

# Enseñanza de las ciencias con uso de TIC en escuelas urbano marginales de bajo rendimiento escolar

Gerardo Moëne, Mabel Verdi, Exequiel Sepúlveda

Instituto de Informática Educativa, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile  
 cienciae@iie.ufro.cl

## ABSTRACT

Atenea is an initiative that aims at improving the learning of science in primary education with support of information and communications technologies (ICT). This paper presents the main results of its first stage carried out in 8-levels of 4 public schools at the area of Temuco serving economically depressed sectors of the population.

At each school, two groups of students (classes) were selected: one that was taught science with support of ICT and other that was taught science with a traditional methodology. Both groups were under the responsibility of the same teacher who was especially trained on curricular contents and in the use of ICT. In addition, special didactic material and working guides were prepared. Supporting technologies used in the classroom with the experimental group was: a portable computer, a data projector and Internet connection.

The experience lasted 5 weeks with 2-hours lessons twice a week. Assessments were carried out at the beginning and at the end of the study.

As similar studies have shown, it was found that ICT improve students' motivation and intra-class personal relationships, allow to taught the content with greater deepness in shorter time and generate high disposition to work with the technologies on teachers.

However, the most relevant findings were related to increments in learning (conceptualization, relationship and application). Several factors contributed to this; technology, motivation, lessons structuring, teachers training, among others. Although individual incidence of each factor is unknown the design used allows inferring that the ICT was a highly relevant one. This experience shows that with appropriate structuring of the classes, appropriate teachers' training and developing didactic material, all this supported pertinently by the TIC, he/she can have significant effects on the process of students' teaching-learning in establishments with structural and educational deficiencies.

## RESUMEN

Atenea es una iniciativa cuyo objetivo es mejorar los aprendizajes de ciencias en educación básica mediante el uso de tecnologías de información y comunicaciones (TIC). Este artículo presenta los principales resultados de su primera etapa realizada en 4 escuelas municipales de la comuna de Temuco ubicadas en sectores de vulnerabilidad social, en el nivel de 8° de educación primaria.

En cada escuela, se trabajó con un grupo de alumnos que recibió clases con apoyo de TIC y otro, que recibió clases con una metodología tradicional. Ambos grupos eran atendidos por el mismo profesor, quien fue capacitado en contenidos y en el uso de TIC. Además, se les preparó material didáctico y se confeccionaron guías de trabajo. Las clases del grupo experimental fueron realizadas con apoyo de tecnología en el aula: un computador portátil, un proyector y conexión Internet.

La experiencia se desarrolló durante 5 semanas de clases realizándose mediciones al comienzo y al final del proyecto. Al igual que estudios similares, se encontró que las TIC mejoran la motivación de los alumnos, las relaciones al interior del aula, permiten una mayor profundización de los contenidos en menor tiempo y generan alta disposición a trabajar con las tecnologías por parte de los profesores.

Sin embargo, los resultados más relevantes tienen relación con incrementos en aprendizaje (conceptualización, relación y aplicación). A esto contribuyeron varios factores: tecnología, motivación, estructuración de las clases, capacitación a los profesores, entre otros. Si bien no se conoce la incidencia individual de cada factor, el diseño utilizado permite concluir que las TIC fueron un factor altamente relevante.

Esta experiencia muestra que con una adecuada estructuración de las clases, una capacitación apropiada a los profesores y la confección de material didáctico, todo esto apoyado pertinently por las TIC, se puede tener efectos significativos sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de alumnos en establecimientos con deficiencias educacionales y estructurales.

## CONTEXTO

El gran problema de la enseñanza de las ciencias a nivel mundial es la gran cantidad de profesores que no tienen la formación adecuada (McFarlane & Sakellariou, 2002; Murphy, 2002). Además esa falta de preparación se traduce en una falta de confianza en su capacidad de enseñar ciencias adecuadamente. Según el test TIMSS (Martin et al., 2000) aplicado en 38 países, el 40% de los alumnos eran atendidos por profesores de ciencias que con baja o nula confianza en su preparación para enseñar la signatura correspondiente.

Mundialmente se ha reportado una disminución en el interés por las ciencias por parte de los alumnos, al menos por las “ciencias” enseñadas en la escuela. Este interés y su descenso no es homogéneo entre hombre y mujeres, lo que se refleja en su rendimiento en los distintos sub-sectores curriculares del área de las ciencias (OECD, 2001). En general, al comparar las 3 ciencias básicas, las niñas prefieren la Biología y los niños la Física y la Química.

Generalmente como herencia del énfasis en el aprendizaje de conceptos, los curriculums de las distintas ciencias comprenden demasiados temas y contenidos específicos. Esto no sólo dificulta la concreción de los objetivos por parte del profesor sino que además afecta fuertemente la posibilidad de realizar la necesaria reflexión sobre los contenidos por parte de los alumnos, paso clave para la verdadera comprensión.

Según estudios internacionales Chile está muy por debajo del promedio mundial en cuanto a logros de aprendizajes en el sector de ciencias (OECD, 2001) (Martin et al., 2000). Si bien, está sobre el resto de los países latinoamericanos. (a excepción de México donde existen dudas sobre la validez de la comparación).

Los problemas a nivel mundial también son los principales problemas nacionales.

Sobre experiencia de uso de Tics en el sector de ciencias, de las iniciativas revisadas, éstas representan un porcentaje muy menor.

En general existe consenso en que las TICs contribuyen a la enseñanza de las ciencias al menos:

- Apresurando y aumentando la capacidad de trabajo de los alumnos, al poder estos delegar los procesos manuales laboriosos y tener más tiempo para pensar, discutir e interpretar
- Proveyendo acceso a fenómenos que serían muy difíciles o imposibles de observar de otra forma en una escuela primaria. Relacionando así la ciencia que se enseña en la escuela con la ciencia contemporánea
- Ayudando a la exploración y la experimentación proporcionando retroalimentación visual inmediata

- Enfocando la atención de los alumnos en aspectos poco obvios resaltando así conceptos abstractos
- Propiciando el aprendizaje colaborativo y auto-regulado
- Aumentando la motivación y el compromiso de los alumnos

Por supuesto que para que dichas contribuciones se den en la práctica, el uso de la tecnología tiene que ir de la mano con otros actores del sistema educativo en especial del profesor de la asignatura.

Para Osborne (Osborne & Hennessy, 2002) y MacFarlane (McFarlane & Sakellariou, 2002) el profesor debe crear las condiciones adecuadas para el aprendizaje con TICs, seleccionando y evaluando las tecnologías apropiadas y diseñando, estructurando y secuenciando un conjunto de actividades de aprendizaje.

Osborne y Hennessy sostienen que para que el uso de las TICs sea efectivo el profesor debe asegurarse de:

- Que el uso de las TICs sea pertinente y le de valor agregado a la actividad de aprendizaje
- Basar dichas actividades en la experiencia previa del profesor y los conocimientos previos de los alumnos
- Estructurar las actividades pero ofreciendo al estudiante cierto grado de responsabilidad, opciones o variantes y oportunidades para una participación activa
- Guiar a los alumnos a pensar en los conceptos y relaciones que hay detrás de lo observado, creando espacios para la discusión, el análisis y la reflexión
- Focalizar las tareas de investigación y permitir el desarrollo de habilidades para encontrar y analizar críticamente la información
- Explotar el potencial de la enseñanza interactiva con toda la clase motivando a los alumnos a compartir ideas y descubrimientos

En su primera etapa, el proyecto Atenea se propuso aprovechar lo mejor de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) actuales, junto al conocimiento y parte de la experiencia internacional, para impactar los aprendizajes en ciencias en cuatro escuelas de la novena región, específicamente en el nivel NB6 (8° año básico).

En el largo plazo, los objetivos de Atenea son dos:

1. Desarrollar el pensamiento científico<sup>1</sup> en alumnos, a través de métodos de aprendizaje significativo<sup>2</sup> y experiencias grupales en aula y en terreno.
2. Desarrollar un modelo “envasable y replicable” de uso de TIC, incluidos los materiales y métodos de enseñanza y aprendizaje, con el objeto de facilitar su replicabilidad en otros establecimientos educacionales.

Atenea se llevó a cabo, en su primera fase, durante los meses de mayo y junio del 2004, en cursos de 8° año básico de 4 escuelas municipales de la comuna de Temuco de gran vulnerabilidad social. Sus elementos constituyentes fueron:

- Un profesor de ciencias de cada escuela fue **capacitado** semanalmente en los contenidos y en el uso de tecnología. Se reforzó especialmente el uso de los recursos digitales con el fin que los docentes apoyaran efectivamente los contenidos a través de las simulaciones, imágenes, información en línea y textos disponibles en estos sitios.
- Se preparó **material didáctico** para enseñar los contenidos: presentaciones PowerPoint con los contenidos a tratar en las clases, enlaces a sitios en Internet que apoyan estos contenidos y actividades sugeridas para realizar en clases.
- Se confeccionaron **guías de trabajo** para los alumnos y profesores.
- Las clases fueron realizadas con apoyo de **tecnología**: un computador portátil, un proyector y conexión Internet, en el aula<sup>3</sup>.

El área curricular escogida fue “Estudio y Comprensión de la Naturaleza”, y la unidad trabajada fue denominada “Procesos evolutivos en la Tierra y en el Universo”. Esta unidad fue recientemente integrada a los planes y programas chilenos y es relativamente compleja a nivel de conceptos, por lo que es frecuente que los profesores no la aborden en clases y sea dejada como tarea de investigación para los alumnos.

### METODOLOGÍA

El proyecto consideró una evaluación cuantitativa de impacto del uso de TIC sobre las percepciones el aprendizaje de los alumnos y cualitativa de percepciones de los profesores. Esta evaluación se implementó a través de una medición pre y post. En cada escuela se seleccionaron 2 cursos de octavo año básico que tuviesen el mismo profesor de ciencias. Un curso fue elegido para recibir sus clases de ciencia con la metodología propuesta (grupo experimental) mientras que el segundo curso recibió sus clases en forma tradicional (grupo de control).

Antes y después de la experiencia (pre y post) se aplicaron, a los alumnos de ambos grupos, encuestas y pruebas de conocimientos, y a los profesores, entrevistas semiestructuradas.

<sup>1</sup> Se refiere al desarrollo de habilidades (observación, formulación de hipótesis, experimentación, comunicación) y de actitudes científicas (perseverancia, cooperación, autocrítica, responsabilidad).

<sup>2</sup> El aprendizaje significativo se refiere al uso de ejemplos y actividades que son de interés personal de los alumnos para lograr comprender un concepto. Este tipo de aprendizaje utiliza elementos del entorno de los jóvenes, de su cultura y de sus intereses personales y sociales.

<sup>3</sup> A pesar de contar con salas de Enlaces, esta fue la primera experiencia de uso de TIC en el aula en estas escuelas.

Además, se realizó un seguimiento presencial permanente (observaciones de clase) de cada grupo de alumnos.

### a) Instrumentos y variables

La encuesta consistió en preguntas tipo “Likert” que midieron respecto de las siguientes variables en los alumnos:

- Percepción de las ciencias: percepción sobre la importancia de la ciencia y la utilidad de aprender sobre ella
- Percepción de la clase de ciencias: percepción sobre la importancia, utilidad y pertinencia de los contenidos de la clase de ciencias versus la ciencia presente en el entorno que nos rodea
- Percepción de las TIC: actitud hacia la tecnología como herramienta de aprendizaje
- Percepción de la escuela: valoración de la escuela como entidad formadora

La prueba de conocimientos midió el nivel de conocimientos de los alumnos en los contenidos de “Procesos evolutivos en la Tierra y el Universo”. Las preguntas de la prueba de conocimiento fueron diseñadas para medir las siguientes variables<sup>4</sup>:

- Memorización: mide la capacidad de memorizar conceptos científicos necesarios para entender ciertos fenómenos del mundo natural y los cambios hechos a través de la actividad humana.
- Capacidad de relacionar: mide la habilidad para adquirir, interpretar y actuar sobre la evidencia, no depende de un bloque preestablecido de conocimientos científicos, pero no pueden aplicarse sin el dominio de un contenido científico.
- Capacidad de aplicar: mide la utilización de los conceptos de ciencia en diversas situaciones, y la capacidad para transferirlos a otros contextos.

La entrevista semi-estructurada fue aplicada a los profesores para conocer su percepción respecto al rol del profesor, del alumno y de las TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje, su percepción sobre la importancia de las ciencias y, además en la entrevista final, su opinión sobre el diseño y la replicabilidad de este modelo en otras unidades o áreas curriculares.

### b) Muestra

Los establecimientos educacionales participantes del proyecto Atenea fueron seleccionados a través de una

<sup>4</sup> Corresponden a las tres dimensiones con la cual se mide la alfabetización científica en la evaluación internacional PISA, de acuerdo a la cual los alumnos chilenos sólo dominan la habilidad más simple que es la memorización.

<sup>5</sup> SIMCE es un sistema de evaluación de la calidad del aprendizaje que se aplica una vez al año a todos los alumnos que cursan un cierto nivel, que va alternándose entre 4° básico, 8° básico y 2° medio.

muestra intencionada de escuelas municipales de la comuna de Temuco que atendiera a alumnos provenientes de sectores socioeconómicos deprimidos, con un bajo puntaje Simce<sup>5</sup>, que tuviese, por lo menos, dos cursos en el nivel de atención 8° básico y que en ambos cursos fuera el mismo profesor el que enseñe el sector curricular Estudio y Comprensión de la Naturaleza. Además, hubo que considerar la factibilidad técnica de instalar banda ancha en el lugar donde se encuentran emplazadas las escuelas. Sólo una de las cuatro escuelas seleccionadas no cumplió el requisito de dos cursos por nivel de atención pero dado el interés de este establecimiento educacional por participar, se decidió su incorporación al proyecto.

## ANÁLISIS RESULTADOS

### Resultados Generales

La siguiente tabla muestra un resumen de los resultados obtenidos por los alumnos en los test aplicados antes y después de realizada la experiencia en las 8 variables consideradas para el estudio cuantitativo. Además, se presenta el incremento producido en cada una de ellas. En este caso se agruparon los grupos de control y experimentales de todos los establecimientos.

La columna “Valores” explica los rangos que cubrían los valores presentados.

Variable	Grupo	Antes	Después	Diferencia	Valores	Significancia
Percepciones						
Ciencia	Control	1,93	1,81	-0,12	Valores entre 1 y 5 1: Muy Buena 5: Muy Mala	No
	Experimental	1,87	1,86	-0,01		
Clase de Ciencia	Control	2,52	2,56	0,04		No
	Experimental	2,58	2,57	-0,01		
Tecnología	Control	1,84	1,81	-0,03		No
	Experimental	1,74	1,72	-0,02		
Escuela	Control	1,64	1,71	0,07	No	
	Experimental	1,55	1,54	-0,01		
Aprendizaje						
Memorización	Control	43,45	65,78	22,32	Porcentaje de logro	Si
	Experimental	30,00	73,16	43,16		
Capacidad de Relacionar	Control	15,89	23,95	8,06		Si
	Experimental	14,62	36,87	22,25		
Capacidad de Aplicar	Control	4,47	32,09	27,61		Si
	Experimental	4,72	50,90	46,18		
Puntaje Total	Control	24,05	52,70	28,65	Puntajes Brutos Máximo 140 pts.	Si
	Experimental	22,66	70,34	47,68		

Tabla 1. Resumen diferencias significativas en escuela

**Nota:** en las variables de percepción un menor puntaje indica una mejor percepción, por lo tanto, una diferencia negativa indica una mejora en la percepción.

Lo primero que se observa en la tabla anterior es la homogeneidad de las percepciones de los alumnos antes y después de la experiencia así como entre ambos grupos. Si se considera que el rango de puntajes posibles era entre 1 y 5 se puede observar que, salvo en el caso de la percepción de la escuela, los alumnos reportaban una buena o muy buena percepción de los elementos considerados.

En cuanto a las variables relacionadas con rendimiento, en todas ellas se observa un aumento por parte de ambos tipos de grupos, sin embargo, este aumento es mayor en el caso de los grupos experimentales que utilizaron tecnología en sus clases de ciencias.

Si bien en general el estado inicial de ambos grupos (experimentales y control) era muy similar, existía una gran diferencia en cuanto a la capacidad de memorización en favor de los alumnos de los grupos de control.

Al comparar los resultados de los tests (pruebas de conocimiento y encuestas) aplicados a los alumnos que asistieron a clases de ciencias donde se utilizó tecnología versus aquellos que asistieron a clases tradicionales, se observan diferencias importantes en favor del primer grupo en las todas las variables de aprendizaje (rendimiento general, memorización de conceptos, la capacidad de relacionar conceptos y capacidad de aplicar dichos conceptos). Por el contrario, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a las distintas percepciones medidas, entre los dos grupos estudiados.

Al considerar la variable género, los resultados anteriores se mantienen. Es decir, las diferencias producidas entre los grupos de control y experimentales, tanto para hombre como para mujeres, sólo son significativas en las variables de aprendizajes y no en las percepciones. Ahora bien, al comparar ambos géneros independiente del grupo de pertenencia, no existen diferencias significativas entre ellos.

### Resultados por escuela

Si bien los resultados obtenidos a nivel general son muy relevantes estos no fueron homogéneos a través de las distintas escuelas. A continuación se presentan los resultados particulares para cada establecimiento.

#### Resultados Escuela 1

Al comparar los resultados de los tests aplicados a los alumnos que asistieron a clases de ciencias donde se utilizó tecnología versus aquellos que asistieron a clases tradicionales, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en favor del primer grupo en las variables de memorización de conceptos y rendimiento general. En el caso de la percepción

de la ciencia también se encontró una diferencia significativa pero a favor del grupo de control.

El grupo de alumnos que utilizó tecnología en sus clases de ciencia también superó al otro grupo en las siguientes variables controladas: capacidad de aplicar conceptos a otros contextos, percepción de la clase de ciencias y percepción de la escuela. Sin embargo, dichas diferencias no fueron lo suficientemente grandes como para poseer significancia estadística.

#### **Dimensionando los efectos obtenidos**

La siguiente tabla muestra la media de los puntajes de la aplicación de los pre y post tests para cada variable del estudio donde se encontró una diferencia significativa entre los incrementos de cada grupo.

Variable	Grupo	Antes	Después	Diferencia
Percepción Ciencia	Control	1,94	1,76	-0,18
	Experimental	1,81	2,00	0,19
Memorización	Control	48,89	74,24	25,35
	Experimental	21,41	82,89	61,48
Puntaje Total	Control	28,56	60,08	31,53
	Experimental	18,06	65,00	46,94

**Tabla 2.** Resumen diferencias significativas en escuela 1

En el caso del aumento en la memorización entre ambos grupos este fue de casi 2,5 veces en favor del grupo que utilizó tecnología. El nivel inicial de memorización de dicho grupo era de poco más de 20% mientras que el grupo de control tenía cerca del 50%. Después de la experiencia el grupo experimental no sólo contrarrestó dicha diferencia sino que además superó al grupo de control en más de 8 puntos porcentuales.

#### **Resultados Escuela 2**

Al comparar los resultados de los tests aplicados a los alumnos que asistieron a clases de ciencias donde se utilizó tecnología versus aquellos que asistieron a clases tradicionales, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en favor del grupo experimental en memorización de conceptos y en la capacidad de relacionar conceptos.

El grupo de alumnos que utilizó tecnología en sus clases de ciencia también superó al grupo de control en las siguientes variables controladas, percepción de las ciencias, percepción de la clase de ciencias, percepción de la tecnología en la clase de ciencia y percepción de la escuela como ente educativo, sin embargo, dichas diferencias no fueron lo suficientemente grandes como para adquirir significancia estadística.

La siguiente tabla muestra la media de los puntajes de la aplicación de los pre y los post tests para cada variable del estudio donde se encontró una diferencia significativa entre los incrementos de cada grupo.

Variable	Grupo	Antes	Después	Diferencia
Capacidad de Relacionar	Control	20,29	28,45	8,16
	Experimental	16,32	41,35	25,04
Capacidad de Aplicar	Control	5,87	32,17	26,31
	Experimental	4,61	48,95	44,34

**Tabla 3.** Resumen diferencias significativas en escuela 2

Se puede observar que el grupo experimental (clase con tecnología) tuvo un aumento de la capacidad de relacionar conceptos 3 veces superior al grupo de control (clase tradicional). Además el aumento en la capacidad para aplicar los conceptos fue 70% superior en el caso del grupo experimental.

#### **Resultados Escuela 3**

Al comparar los resultados de los tests aplicados a los alumnos que asistieron a clases de ciencias donde se utilizó tecnología versus aquellos que asistieron a clases tradicionales, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en favor del primer grupo en las variables de rendimiento general, memorización de conceptos y en la capacidad de relacionar conceptos. En el caso del aumento en el rendimiento general de los alumnos la diferencia entre ambos grupos fue de casi 3 veces en favor del grupo que utilizó tecnología.

El grupo de alumnos que utilizó tecnología en sus clases de ciencia también superó al otro grupo en las siguientes variables controladas: capacidad de aplicar conceptos a otros contextos, percepción de la clase de ciencias y percepción de la tecnología en la clase de ciencia, sin embargo, dichas diferencias no poseían significancia estadística.

La siguiente tabla muestra la media de los puntajes de la aplicación de los pre y post tests para cada variable del estudio donde se encontró una diferencia significativa entre los incrementos de cada grupo. Cabe recordar que los valores considerados corresponden a los incrementos entre la medición de la variable antes de la experiencia y la medición posterior a la experiencia. Por ejemplo, el grupo de control aumento su rendimiento en promedio un poco más de 11 puntos entre el pre test y el post test (prueba de conocimientos). Se puede observar que el grupo experimental (clase con tecnología) tuvo un aumento de rendimiento casi 3 veces superior al grupo de control (clase tradicional).

Variable	Grupo	Antes	Después	Diferencia
Memorización	Control	42,31	54,63	12,31
	Experimental	31,83	72,24	40,42
Capacidad de Relacionar	Control	17,35	19,21	1,86
	Experimental	15,83	29,40	13,56
Puntaje Total	Control	28,63	40,22	11,59
	Experimental	24,04	56,09	32,05

**Tabla 4.** Resumen diferencias significativas en escuela 3

En el caso de la memorización y la capacidad para relacionar conceptos los puntajes fueron expresados en porcentajes de logro por lo tanto se puede afirmar que el aumento porcentual del grupo experimental fue 3,3 veces y 7,5 veces mayor respectivamente respecto del aumento porcentual del grupo de control.

#### Resultados Escuela 4

Como se mencionó anteriormente esta escuela no contaba con 2 cursos de octavo año, así es que hubo un sólo grupo participando en la experiencia, de este modo, sólo fue posible comparar este grupo consigo mismo.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos por los alumnos de este establecimiento antes y después de la experiencia. Además, en la tabla se indica en cuales de dichas variables los puntajes previos correlacionaron con los posteriores.

Variable	Media	N	Desv. típica	Correl.	Signif.	t	Signif.
Perc. Ciencias Previa	1,94	32	0,434	0,171	0,348	0,618	0,540
Perc. Ciencias Posterior	1,88	32	0,453				
Perc. Clase de Ciencias Previa	2,73	32	0,672	0,350	0,049	-0,545	0,589
Perc. Clase de Ciencias Posterior	2,81	32	0,692				
Perc. Tecnología previa	1,63	32	0,540	0,230	0,203	1,784	0,084
Perc. Tecnología posterior	1,44	32	0,402				
Perc. Escuela previa	1,70	32	0,565	0,093	0,611	0,207	0,836
Perc. Escuela posterior	1,67	32	0,691				
Memorización Previa	29,41	30	25,031	0,487	0,006	-9,41	0,000
Memorización Posterior	69,58	30	20,427				
Relación Previa	13,11	30	9,302	0,359	0,051	-10,04	0,000
Relación Posterior	55,28	30	24,647				
Aplicación Previa	7,16	30	6,939	-0,031	0,869	-16,39	0,000
Aplicación Posterior	75,55	30	21,555				
Puntaje final	89,20	30	26,568	0,619	0,000	17,38	0,000
Puntaje inicial	22,50	30	13,850				

Tabla 5. Resumen resultado escuela 4

Al comparar los resultados de los tests aplicados con posterioridad a la experiencia con los resultados previos a la experiencia se encontraron incrementos significativos en todas las variables relacionadas con aprendizaje: memorización, capacidad de relación, capacidad de aplicación y rendimiento general. En cuanto a las percepciones no se encontró ninguna

diferencia significativa (ver últimas 2 columnas de tabla anterior).

También se correlacionaron las variables de aprendizaje con el promedio de notas de los alumnos en el subsector de ciencias naturales. Dicha correlación resultó significativa en el caso de la capacidad de relación y del rendimiento general. Por lo tanto, se puede afirmar que al menos para este establecimiento, el efecto de la metodología sobre la memorización y la capacidad de aplicación de conceptos no depende del rendimiento anterior de los alumnos.

#### Resumen de resultados

Finalmente, la siguiente tabla muestra los incrementos estadísticamente significativos que cada establecimiento obtuvo en las distintas variables medidas (sólo se incluyen aquellas escuelas donde había un grupo de control).

	Escuelas		
	1	2	3
<b>Percepciones</b>			
Ciencias	x		
Clase de ciencias			
Tecnología			
Escuela			
<b>Aprendizaje</b>			
Memorización	x		x
Relación		x	x
Aplicación		x	
Rendimiento general	x		x

Tabla 6. Resumen de aumentos significativos por escuela

En general, se observa que hubo incrementos significativos en aprendizaje y que éstos son diferentes en cada escuela.

#### DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en Atenea se pueden explicar por un conjunto de factores como son la tecnología, la capacitación de profesores, el material de apoyo, la motivación de los alumnos, entre otros, que al no ser posible su análisis en forma independiente, no se puede señalar si alguno de ellos tuvo una incidencia mayor que otro, o si existieron variables intervinientes que contribuyeron a los positivos resultados expuestos. Por ello, los resultados obtenidos se atribuyen a una combinación de factores que conformaron el modelo de intervención trabajado con las escuelas, quedando pendiente una investigación que determine la incidencia individual de estos factores.

Pese a lo anterior, si bien la capacitación de los profesores es uno de los factores que puede explicar los resultados, parece ser que no es un factor de mayor incidencia puesto que el profesor que recibió la capacitación fue el mismo que dictó las clases en los grupos control y experimental, quienes presentaron resultados disímiles a favor del grupo experimental.

La replicabilidad de la experiencia a mayor escala requiere de esfuerzos importantes de acompañamiento a los profesores, o de generar una mayor autonomía en ellos que les permita desarrollar sus materiales y resolver contingencias en forma independiente.

En cuanto a los instrumentos de medición de percepción de los alumnos, el que no existiera variación significativa desde la aplicación inicial a la aplicación final puede deberse a que las percepciones evaluadas no eran lo suficientemente sensibles o desagregadas para percibir las diferencias. Además, al estar los alumnos en conocimiento de su participación en el proyecto pudo haber generado una predisposición positiva a las variables medidas.

Se requiere perfeccionar la aproximación metodológica utilizada en Atenea, para lograr un mejor aprovechamiento de la infraestructura tecnológica disponible y de la práctica docente con ella.

### CONCLUSIONES

El proyecto Atenea, pese al breve tiempo de la experiencia, tuvo logros significativos en los aprendizajes de los alumnos, con apoyo de TIC, en base a tres pilares fundamentales: Apoyo a los profesores en lo conceptual: reforzar sus conocimientos de ciencias; Apoyo a los profesores en lo metodológico: como realizar su práctica pedagógica; Uso de TIC en aula, de relativo bajo costo y de mínima capacitación: a partir de la clase tradicional, enriqueciéndola y modificándola paso a paso con recursos multimediales.

Las conclusiones de Atenea es que se ha logrado básicamente lo siguiente:

1. El proyecto fue realizado pese a las restricciones de tiempo, a las desafiantes condiciones escolares (escuelas de nivel socio-económico bajo, profesores sin conocimientos previos de TIC) y sin alteraciones importantes del calendario escolar y de la práctica docente.
2. Hubo un claro y medible incremento de los aprendizajes en los alumnos que usaron esta metodología.
3. Desde el punto de vista de los profesores, el aporte de las tecnologías en la clase de ciencias, está básicamente en torno a una mayor eficiencia en el uso del tiempo escolar; mayor motivación, participación y mejor disciplina por parte de los alumnos; menor desgaste del profesor y mejoramiento de las relaciones alumno-alumno y alumno-profesor.

4. Se avanzó en la comprensión de la complejidad de los contextos en que se dan las clases de ciencia en escuelas básicas y la importancia de comprender la cultura, las carencias, las creencias y las capacidades de los profesores de ciencia.

### PROYECCIONES

El intervenir positivamente el aprendizaje de las ciencias en la realidad de las escuelas chilenas constituye un desafío que requiere mayor investigación. Por ello, se proyecta replicar la experiencia de Atenea con las variantes de:

- Profundizar, en el sentido de recoger toda la riqueza de la experiencia del trabajo realizado con profesores que requerían diversos apoyos, además de profundizar el uso de TIC y la calidad de los materiales.
- Expandir, en el sentido de replicar la experiencia a mayor escala: mayor número de establecimientos educacionales, mayor cantidad de contenidos curriculares y por un plazo mayor de tiempo (durante un año escolar).
- Difundir, en el sentido de dar a conocer de manera más activa los procesos y resultados de estas experiencias a las autoridades educativas, a las comunidades de padres, al resto de profesores al interior de cada escuela participante y a la comunidad educativa en general.

### AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue posible gracias al gentil auspicio y financiamiento de Microsoft-Chile.

### REFERENCIAS

1. Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Gregory, K. D., Smith, T. A., Chrostowski, S. J., et al. (2000). TIMSS 1999 International Science Report: ISC.
2. McFarlane, A., & Sakellariou, S. (2002). The role of ICT in Science Education. *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 219-231.
3. Murphy, C. (2002). *Literature Review in Primary Science and ICT*. Bristol: Nesta FutureLab.
4. OECD. (2001). *Pisa Assessment Report*: OECD.
5. Osborne, J., & Hennessy, S. (2002). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*. Bristol: Nesta FutureLab.