases.

Sistema de Evaluación

El sistema que a continuación se presenta incluye un enfoque de evaluación basado en el currículum nacional chileno y criterios de generación de ítemes, así como una arquitectura tecnológica particular y distintiva.

El equipo de investigación ha diseñado y desarrollado una heurística de evaluación que incluye: (a) un modelo educativo –modelo de organización del conocimiento y criterios de elaboración de ítemes–, y (b) una arquitectura tecnológica –selección de la plataforma, sistema administrador de ítemes, desarrollo del sistema de software.

1. Modelo Educativo

1.1. Enfoque de evaluación

El tipo de evaluación diseñado tiene por objetivo evaluar el conocimiento básico esperado en alumnos de enseñanza media, según el currículum nacional formal elaborado por el Ministerio de Educación de Chile.

Dicho currículum fue reformulado a partir del año 1990, para delimitar objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de aprendizaje bajo un Plan Nacional de Educación. Una de las dificultades del actual currículum nacional es que, a pesar de prescribir contenidos mínimos obligatorios, éstos muchas veces son de carácter general, y requieren ser especificados para fines de instrucción y evaluación.

Otra dificultad es que la descripción de contenidos mínimos que el Ministerio de Educación presenta a través de sus Programas de

Estudio⁵ apunta tanto a la adquisición de conocimientos de carácter específico como de habilidades analíticas y sociales. Este es el resultado del doble énfasis, tanto en objetivos generales y transversales como en contenidos mínimos. De allí que la medición de conocimientos mínimos a través de pruebas estandarizadas resulte difícil de aislar. En Chile, existía hasta el año pasado la Prueba de Aptitud Académica, que, tal como su nombre señala, buscaba medir aptitudes y habilidades intelectuales basándose en contenidos escolares de la enseñanza básica⁶. Además, existe un Sistema de Evaluación de la Calidad del Aprendizaje (SIMCE), que mide, a través de una prueba nacional aplicada al 4° y 8° nivel de enseñanza básica, contenidos mínimos basados en el currículum escolar, junto a habilidades cognitivas.

De lo anterior se puede concluir que nuestro país carece, por un lado, de una prueba que mida la adquisición de conocimientos de dominio básico y específico basados en los contenidos mínimos obligatorios de la enseñanza media y, por otro, de una prueba con consecuencias individuales en relación al rendimiento escolar de los alumnos; los efectos de la prueba SIMCE repercuten sólo a nivel de prestigio y asignación adicional de recursos al establecimiento educacional, y la antigua PAA, que sí tenía consecuencias individuales, medía básicamente habilidades cognitivas y no adquisición de conocimientos.

A lo anterior se suma el efecto piso que presentan las pruebas internacionales de desempeño académico (TIMSS-R, PISA) en nuestra realidad local, dados los bajos puntajes nacionales obtenidos en

⁵ El Ministerio de Educación publica un Programa de Estudio para cada disciplina o sector principal de aprendizaje, cuyos objetivos, contenidos y actividades especifican los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media, definidos en el Decreto N° 220, mayo de 1998.

⁶ La antigua PAA está siendo reemplazada por la Prueba de Selección Universitaria (PSU), que será aplicada entre los años 2003-2005. A través de esta prueba transitoria, se busca crear un sistema de evaluación nacional, que mida en forma más directa los conocimientos escolares del currículum de Enseñanza Media, junto a habilidades cognitivas.

relación al promedio internacional (Ministerio de Educación, 2003). En este marco, surge la necesidad de crear instrumentos de evaluación con una capacidad de discriminación adecuada a nuestro contexto, que logre distinguir entre alumnos que no han adquirido los conocimientos y destrezas, considerados por nuestros estándares como mínimamente necesarios, de aquéllos que sí alcanzan un rendimiento adecuado.

De allí la necesidad de crear un sistema que evalúe el conocimiento de dominio básico –es decir, el conocimiento considerado mínimamente esperado para egresar de la Enseñanza Media– bajo una plataforma inteligente que permita la evaluación dinámica de los aprendizajes.

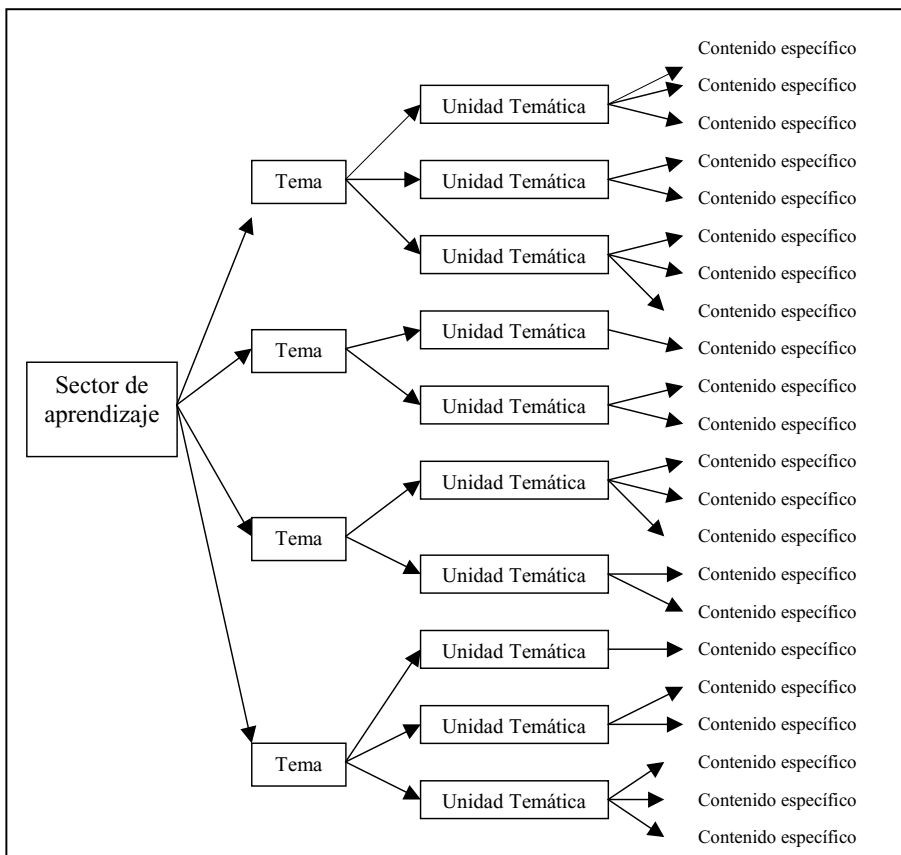
1.2. Modelo de Organización del Conocimiento

Para diseñar este modelo, el equipo Fondef ha creado un diseño educativo basado en un modelo de organización del conocimiento preestablecido por los Planes y Programas sustentados en la Ley Orgánica Constitucional del Estado (LOCE) del año 1990.

Los Contenidos Mínimos Obligatorios establecidos en los Planes y Programas del Ministerio de Educación de Chile están presentados jerárquicamente (ver Figura 1). La organización curricular se basa en sectores o disciplinas generales (por ejemplo, Lenguaje y Comunicación, Educación Matemáticas, Ciencias, etc), algunas de las cuales están divididas a su vez en subsectores (ej. Ciencias está compuesto de los subsectores Biología, Física y Química). En cada sector o subsector de aprendizaje se presentan temas generales a tratar (por ejemplo, en Biología los grandes temas a tratar son “organización, estructura y actividad celular”, “procesos y funciones vitales”, “biología humana y salud”, “organismo y ambiente” y “variabilidad y herencia”). Cada tema está dividido a su vez en unidades temáticas o bloques de contenidos más delimitados, de los cuales se desprenden los contenidos mínimos a tratar.

Figura 1

ORGANIZACIÓN CURRICULAR DE LOS PLANES Y PROGRAMAS ACTUALES ESTABLECIDOS POR EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE CHILE



El modelo elaborado por el equipo de investigación se sostiene sobre la base del “mapeo” de estos contenidos mínimos curriculares, a través de la generación de mapas conceptuales por parte de expertos creadores de ítemes.

Para ello, se pidió a cada experto idear conceptos generales basados en los contenidos mínimos obligatorios para cada unidad temática establecida por el Ministerio, los que pasaron a formar los nodos conceptuales principales del mapa conceptual elaborado. De cada nodo se desprenden los contenidos específicos a evaluar, los

que están ordenados jerárquicamente y relacionados entre sí, para poder de este modo “mapear” los contenidos curriculares principales (ver Figura 2).

De este modo, se mantuvo la propuesta jerárquica del Ministerio, que organiza los contenidos de cada subsector de aprendizaje en temas y unidades temáticas, entendiendo por *tema* un tópico que reúne a varias unidades temáticas y puede ser transversal en los años, y por *unidad temática*, un tema más cerrado o circunscrito en sí, que se desprende del tema. A su vez, se añadió un nivel más de especificación a través del concepto de *nodos*, el cual se refiere a un concepto central de una unidad temática, del cual se desprenden otros conceptos más pequeños o específicos. La Figura 2 muestra un ejemplo de un mapa conceptual construido por un experto del área de Biología.

La importancia de estos mapas es que representan el camino conceptual mediante el cual se “mapean” los contenidos mínimos, y explican el orden y jerarquía de los ítemes elaborados inductivamente a partir de ellos. De este modo, el criterio de validez interna de cada mapa es la posibilidad de reconstruir el dominio a partir de los ítemes construidos.

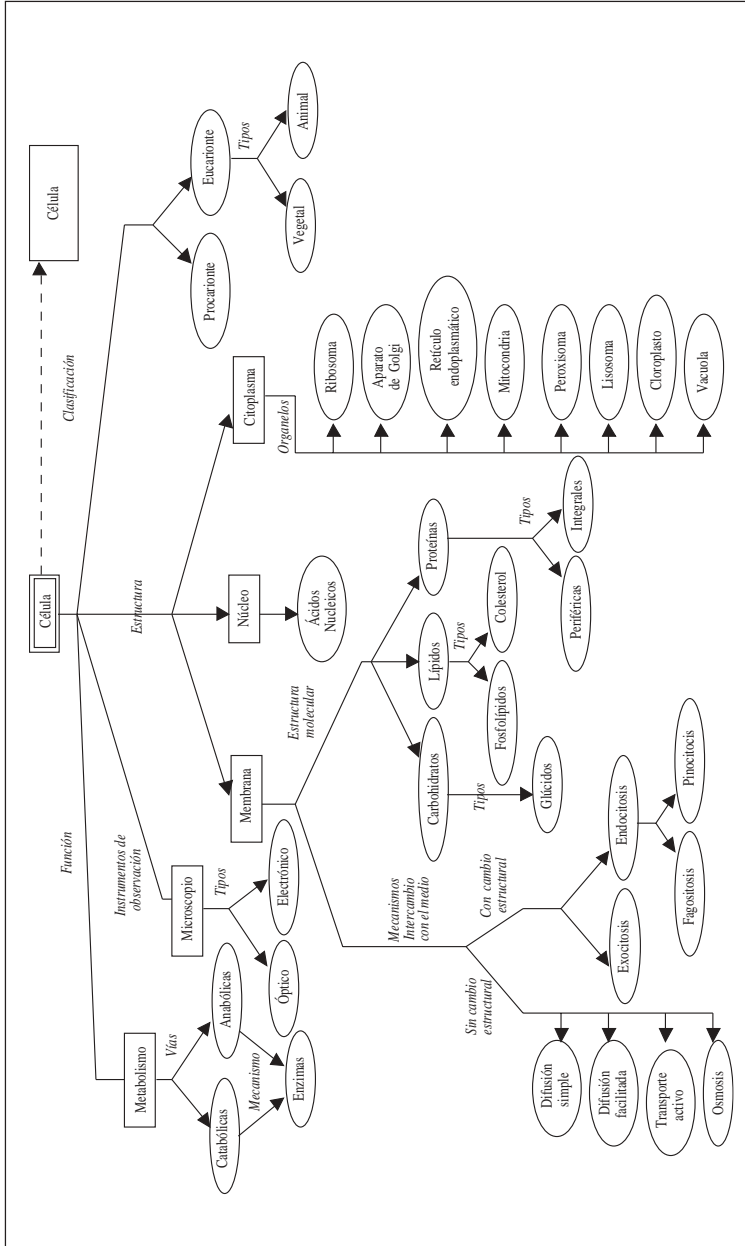
1.3. *Criterios de Generación de Ítemes*

Los contenidos educativos abarcan los cuatro sectores principales de la Enseñanza Media del currículum escolar chileno, a saber y según la nomenclatura actual del Ministerio de Educación: Lenguaje y Comunicación, Historia y Ciencias Sociales, Ciencias (Biología, Física y Química) y Matemáticas.

Dichos contenidos fueron abordados bajo el formato de preguntas de alternativas cerradas. Los ítemes fueron creados por profesores-expertos en coordinación con supervisores-psicólogos educacionales, siguiendo estrictamente los siguientes criterios:

1. Correspondencia exacta, exhaustiva y fidedigna con los objetivos fundamentales y contenidos mínimos establecidos por el

Figura 2
MAPA CONCEPTUAL DEL SECTOR BIOLÓGIA 1er. AÑO MEDIO



Tema: "Organización, estructura y actividad celular". Unidad temática: "La Célula". Los nodos están representados por cuadrados, y los conceptos que se desprenden de cada nodo están graficados en óvalos. Propiedad intelectual de Proyecto FONDEF DOI1007.

Ministerio de Educación, orientados a evaluar el aprendizaje mínimo esperado.

2. Ítemes que apuntan a habilidades cognitivas de orden inferior, clasificables bajo los verbos identificar, clasificar, definir, reconocer, etc.; se optó por no construir en la primera fase del proyecto preguntas que requieren habilidades cognitivas superiores tales como analizar, abstraer, etc.
3. Ítemes cuyos distractores son completamente falsos y evitan confusiones intencionales a nivel sintáctico y semántico.

Cada pregunta está compuesta de un enunciado y cuatro alternativas de respuesta: la alternativa correcta, dos alternativas incorrectas y una alternativa “no sé”. La última, para permitir diferenciar las preguntas omitidas de las preguntas erróneas.

Este procedimiento de elaboración es significativamente distinto al utilizado generalmente en el ámbito escolar, donde los distractores tienen por objetivo confundir a quien responde con alternativas similares en contenido o relativamente ciertas, para hacer entonces al ítem más difícil aunque un tanto “engañoso”.

En total, se han creado más de 1.500 ítemes para cada sector de aprendizaje.

Tabla 1

NÚMERO DE ÍTEMES POR SUBSECTOR DE APRENDIZAJE

| Subsector de aprendizaje | Número de ítemes |
|---------------------------------|-------------------------|
| Matemáticas | 1.079 |
| Biología | 1.663 |
| Física | 2.224 |
| Química | 1.482 |
| Ciencias Sociales | 1.796 |
| Lenguaje y Comunicación | 1.229 |
| TOTAL | 9.473 |

2. Arquitectura Tecnológica

El diseño ideado busca ofrecer una evaluación de los conocimientos escolares cuyo soporte tecnológico permita su implementación por parte del profesor en la misma sala de clases.

El procedimiento original diseñado es que el profesor, a través de un computador conectado a Internet en el colegio, baja los contenidos construidos –la prueba de evaluación– desde el World Wide Web haciendo uso del sistema administrador de ítemes especialmente diseñado para ello⁷. Una vez descargados los contenidos y almacenados en el computador del colegio, estos son transferidos al dispositivo PocketPC (PDA) del profesor. Luego y ya en la sala de clases, el profesor transmite la actividad a los alumnos –cada uno de los cuales cuenta con un minicomputador de uso personal, con las mismas características que el del profesor– en forma inalámbrica, lo que permite que todos los alumnos reciban simultáneamente la aplicación y evita utilizar un servidor intermedio o requerir de infraestructura especial, como en el caso de los computadores personales. Los alumnos trabajan en la actividad siguiendo sus propios ritmos y estilos de aprendizaje, puesto que el software de las pruebas de evaluación posee un sistema de autorregulación que adapta el grado de dificultad al ritmo de aprendizaje actual de cada alumno. Una vez que los alumnos terminan la actividad, sus respuestas son transmitidas de regreso al PDA del profesor en forma inalámbrica e instantánea. Los datos recolectados pueden ser procesados tanto en el PocketPC como en el computador del colegio.

El sistema entrega reportes específicos por alumno, curso, nivel de enseñanza y asignatura, y además permite descargar la información en hojas de cálculo (planilla Excel) para su posterior análisis. Los resultados indican tanto las áreas de buen dominio de conocimientos como las áreas más débiles, y, por lo tanto, entregan un diagnóstico rápido y confiable respecto al nivel de conocimiento de los

⁷ Al cual se accede desde Internet.

alumnos en relación a los contenidos escolares. De esta manera, la información reportada retroalimenta y entrega *input* tanto a los profesores como a alumnos, padres y aquellos encargados de los procesos de toma de decisiones, permitiendo a profesores y al colegio elegir las medidas necesarias a tiempo, para poder reforzar las áreas débiles de conocimiento.

Este es el escenario esperado en un futuro próximo. En este artículo, presentamos los componentes ya diseñados y desarrollados, que forman parte de la arquitectura tecnológica requerida para alcanzar esta meta.

2.1. Sistema administrador de ítems

Los ítems en construcción y ya construidos requieren ser guardados y administrados. El equipo de investigación ha creado un sistema administrador de ítems en forma similar a los bancos de ítems creados por otros, según sus propios requerimientos. Dicho sistema está creado en *html* como un sitio web disponible en Internet, con acceso de seguridad. Este sistema incluye:

a) Módulo administrador de preguntas

Los ítems son almacenados en el sistema en forma jerárquica, siguiendo el esquema del mapa conceptual. Cada sector de aprendizaje contiene ítems para cada nivel de aprendizaje, organizado según las unidades temáticas definidas por el Ministerio, seguido de nodos conceptuales en el interior de cada unidad temática, dentro de la cual se encuentran a su vez 5 a 100 ítems. Este mismo orden es utilizado para reportar y exportar los ítems.

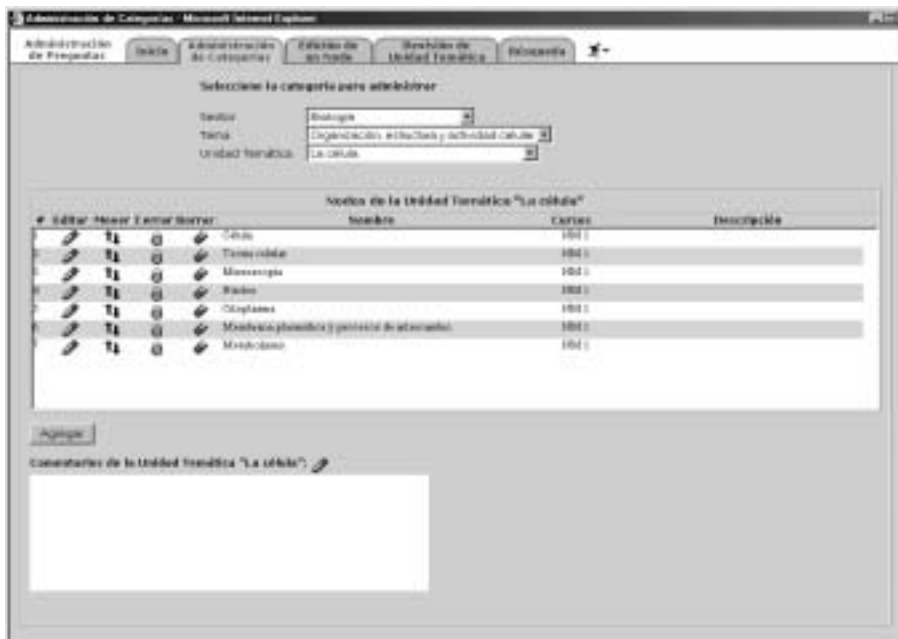
Este proceso se realiza a través del módulo administrador de preguntas, el cual contiene las siguientes modalidades de trabajo:

a.1.) Administración de categorías

El módulo administrador de categorías permite ingresar los nombres de las principales categorías bajo las cuales se organizan los ítems:

Figura 3

**PANTALLA DEL MÓDULO ADMINISTRADOR DE PREGUNTAS,
MODALIDAD “ADMINISTRACIÓN DE CATEGORÍAS”**



En él, se ingresan los nombres de las categorías (temas, unidades temáticas y nodos) y se definen sus atributos.

temas, unidades temáticas y nodos (ver Figura 3). En este módulo se definen los atributos principales de las categorías, tales como el orden de los nodos y el nivel de enseñanza al que corresponden.

a.2.) Edición de un nodo

Las preguntas se suben al sistema a través de la modalidad “edición de un nodo” (ver Figura 3). Cada ítem puede ingresarse en forma directa y manual a través del botón “agregar”, o bien a través de archivos Word que se suben al servidor. Además, el sistema permite la edición de los ítems una vez ingresados en la base de datos.

a.3.) Revisión de unidad temática

La modalidad “revisión de unidad temática” constituye otra manera en que el usuario puede administrar las preguntas ingresadas al sistema. Una vez editado cada ítem, esta modalidad permite visualizar el conjunto de ítems de una determinada unidad temática en forma secuencial.

a.4.) Búsqueda

Esta modalidad permite buscar un determinado ítem ingresado a la base de datos del sistema. Existe una amplia gama de posibilidades de búsqueda: desde búsquedas simples por sector, nivel, tema, unidad temática, nodo, año de construcción, nombre del constructor, número identificador de la pregunta y otros atributos del ítem, hasta búsquedas avanzadas, ingresando palabras claves, imágenes o fórmulas que se encuentran en el enunciado o alternativas

b) Módulo de generación de pruebas y reportes de resultados

El sistema incluye, además, un mecanismo de experimentación de preguntas, mediante el cual se generan las pruebas de evaluación, se exportan las pruebas a los dispositivos móviles, se importan estas al sistema de administración y se generan reportes de los resultados de las aplicaciones.

Dicho módulo contiene las siguientes modalidades:

b.1.) Generación de formas

La modalidad “generación de formas” permite generar pruebas de evaluación por sector y curso; para ello, se puede utilizar el modo manual o automático de generación de formas. Bajo la modalidad automática, se seleccionan los nodos y unidades temáticas que conformarán la prueba; bajo modalidad manual, el usuario puede elegir los ítems de cada nodo que desea incluir y seleccionar el orden de aparición de los nodos dentro de la prueba, entre otras opciones.

b.2.) Ver forma

La modalidad “ver formas” permite ver la forma generada para poder efectuar cualquier cambio necesario.

b.3.) Exportar a dispositivo móvil

Luego de generada una forma dada, es necesario cargarla al dispositivo tecnológico; en este caso, al iPaq. La modalidad “exportar a dispositivo móvil” permite incorporar la forma al iPaq del profesor. En la sala de clases, el profesor podrá transmitir la forma que ha sido cargada a su aparato, a las máquinas de los alumnos, y luego recibir los resultados de la aplicación, desde los artefactos de los alumnos de vuelta a su propio dispositivo móvil.

b.4.) Importar datos

Una vez que la forma generada ha sido aplicada a los alumnos, la modalidad “importar datos” permite al profesor exportar los datos desde su iPaq al sistema administrador de preguntas para generar reportes con los resultados.

b.5.) Reportes

Por último, la modalidad “reportes” permite: (a) generar reportes de recolección de datos, por alumnos y por pruebas, y (b) generar planillas en Excel para efectos de análisis estadístico. De este modo, el sistema reporta los resultados tanto en un formato factible de ser impreso y entregado a profesores, padres y alumnos, como en una hoja de cálculos que permite su análisis estadístico.

2.2. Selección de plataforma

Para desarrollar un sistema de evaluación dinámica factible de ser implementado en el sistema escolar, fue necesario pensar en un soporte tecnológico pequeño, de un costo económico relativamente

bajo, con herramientas disponibles y posibilidades de desarrollo tecnológico. La primera decisión que el equipo de investigación realizó en el diseño tecnológico fue trabajar con una plataforma de desarrollo abierta y estándar del mercado (basada en Windows CE).

Por ello, se eligió trabajar con los Asistentes Digitales Personales (PDAs) por considerar a las plataformas portátiles una opción pertinente al propósito. Entre los PDAs existentes en el mercado, se optó por trabajar con la plataforma iPaq de *Compaq* y desarrollar a partir de ella el software de evaluación. Un convenio con Microsoft y Hewlet Packard ha permitido al equipo trabajar actualmente con más de 300 iPaq⁸.

2.3. *Desarrollo de software*

a) Descripción del software

El equipo de investigación ha desarrollado un reproductor genérico de actividades de carácter flexible, multimedial, interactivo y colaborativo.

El sistema de software funciona bajo Windows CE –versión Windows PocketPC–. Las actividades –en este caso, las pruebas de evaluación– son creadas en este momento en archivos de texto *xml*, definiendo y especificando los elementos de pantalla y configurando su presentación y secuencia. Dichos elementos son de carácter multimedial –el sistema permite incorporar textos, imágenes estáticas, imágenes en movimiento y sonido–. El archivo *xml* especifica los resultados que el sistema puede rescatar, tanto en contenido como formato.

⁸ El prototipo H3760 contiene, entre otros: 64 MB RAM, pantalla a color, sistema operativo PocketPC 2002, Microsoft Active Syn 3.5, batería de litio y un Cradle de sincronización con conexión USB. Los dispositivos fueron utilizados con el Paquete de Expansión de Tarjetas PC y con la tarjeta de comunicación inalámbrica Wi-Fi.

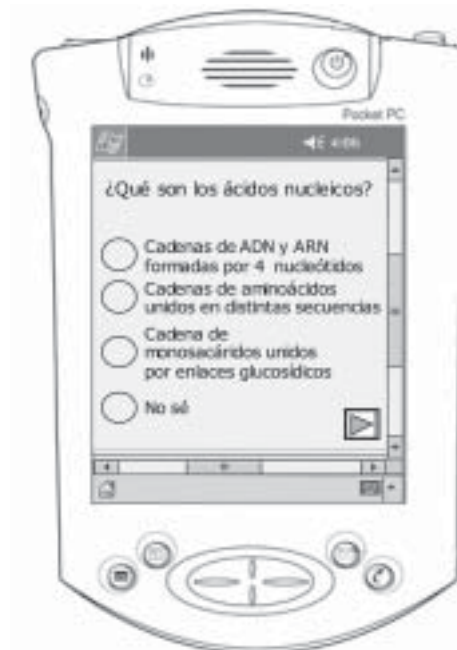
b) Interfaz

El sistema actual contiene dos interfaces principales:

- *Interfaz de administración:* Esta es la “interfaz del profesor” o de quien sujete el “master” que administra la aplicación. Esta interfaz permite seleccionar el colegio y curso a aplicar, buscar e identificar a los alumnos en la red, seleccionar y enviar la aplicación de evaluación y rescatar los datos de las pruebas contestadas.
- *Intefaz de aplicación:* A través de esta interfaz, el “alumno” o usuario final reciben la aplicación y pueden interactuar con la actividad enviada por el master. Esta interacción ocurre al leer el ítem y marcar la alternativa que considera correcta, y luego, al presionar la flecha “avanzar”, puede ver la siguiente pregunta (ver Figura 4).

Figura 4

PRUEBA DE BIOLOGÍA APLICADA A TRAVÉS DEL SISTEMA DE SOFTWARE, EN EL IPAQ



2.4. *Sistema de comunicación inalámbrica*

Un componente principal del sistema reproductor de actividades desarrollado por el equipo es el sistema de comunicación inalámbrica.

El sistema de evaluación dinámica en el cual se está trabajando apunta a la utilización de tecnología inteligente que incorpore los avances en los sistemas de comunicación inalámbrica, para facilitar su incorporación en la sala de clases.

El sistema desarrollado utiliza Wi-Fi, un protocolo de comunicación inalámbrica en reemplazo de cables. Este protocolo se utiliza generalmente para conexiones menores, tales como comunicar el dispositivo móvil a Internet o conectar a varias máquinas entre sí para actividades grupales punto-a-punto. En el caso de nuestro proyecto, hemos variado y extendido los límites tradicionales de la modalidad de comunicación punto-a-punto, para alcanzar un mayor número de alumnos (puntos) dentro de una sala de clases.

Básicamente, las variaciones tecnológicas desarrolladas en el ámbito de la comunicación tienen que ver con el desarrollo de un sistema de comunicación colaborativa que opera sobre Wi-Fi y permite: a) la comunicación par-a-par entre máquinas, sin la necesidad de que interceda la máquina “master”, salvo para comenzar a correr la actividad; en forma directa (punto a punto) e independiente, sin necesidad de recurrir a un servidor intermedio; y b) la comunicación en red de un gran número de máquinas: el equipo está desarrollando pruebas de fiabilidad para evaluar la estabilidad del sistema de comunicación con un número significativamente mayor de máquinas a las habitualmente utilizadas.

Estos dos avances son claves para permitir la utilización del hardware en el contexto de la sala de clases y cursos paralelos.

El último componente principal del sistema reproductor de actividades es la sincronización entre los datos almacenados en el sistema administrador de ítems y la aplicación a través del iPAq. El sistema de software sincroniza el banco de ítems con la máquina de

ida y de vuelta: envía los datos solicitados al PDA, y luego de haber corrido la aplicación esta transmite de vuelta los datos al sistema administrador de ítemes, según los *outputs* especificados.

Discusión

La evaluación del aprendizaje ha sido identificada como un factor clave que impulsa el mejoramiento de los resultados de aprendizaje (Arancibia, 1992; Lavín, 2002; Rutter, Maughan, Mortimore, Houston y Smith, 1979; Sammons, Hillman y Mortimore, 1995; Servat, 1996; Weinstein, 2002). De este modo, el desarrollo de nuevos enfoques evaluativos y de sistemas de aplicación más pertinentes a la realidad escolar resultan de interés para la comunidad educativa.

Reconociendo las dificultades inherentes al ámbito de la evaluación educativa y aprovechando los nuevos desarrollos de tecnologías aplicadas a la educación, el presente documento reporta el desarrollo de un sistema generador de pruebas de evaluación escolar a través del uso de computadores portátiles inalámbricos.

Pensamos que este sistema permite atender de un modo adecuado a las múltiples necesidades y exigencias de evaluación del conocimiento escolar, por cuanto: (a) consiste en un sistema fiable, que entrega resultados individuales y los compara con una muestra normativa; (b) está alineado con el currículum escolar nacional, lo que le da mayor pertinencia a sus resultados, y (c) entrega resultados en formato fácilmente interpretable por parte de la comunidad escolar, y con el nivel necesario de especificidad de contenidos. Los reportes de evaluación –el producto final que entrega el sistema al usuario– permiten a los distintos actores del sistema escolar conocer rápidamente el nivel de logro de los alumnos en relación a los contenidos del currículum de enseñanza media, y constituyen una herramienta eficaz para introducir los debidos cambios en la organización curricular, estrategias de enseñanza-aprendizaje y demás elementos que constituyen el quehacer educativo.

Además, el sistema está diseñado para que el usuario final participe activamente en el diseño y construcción de ítemes, y trabaje en

forma autónoma en su administración y aplicación. Esto significa transferir la responsabilidad evaluativa tradicionalmente adjudicada por agentes externos a la escuela (Ministerio de Educación, consultorías, equipos de investigación, etc.) al profesor, como parte intrínseca de su labor pedagógica. Esto incide positivamente en el fortalecimiento de la profesionalización docente (Weinstein, 2002) en cuanto estrecha unívocamente la relación entre instrucción y evaluación, potenciando la formación de una cultura educativa en los establecimientos educacionales. Como señala Weinstein (2002): “El propósito es unívoco: que directivos, sostenedores, profesores, padres y apoderados y el conjunto de la comunidad se responsabilicen por los resultados de sus escuelas y de la calidad de los procesos que inciden en esos resultados... (es necesario impulsar) diversas iniciativas que busquen instalar herramientas que favorezcan una cultura de la evaluación y de mejoramiento continuo en el sistema escolar, combinando la capacidad de autoevaluación de los propios establecimientos (sobre la base de estándares de calidad consensuados) con evaluaciones externas que permitan dar cuenta de los resultados de la gestión escolar” (p. 60).

En el marco en que se desarrolla la presente propuesta –tecnología portátil aplicada a la educación– desarrollar la autonomía del profesor en su función evaluativa significa también transferir y asegurar la debida apropiación tecnológica de la herramienta educativa. Desde este contexto, actualmente parece haber una brecha significativa entre el diseño de sistemas de instrucción y evaluación tecnológica, y los procesos de transferencia de ellas. Muchas veces no considerar el tema de la transferencia desde el momento del diseño tiende a traducirse en serias dificultades a la hora de la implementación de una tecnología nueva en el aula o a nivel de establecimiento educacional (Inkpen, 1997, 1999). Todo esto indica la necesidad de contar con herramientas que armonicen la relación entre el diseño y la transferencia.

En este caso, el diseño del sistema presenta ventajas significativas, ya que se pensó desde el inicio en las formas en que se transferiría a los colegios y desde allí se diseñaron las bases que sustentan

el sistema aquí descrito. Para esto, se consideró la experiencia previa del equipo de investigación en el diseño, desarrollo e implementación de tecnología educativa portátil. Dicha experiencia obtuvo, como uno de los principales aprendizajes, que una de las claves para la transferencia efectiva es que tanto el hardware como el diseño del software que se incorpore en él sean apropiables por parte de los profesores. Dicha experiencia también generó conocimiento en torno a qué entienden los profesores por “apropiable”: hardware manejable y transportable, interfaz fácilmente legible y entendible, actividades con contenidos acordes a lo que los profesores deben aplicar según el currículum y que se ciña a los tiempos pedagógicos, entre otros (Rosas, Nussbaum, Grau, López, Salinas, Flores, Correa y Lagos, 2000; Rosas, Nussbaum, Cumsille, Marianov, Correa, Flores, Grau, Lagos, López, López, Rodríguez y Salinas, 2003).

En este sentido, nuestro sistema reporta ventajas importantes tanto con respecto a evaluaciones de lápiz y papel como en relación a otras herramientas computacionales disponibles en el mercado, entre las que destacamos:

1. El sistema anteriormente descrito es factible de ser usado por profesores como parte de su trabajo diario *en el aula*: al disminuir el peso y tamaño, y al eliminar el cableado de los computadores PC tradicionales, la tecnología se vuelve mucho más usable dentro del aula y no requiere que los alumnos se trasladen a salas especiales de computación.
2. El sistema puede ser definido como *cerrado y abierto a la vez*, ya que responde a los requerimientos curriculares nacionales en su especificidad, pero a su vez es flexible a construcción de nuevos ítemes y la selección de formas de evaluación acorde a los requerimientos locales.
3. Un conjunto de ítemes de evaluación dentro de cada subsector cuenta con una *muestra normativa* que permite entregar resultados estandarizados, permitiendo así una comparación fiable entre alumnos y cursos.

4. El sistema puede ser utilizado bajo modalidad evaluativa, usando criterios científicos de confiabilidad y validez. A la vez, existe un *pool* de ítemes representativos para cada subsector, que pueden ser utilizados bajo *modalidad instruccional a través del trabajo colaborativo* entre 3-5 alumnos conectados en red⁹. Numerosas investigaciones reportan los beneficios del trabajo colaborativo como herramienta pedagógica (Lou, Abrami y Spence, 2000; Lou, Abrami, Spence, Poulsen, Chambers y d'Appolonia, 1996; Onwuegbuzie, 2001). En este sentido, la incorporación de tecnología en la sala de clases a través de un sistema que permita no sólo que los alumnos trabajen agrupados en torno a un PC, sino sosteniendo cada uno un PocketPC, y respondiendo primero en forma individual y luego argumentando su respuesta en forma colaborativa, constituye una herramienta de mucho potencial pedagógico (Inkpen, 1999; Lur, Abrami y d'Appolonia, 2001).
5. El sistema, además de cumplir funciones de carácter evaluativo e instruccional, aporta también al área de *gestión escolar* de los establecimientos educacionales. Aquí se abre un amplio espectro de aplicaciones en el ámbito de la gestión. Por un lado, a nivel de gestión administrativa, el sistema permite al profesor automatizar procesos administrativos diarios (tales como registrar la asistencia a clases, llevar registro de las notas de los alumnos, entre otros) y a los equipos directivos mantener archivos homogéneos e informatizados de éstos. A nivel de gestión pedagógica, permite tanto a profesores como directivos y equipos de gestión técnico-pedagógica, llevar a cabo procesos permanentes de evaluación del conocimiento adquirido y contar con un registro fiable y detallado de los avances en el aprendizaje de cada alumno y de agrupaciones de alumnos. Esto incide positivamente en los procesos de desarrollo y gestión curricular. Estos elementos componen lo que hoy se entiende por “gestión escolar”, factor que, según numerosos investigadores interna-

⁹ Esta experiencia será reportada en un próximo artículo.

cionales y nacionales, constituye uno de los elementos claves en el mejoramiento de la calidad educativa (Arancibia, 1992; Briones, 2002; Lavín, 2002; Sammons, Hillman y Mortimore, 1995; Weinstein, 2002).

No obstante, vemos que para hacer factible la implementación de este y otros sistemas similares se deben atender ciertos aspectos críticos que podrían afectar la apropiación de la misma en el contexto escolar. Entre ellas destacamos lo siguiente en el ámbito escolar:

1. Resistencia hacia la tecnología: La resistencia inicial hacia la tecnología resulta una temática recurrente en toda experiencia de implementación y transferencia tecnológica. Dicha resistencia parece conllevar un grado de intensidad mayor en el contexto de la escuela, dadas las condiciones de trabajo y características propias del cuerpo docente. Numerosas investigaciones han reportado que uno de los factores críticos que determinan la transferencia tecnológica es su apropiación por parte de los profesores (Hurtado, 1997; Knezek, 1997; Rieber, 1996; Bennet, Wood y Rogers, 1997). Para los profesores, la apropiación conlleva un proceso decreciente de resistencia a todo tipo de tecnología. Esta situación fue experimentada por el equipo de investigación en proyectos previos y también en este; como antecedente se puede reportar la experiencia de dos aplicaciones pilotos en liceos municipales en los cuales se está implementando el sistema, donde hemos comprobado la resistencia inicial por parte de los profesores, que con el transcurso del tiempo fue dando paso a un creciente encantamiento con las potencialidades de la tecnología.
2. Infraestructura tecnológica en los colegios: a pesar de que la tecnología facilita mucho la factibilidad de incorporación a la sala de clases, aún existen ciertas condiciones mínimas de usabilidad para las escuelas; por ejemplo, a pesar de que el sistema se conecta en forma inalámbrica a través de los últimos desarrollos tecnológicos en el campo, se requiere de todos modos al menos un enchufe por sala para conectar una máquina con baja batería, cargar la máquina del profesor o conectar un

dispositivo que asegure un óptimo rendimiento del sistema de comunicación inalámbrica (access point).

Con todo, el sistema aquí presentado sienta las bases de un modo cuyo potencial trasciende las fronteras de la evaluación curricular e incluso las del campo educativo en sí. Puede considerarse de carácter genérico, al permitir la construcción de ítems con contenidos de cualquier índole y disciplina, haciendo uso de texto e imagen a color tridimensional. En concreto, el sistema presentado en el presente artículo se constituye en una heurística de evaluación a través de una plataforma portátil e inalámbrica, que incluye tanto un modelo educativo como una arquitectura tecnológica que permite ser pertinente a las necesidades de los usuarios. Como tal, sus aplicaciones se extienden a campos tales como administración y marketing, encuestas de opinión y servicios de evaluación en general.

Referencias

- Ainsa, T.** (1989). "Effects of computers and training in Head Start Curriculum". *Journal of Instructional Psychology*, 16, 72-78.
- Anzaldúa, R.** (2002). *Item banks: What, where, when and how*. Eric Database 462436.
- Arancibia, V.** (1992). "Efectividad escolar: Un análisis comparado". *Estudios Públicos*, 47, 101-125.
- Baker, E. & O'Neill, H.** (1994). *Technology assessment in education and training*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Barak, M.; Waks, S. & Doppelt, Y.** (2000). "Majoring in technology studies at high school and fostering learning". *Learning Environments Research*, 3, 135-158.
- Barbero, M.** (1999). "Gestión informatizada de bancos de ítems". En: Olea, J.; Ponsoda, V. y Prieto, G. (Eds.), *Tests informatizados: Fundamentos y aplicaciones* (pp. 63-74). Madrid: Pirámide.
- Bennet, N.; Wood, L. & Rogers, S.** (1997). *Teaching through play: Teacher's thinking and classroom practice*. Buckingham: Open University Press.

- Birenbaum, M. & Dochy, J.** (1996). *Alternatives in assessment of achievements, learning processes and prior knowledge*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Briones, L.** (2002). “Demandas de la sociedad del conocimiento a la gestión del currículo escolar”. *Revista Pensamiento Educativo*, 31, 392-430.
- Burns, T. & Ungerleider, C.** (2002). Information and communication technologies in elementary and secondary education: State of the art review. *International Journal of Educational Policy, Research & Practice*, 3(4), 27-54.
- Foster, C.** (1995). “PDAs and the library without a roof”. *Journal of Computing in Higher Education*, 7(1), 85-93.
- García, E.; Gil, J. y Rodríguez, G.** (1999). “Elaboración de un TAI sobre contenidos escolares”. En: J. Olea, V. Ponsoda y G. Prieto (Eds.), *Tests informatizados: Fundamentos y aplicaciones* (pp. 357-378). Madrid: Ediciones Pirámide.
- Green, J.** (1995). *Newton and learner profile issues: A first-year formative evaluation of a district-wide experiment*. Paper presented at the Annual Meeting of the Florida Educational Research Association, St. Petersburg.
- Hanna, G.** (1993). *Better teaching through better measurement*. Orlando, FL: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.
- Hepp, P.** (1999). *La Red Enlaces del Ministerio de Educación de Chile*. [En Red]. Disponible en <http://www.ciencia.cl/CienciaAIDia/volumen2/numero3/articulo2.html>
- Howland, J.; Laffey, J. & Esponosa, L.** (1997). “A computing experience to motivate children to complex performance”. *Journal of Computing in Childhood Education*, 8, 291-311.
- Hurtado, E.** (1997). “Factores que inciden en la innovación pedagógica con computación”. *Pensamiento Educativo*, 21, 185-215.
- Inkpen, K.** (1999). “Designing handheld technologies for kids”. *Personal Technologies Journal*, 3, 81-89.
- Isaa, S. & Michael, W.** (1997). *Handbook in research and evaluation*. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Services.
- Johnson, K.** (2000). Do computers in the classroom boost academic achievement? A report of the Heritage Center for Data Analysis. [En red]. Disponible en: <http://www.heritage.org>

- Knapp, M.** (1997). "Between systemic reforms and the mathematics and science classroom: The dynamics of innovation, implementation, and professional learning". *Review of Educational Research*, 67, 227-266.
- Knezek, G.** (1997). *Computers in Education Worldwide: Impact on Students and Teachers*. [En red]. Disponible en: <http://www.tcet.unt.edu/research/worldwd.htm>
- Kulik, J.** (1994). "Meta-analytic studies of findings on computer-based instruction". In: E. Baker & H. O'Neil (Eds.), *Technology assessment in education and training* (pp. 89-112). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lagos, R.** (2002). *Discurso presidencial*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Lajoie, S. & Derry, S.** (1993). *Computers as cognitive tools*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lang, M.** (1999). "Electronic learning. Write on!". *Instructor*, 108, 70-71.
- Lavín, S.** (2002). "Transitando desde la gestión de un 'establecimiento' a la gestión de un 'centro de desarrollo educativo'". *Revista Pensamiento Educativo*, 31, 186-202.
- Lou, Y.; Abrami, P. & Spence, J.** (2000). "Effects of within-class grouping on student achievement: An exploratory model". *The Journal of Educational Research*, 94 (2), 101-112.
- Lou, Y.; Abrami, P.; Spence, J.; Poulsen, C.; Chambers, B. & d'Appolonia, S.** (2001). "Within-class grouping: A meta-analysis". *Review of Educational Research*, 66(4), 423-458.
- McCormick, R. & James, M.** (1997). *Evaluación del currículum en los centros escolares*. Madrid: Ediciones Morata.
- MIDEPLAN** (2000). *Encuesta CASEN 1990-2000*. [En red]. Disponible en <http://www.mineduc.cl/doc/casen/casen.htm>
- Ministerio de Educación de Chile** (2003). *Desempeño de los estudiantes chilenos: Resultados del PISA*. Santiago de Chile: Departamento de Estudios y Estadísticas.
- Ministerio de Educación de Chile** (2003). *Habilidades para la lectura en el mundo de mañana: Informe Nacional Chile*. Santiago de Chile: Estudios Internacionales UCE.
- Muñiz, J. y Hambleton, R.** (1999). "Evaluación psicométrica de los tests informatizados". En: Olea, J.; Ponsoda, V. y Prieto, G. (Eds.), *Tests informatizados: Fundamentos y aplicaciones* (pp. 23-43). Madrid: Pirámide.

- Núñez, I.** (1996). *Abriendo una ventana al mundo: Informática, comunicación y educación para todos. El Proyecto Enlaces (Chile). Estudio de caso.* [En Red]. Disponible en <http://www.unesco.org/education/efa/07d4chil.htm>
- Olea, J.; Ponsoda, V. y Prieto, G.** (1999). *Tests informatizados: Fundamentos y aplicaciones* (pp. 23-43). Madrid: Pirámide.
- Onwuegbuzie, A.** (2001). Relationship between peer orientation and achievement in cooperative learning-based research methodology courses. *The Journal of Educational Research*, 94 (3), 164-170.
- Oteiza, F.; Silva, J.; Miranda, H.; Silva, A.; Virrreal, G. y Estrella, S.** (1998). *La tecnología informática como recurso transversal en el currículo escolar. Conceptos, experiencias y condiciones para su puesta en práctica.* [En red]. Disponible en <http://www.enlaces.cl/documentos.html>
- Regian, W. & Shute, V.** (1992). *Cognitive approaches to automated instruction.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Renom, J. y Doval, E.** (1999). "Tests adaptativos informatizados: Estructura y desarrollo". En: Olea, J.; Ponsoda, V. y Prieto, G. (Eds.). *Tests informatizados: Fundamentos y aplicaciones* (pp. 127-161). Madrid: Pirámide.
- Rieber, L. P.** (1996). "Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games". *Educational Technology Research and Development*, 44, 43-58.
- Rosas, R.; Nussbaum, M.; Grau, V.; López, X.; Salinas, M.; Flores, P.; Correa, M. y Lagos, F.** (2000). "Más allá del Mortal Kombat: Diseño y evaluación de videojuegos educativos para Lenguaje y Matemáticas del nivel básico 1". *Psykhé*, 9 (2), 125-142.
- Rosas, R.; Nussbaum, M.; Cumsille, P.; Marianov, V.; Correa, M.; Flores, P.; Grau, V.; Lagos, F.; López, X.; López, V.; Rodríguez, P. & Salinas, M.** (2003). "Beyond Nintendo: Design and assessment of educational video games for first and second grade students". *Computers & Education*, 40 (1), 71-94.
- Rutter, M.; Maugan, B.; Mortimore, P.; Ouston, J. & Smith, A.** (1979). *Fifteen thousand hours: Secondary school and their effects on children.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Sammons, P.; Hillman, J. & Mortimore, P.** (1995). "Key characteristics of effective schools". *A Review of School Effectiveness Research*. Londres.
- Schneider, C.** (1987). *Dynamic assessment*. New York, NY: The Guilford Press.
- Seisdedos, N.** (1999). Tests informatizados en el mercado. En J. Olea, V. Ponsoda y G. Prieto (Eds.), *Tests informatizados: Fundamentos y aplicaciones* (pp. 379-391). Madrid: Ediciones Pirámide.
- Servat, B.** (1996). Participación y eficacia en la escuela: Estudios empíricos. *Boletín de Investigación Educativa*, 11, 245-285.
- Tremblay, S.; Ross, N. & Berthelot, J. M.** (2001). "Factors affecting Grade 3 student performance in Notario: A multilevel analysis". *Education Quarterly Review*, 7, 25-36.
- Uranga, V.** (1998). *Nuevas tecnologías. ¿De información o comunicación?: Caso Proyecto Enlaces (Chile)*. [En red]. Disponible en <http://mge.udp.cl/lecturas.htm>
- Sprague, D. & Dede, C.** (1999). Constructivism in the classroom: If I teach this way, am I doing my job? *Learning and Leading with Technology*, 27(9), 16-17.
- Wainer, H. & Dorans, N.** (1990). *Computerized adaptive testing: A primer*. Washington, DC: Lawrence Erlbaum Associates.
- Weinsten, J.** (2002). Calidad y gestión en educación: Condiciones y desafíos. *Revista Pensamiento Educativo*, 31, 50-71.
- Wenglinsky, H.** (1998). *Does it compute? The relationship between educational technology and student achievement in Mathematics*. Princeton, NJ: Policy Information Center, Educational Testing Service.
- Wiggins, G.** (1998). *Educative assessment: Designing assessments to inform and improve student performance*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Inc.