

# Exploración de Micromundos

Informe Final

Gerardo Moëne

Laura Flores Clerfeuille  
Exequiel Sepúlveda González  
Mabel Verdi Rademacher

9 de abril de 2008

Instituto de Informática Educativa  
Universidad de la Frontera  
Temuco



# Resumen

Esta investigación buscaba explorar el uso de una metodología de enseñanza que incorpora el uso de un microscopio digital, un computador y un proyector en la sala de clases; como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. El estudio se focalizó principalmente en conocer los efectos de utilizar la metodología propuesta con apoyo de la tecnología señalada, sobre la motivación y aprendizaje del alumno. Además se intentó determinar algunos factores que facilitan o dificultan la intervención en el establecimiento

El microscopio es una de las herramientas más potentes para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. Es por esto que la mayoría de los currículos de ciencias en el mundo recomiendan el uso de microscopios en las actividades escolares. El problema es que el equipamiento es muy caro incluso si varios alumnos comparten un microscopio. Por lo anterior, generalmente los contenidos que tienen que ver con la estructura de la materia y los procesos microscópicos sólo son conocidos por los alumnos a través de las imágenes y diagramas presentes en los libros de estudios.

En los próximos años el uso de proyectores de datos en las aulas de las escuelas chilenas se masificará enormemente. Por otro lado, tenemos la aparición de microscopios digitales conectables al computador de muy bajo costo (menos de US\$ 100). Lo anterior representa una gran oportunidad para la efectiva incorporación de la microscopia al curriculum escolar.

Un microscopio digital proyecta la imagen visualizada por su lente en la pantalla del computador la cual a su vez puede ser proyectada a toda la clase utilizando un proyector multimedia. El sistema de lentes, la iluminación, el enfoque, el aumento, las técnicas de corrección de la aberración y las técnicas de preparación de muestras son los mismos que en un microscopio normal. Sin embargo, los microscopios digitales tienen algunas ventajas inherentes a la naturaleza digital de sus imágenes, como por ejemplo, guardar imágenes en archivos, editarlas (dibujar o escribir sobre ellas), grabar videos, tomar fotografías en intervalos fijos de tiempo, entre otras.

Por supuesto que la sola incorporación de tecnología no tiene ningún efecto en el aprendizaje, por lo tanto, este proyecto exploró una metodología de uso del microscopio digital proyectando su imagen a toda la clase como una forma de aumentar el aprendizaje y comprensión del mundo microscópico que nos rodea.

Los sujetos participantes del estudio serán profesores y alumnos de 5° año de enseñanza básica de seis establecimientos, en el subsector curricular Estudio y Comprensión de la Naturaleza. Los profesores recibirán capacitación

periódicamente sobre contenido, metodología y uso de recursos TIC, especialmente el microscopio digital.

Se realizó una evaluación cuali-cuantitativa que entregue información sobre la implementación y los resultados de la propuesta por medio de los siguientes instrumentos de recolección de información, que considera:

- Entrevista a los profesores para conocer su percepción sobre la metodología empleada.
- Entrevista grupal a alumnos para conocer su percepción sobre lo atractivo que resulta el uso del microscopio digital para desarrollar determinados contenidos y habilidades propias del trabajo en grupo.
- Observaciones de clases para registrar las conductas de los alumnos frente a las actividades utilizando el microscopio digital
- Aplicación de pruebas de conocimiento pre post.

El proyecto tendrá una duración de 10 meses.

El objetivo general del proyecto era determinar la relación entre la aplicación de la metodología propuesta y la motivación y el aprendizaje de los alumnos.

La elección de los contenidos específicos a tratar se basó en el aporte que la observación de estructuras y procesos microscópicos podía tener en la logro de los objetivos curriculares asociados a ellos. Los docentes participantes recibieron capacitación en uso de TIC, en contenidos, en técnicas de microscopía y en la metodología propuesta. Las actividades pedagógicas fueron organizadas en “Laboratorios” que eran apoyados por sendas guías para el profesor y para el alumno. En cada laboratorio, el tratamiento de los contenidos era complementado proyectando “muestras” a la clases completa. Dichas muestras eran preparadas por el profesor o por los alumnos según el caso. Muchas veces las muestras obtenidas y preparadas por distintos grupos eran comparadas y luego guiados por el profesor la clases completa realizaba una síntesis de lo observado. Finalmente los alumnos dibujaban lo observado en el microscopio en sus fichas incorporando dichos dibujos a su porfolio.

Como resultado de la aplicación del modelo los alumnos de las 6 escuelas básicas participantes incrementaron significativamente sus niveles de aprendizaje. El mayor efecto se observó en las habilidades de memorización y aplicación de conceptos.

Los docentes reportaron gran satisfacción con el uso de la metodología y la tecnología asociada resaltando la comprensión y conocimiento alcanzado por los alumnos en temas que normalmente quedaban solapados. De especial interés es la unánime opinión entre los docentes de la facilidad y utilidad de incorporar este tipo de estrategias en la escuela.

Como producto de la aplicación de este modelo se cuenta con 14 actividades de aprendizaje para 5<sup>to</sup> año básico. Cada actividad abarca 90 minutos y cuenta con las correspondientes guías para el profesor y para el alumno.

En base a esta experiencia y los resultados observados el equipo responsable tienen la intención de seguir el desarrollo de este “modelo” de informática educativa con una siguiente fase que contemplaría: abarcar una mayor cantidad de niveles, la generación del material asociado y la transferencia a otros equipos de implementación.

# Datos Generales del Proyecto

Nombre del proyecto	“Exploración de Micromundos”
Institución responsable	Instituto de Informática Educativa Universidad de La Frontera
Encargado del proyecto	Gerardo Moëgne Rivas
Fecha de inicio	1 de Junio del 2007
Fecha inicio en aula	Julio del 2007
Fecha entrega 1 <sup>er</sup> informe de avance	20 de Julio del 2007
Fecha entrega 2 <sup>do</sup> informe de avance	30 Noviembre del 2007
Número de establecimientos participantes	<ul style="list-style-type: none"><li>• 6 Escuelas experimentales</li><li>• 6 Escuelas de control</li></ul>
Número de profesores participantes	6
Número de alumnos participantes	210

# Introducción

Este documento corresponde al informe final del proyecto, “**Exploración de Micromundos**” financiado por el fondo de proyectos de innovación educativa del Centro de Educación y Tecnología Enlaces del MINEDUC. El propósito del proyecto fue validar un modelo de intervención educativa en el sector curricular de Estudio y Comprensión de la Naturaleza para 5to año de educación básica.

Si bien el documento contempla algunos puntos descritos en forma más profunda en informes anteriores a modo de recordatorio, el foco está puesto en los resultados, conclusiones y proyecciones.

El contexto de esta intervención fueron escuelas de la IX región con altos índices de vulnerabilidad y bajo rendimiento en el subsector de Estudio y Comprensión de la Naturaleza. Los profesores participantes mayoritariamente no eran especialistas en el subsector y sus años de experiencia docente variaban entre 1 y 31 años.

## Problema de Investigación

Se desconocen los efectos sobre la motivación y el aprendizaje de los alumnos al utilizar un Kit Digital para la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias, compuesto por un Microscopio Digital, Computador y Proyector; en aulas de 5° año básico.

## Objetivos Específicos:

- Determinar la relación que existe entre la metodología propuesta (uso de un microscopio digital, un PC y un proyector multimedia para trabajo de clase completa) y la motivación alcanzada por los alumnos.
- Determinar la relación que existe entre la metodología propuesta (uso de un microscopio digital, un PC y un proyector multimedia para trabajo de clase completa) y el aprendizaje alcanzado por los alumnos.

## Hipótesis

La aplicación de la metodología propuesta tendrá un efecto más positivo sobre el aprendizaje y la motivación de los alumnos en comparación a sus pares de escuelas donde no se aplicó la metodología.

El documento comienza entregando algunos antecedentes básicos del proyecto y su contexto para establecer el problema que el modelo pretende solucionar y la importancia de solucionarlo.

En el punto 4 se describe el modelo educativo propuesto.

A continuación en el punto 5 se describe la forma en que se implementó el modelo en los establecimientos (modelo de intervención).

El punto 6 describe los productos generados por el proyecto y que quedarán disponibles para ser utilizados en otras iniciativas.

En el punto 7 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de esta metodología dando respuesta a las distintas hipótesis de investigación del proyecto.

El punto 8 presenta una discusión sobre el alcance de los resultados, sus limitaciones y posibles factores que pueden haber influido negativa o positivamente en los resultados de la experiencia.

Finalmente, en el punto 9 se presentan las principales conclusiones y proyecciones.

# Antecedentes

Un antecedente general que motiva esta propuesta de estudio son los bajos rendimientos en el sector de ciencias obtenidos por alumnos Chilenos en general y de escuelas de educación básica subvencionadas en particular, de acuerdo a resultados de pruebas tanto nacionales como internacionales como SIMCE, TIMSS y PISA.

Por ejemplo, de acuerdo a los resultados de las pruebas Prueba TIMSS Nivel 8° año básico, la mayoría de los alumnos chilenos se ubica en los dos niveles inferiores; Nivel bajo: 32%, Nivel Inferior: 44%, Nivel intermedio: 19%, Nivel Alto: 4% y Nivel avanzado: sólo el 1%. Un porcentaje superior al 50% de los alumnos Chilenos no logró expresar los conocimientos mínimos que demanda la prueba TIMSS para el sector ciencias.

El test PISA + se aplicó en el año 2000 a los 28 países de las OECD, más otros 4. Se aplicó en el 2001 a Chile, Argentina, Perú, México y otros países. En Chile, la muestra fue de 4.889 estudiantes de 15 años, matriculados entre 7° y 3° medio, de 179 establecimientos, distribuidos en municipales, particulares subvencionados y particulares pagados. El promedio de los países de la OECD fue de 500 puntos, mientras que el promedio de los países de América Latina fue de 388 puntos. Corea fue el país mejor rankeado con 552 puntos. Chile tuvo un promedio 415 puntos, muy inferior al promedio OECD pero sobre el de América Latina.

En la prueba Simce del 2004, En Estudio y Comprensión de la Naturaleza se consideraron tres dimensiones: materia y energía; seres vivos y medio ambiente e investigación científica. Al comparar los promedios nacionales de la prueba 2004 con aquellos obtenidos en la última prueba realizada a 8° Básico en el año 2000, se observa un aumento significativo en Estudio y Comprensión de la Naturaleza. Sin embargo, los resultados son mejores mientras más alto es el grupo socioeconómico al que pertenecen los alumnos. Por lo tanto, si consideramos que el país está muy lejos de los países desarrollados y que las escuelas más desposeídas están generalmente por debajo del promedio nacional, las perspectivas son bastante desalentadoras.

## Antecedentes Aportados por Experiencias Previas del Equipo del IIE

De acuerdo a la recopilación de información realizada en el marco de las experiencias previas desarrolladas por el equipo del IIE en escuelas de alta vulnerabilidad y con bajo rendimiento en el subsector, algunas de las condiciones adversas y que tienen efecto en los bajos logros de aprendizaje son:

- Falta de confianza de los profesores en su capacidad para enseñar ciencias, además de fuerte déficit metodológico y de contenidos (Profesores contestan correctamente el 64% de preguntas donde sus alumnos debiesen contestar correctamente un 80-90%).
- Al menos en el caso de la novena región, a pesar del alto número de universidades, de acuerdo a los docentes, faltan buenos cursos o talleres de actualización para profesores que sirven el área de ciencias.
- Existe un desinterés creciente por parte de los estudiantes por las ciencias que se pueden ver en la escuela.
- Este tipo de establecimiento no cuentan con laboratorio de ciencias.

Los resultados obtenidos en los proyectos ATENEA I y II y “Desarrollo del Pensamiento Científico con uso de TIC” muestran efectos positivos en los logros de aprendizaje de ciencias de la aplicación de Metodología HEI apoyada por recursos tecnológicos (computador y proyector) en la sala de clases, realizando actividades enmarcadas en una modalidad de puesta expositiva común de temas y contenidos de ciencias apoyado por proyector.

El equipo del IIE tenía experiencia en el uso de microscopio digital, a través del desarrollo del Proyecto Explora: “Ciencia entretenida: aprendiendo ciencia a través de las TIC”, el cual buscó mejorar los conocimientos y el interés por la ciencia de los escolares de 5°, 6° y 7° año básico de escuelas urbano-marginales de la comuna de Temuco, a través del desarrollo de diferentes proyectos científicos con apoyo del uso de tecnologías de información y comunicación (TIC). Uno de los proyectos científicos fue el desarrollo de actividades con microscopio digital, que se trabajaron en el marco de los clubes de ciencias en cada una de las quince escuelas seleccionadas.

En las escuelas que trabajaron con microscopia digital, los profesores y alumnos asistieron en forma regular a las capacitaciones mensuales. Los alumnos, previamente capacitados observaron las características y comportamiento de animales pequeños y microorganismos. Utilizando las distintas técnicas de preparación y presentación de muestras, por ejemplo, los alumnos fueron capacitados para aprender a provocar el desarrollo del “hongo del ajo” para luego observar su peculiar estructura bajo el microscopio, tomar fotografías y realizar un informe o realizar grabaciones de los movimientos de los ácaros encontrados en el polvo de las ventanas de la sala de clases.

Las evaluaciones realizadas dieron cuenta de un explosivo aumento del interés de los alumnos por el mundo microscópico y las estructuras de la materia. El análisis de los registros de sus presentaciones mostraron un gran dominio de los contenidos por parte de los alumnos.

# Establecimientos Participantes

Los establecimientos educacionales involucrados en el proyecto fueron:

<b>Tipo de Escuela</b>	<b>Nombre</b>
Experimental	José M. Carrera.
Experimental	Villa Alegre.
Experimental	Amanecer.
Experimental	Las Américas.
Experimental	Los Trigales.
Experimental	Manuel Montt.
Control	Turingia
Control	El Roble
Control	Araucania
Control	Centenario
Control	San Juan
Control	Las Quilas

**Tabla 0-1 Listado de Escuelas Participantes**

Los criterios para seleccionar los establecimientos fueron, ser escuelas subvencionadas (municipales o particulares), haber obtenido un Puntaje inferior al promedio nacional en el último SIMCE y el compromiso explícito del sostenedor, director y los profesores involucrados de permitir la implementación del proyecto en su establecimiento.

Adicionalmente, se les solicitó a los establecimientos experimentales participar como grupo de control de otro proyecto de innovación a cargo del IIE. Esto último en el marco de una política de “Evaluaciones cruzadas” impulsada este año donde cada escuela experimental de un proyecto era a su vez escuela control de otro proyecto. Esto evitaba muchos de los problemas que habían existido en años anteriores para contar con escuelas control. De esta manera las escuelas control también eran beneficiarias (a través de un proyecto paralelo) y no eran sólo evaluadas como sucedía anteriormente.

# El modelo de Intervención

El modelo de informática educativa que se investigó en este proyecto, tiene 3 componentes principales:

## Metodología de enseñanza

### Discusión

Las clases se iniciaban con una discusión generada por una pregunta abierta. Los alumnos debían expresar sus ideas al resto de sus compañeros así como escuchar a sus compañeros y reflexionar como la evidencia y argumentos presentados por ellos cambian de alguna forma su propia postura. Cuando el alumno se ve enfrentado a argumentos contradictorios dados por sus compañeros con igual poder de convencimiento, debe necesariamente buscar la forma de resolver a quién le “cree” más. En una discusión bien llevada por el profesor, el alumno incorpora mucho del conocimiento, preconcepciones y estrategias presentadas por sus compañeros para enfrentar un futuro problema. Pero tal vez, el fenómeno más importante es que la discusión hace aflorar en los alumnos sus preconcepciones erradas y correctas, información valiosísima para el profesor.

La discusión genera una alta motivación en el alumno por conocer la respuesta correcta

### Comparaciones/Experimentación

En general las actividades a diseñadas consideraron la utilización del microscopio para realizar comparaciones entre muestras (o experimentos) preparadas por distintos grupos. Por ejemplo, comparar la forma de las nevaduras en distintos tipos de hoja u observar como reaccionan los microorganismos ante distintas sustancias. La idea es que los alumnos descubrieran patrones comunes a la vez que las diferencias entre los distintas muestras.

Las muestras eran preparadas por el profesor y muchas veces por los alumnos. En muchos casos requerían de un trabajo previo a la clase (por ejemplo, permitir la formación de hongos).

### Observación y reflexión

Los alumnos grababan las imágenes de las distintas muestras tomadas con el microscopio para que el profesor o los alumnos-ayudantes las organizaran en una presentación PowerPoint y las presentara a toda la clase para su discusión.

Un aspecto importante es que el profesor debía intencionar el que los alumnos hicieran la relación entre lo observado en el microscopio y fenómenos similares observables diariamente y cuando era posible en el macro mundo del universo.

Finalmente los alumnos dibujaban las imágenes observadas en sus fichas del alumno anotando comentarios que les parecían interesantes.

Las actividades de los alumnos con el Microscopio+Proyector considerarán 4 momentos: (i) Trabajo grupal y preparación de muestras, (ii) Experimentación grupal utilizando el microscopio, registro de información en formato digital, (iii) Análisis y Conclusiones y (iv) Presentación de experiencia y resultados a otros grupos de la clase.

### **Evaluación**

La evaluación, que puede estar dada con la resolución de la actividad de ejercitación o como una actividad independiente, es la que permitía al profesor, identificar los contenidos aprendidos y objetivos logrados por sus alumnos. Además de la evaluación realizada por el profesor durante la clase y una vez finalizada esta, el proyecto contemplaba evaluaciones externas realizadas por el equipo investigador, en la cual se evaluaban los aprendizajes de profesores y alumnos y las percepciones que estos tenían respecto a la ciencia, la clase de ciencia y el rol de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje..

## **Apoyo de recursos digitales y no digitales**

En términos conceptuales los recursos se organizan en función de la metodología seleccionada proveyendo espacios para la representación común de estructuras y procesos microscópicos. El desarrollo de la clase es apoyado por una guía pedagógica para el profesor y una ficha para el alumno.

El CET-Enlaces aportó un computador portable y un proyector de datos para cada establecimiento participante. El Instituto de Informática Educativa de la Universidad de La Frontera proveyó los microscopios digitales a las escuelas participantes durante el tiempo que duró el proyecto.

El equipo responsable desarrollo 16 “Experiencias de Aprendizaje” denominadas Laboratorios. Cada una de ellas contaba con una guía para el profesor, una guía para el alumno.

## **Capacitación a los docentes**

Los docentes recibieron una completa capacitación tanto en aspectos metodológicos, técnicos y también en contenidos.

En el aspecto técnico, esta capacitación consideró la incorporación de recursos TIC en la sala de clases, incluyendo uso de computador portable, microscopio digital y proyector.

Desde el punto de vista pedagógico, se desarrolló un módulo de capacitación

con actividades y materiales para ser utilizados en dicha capacitación, mediante una serie de clases presenciales dictadas por profesores especialistas, las cuales comprenden actualización y refuerzo de contenidos curriculares.

Un aspecto importante fue la capacitación recibida por los profesores en cuanto al uso del microscopio y la preparación de muestras (técnicas de corte, tinción, etc.) de manera de aprovechar al máximo las posibilidades pedagógicas de esta tecnología.

En la capacitación se presentaban, discutían, criticaban y adaptaban las actividades propuestas por el equipo responsable tomando en consideración la experiencia en aula que habían tenido los docentes desde la sesión anterior.

Todos los elementos anteriores están interrelacionados y constituyen una propuesta integral donde lo importante es la sinergia producida entre todos ellos. De hecho, el diseño de la investigación está orientado hacia determinar el impacto del conjunto de componentes; no es posible determinar la contribución individual de cada elemento.

# Implementación del modelo en las escuelas

## Proceso Selección de Escuelas

Criterios utilizados para selección de la muestra de escuelas experimentales:

- a. Se seleccionaron establecimientos que en el subsector curricular Estudio y Comprensión de la Naturaleza hayan obtenido históricamente puntajes SIMCE bajo el promedio nacional y con vulnerabilidad escolar media baja.
- b. Combinar escuelas municipales y particular subvencionadas en la muestra, y que éstas pertenecieran a la Red Enlaces.

Los establecimientos fueron seleccionados e invitados a participar. El establecimiento designó a su profesor participante y este último seleccionó el curso con el cual trabajar (en el caso de tener más de un 5<sup>to</sup> básico). En otras palabras, el proyecto trabajó con los profesores y cursos designados por los establecimientos seleccionados.

Como se explicó anteriormente, las escuelas de control fueron las escuelas experimentales de otro proyecto de innovación implementado por el IIE. Como ambos proyectos utilizaron los mismos criterios de selección, las escuelas de control y experimentales respondían al mismo perfil de establecimiento.

### Estrategias para invitar y motivar a Escuelas/Profesores

Los directores de las escuelas preseleccionadas según los criterios anteriores y los correspondientes profesores que atendían el subsector Estudio y Comprensión de la Naturaleza en dichos establecimientos fueron visitados por el equipo responsable del proyecto. En cada reunión se explicó el proyecto y los compromisos que debían asumir el Director de la escuela, el profesor de ciencia y los compromisos del grupo de Ciencias del Instituto de Informática Educativa de la Universidad de La Frontera (IIE).

Los directores de las escuelas seleccionadas deberán asumir los siguientes compromisos: designar al profesor de ciencia que participaría en la experiencia; autorizar al profesor para asistir a las capacitaciones; responsabilizarse por el equipamiento colocado por el proyecto y priorizar su uso para actividades del proyecto. En este caso se hizo la distinción entre el equipamiento provisto por el ministerio (proyector y PC portable) que pasó a ser propiedad del establecimiento y del equipamiento provisto por el IIE que debía rotar por todos los establecimientos (tablet PC).

Los profesores del subsector Estudio y Comprensión de la Naturaleza en 5° año designados por sus directores debían manifestar su compromiso en cuanto a: mostrar disposición a involucrarse en el proyecto; participar de la capacitación durante el período de duración del proyecto; utilizar tecnologías en la clase de ciencias; desarrollar con alumnos las clases preparadas; facilitar la evaluación diagnóstico y final; permitir observar y filmar algunas de sus clases, recibir visitas, prensa.

Por otro lado, el grupo de Ciencias del IIE se comprometió a: reforzar a los profesores en contenidos y conceptos del programa de ciencias de 5° año básico; entregar materiales y prestar equipamiento; enseñar a los profesores la metodología; elaborar guías pedagógicas para profesores y alumnos; evaluar, analizar e informar a los establecimientos sobre los resultados obtenidos; reforzar a los profesores en el uso del equipamiento a utilizar (proyector, computador y microscopio).

## Capacitación a los profesores

La capacitación de los profesores participantes tuvo 4 componentes que se trataban en forma paralela en las sesiones con distintas intensidades dependiendo de la etapa del proceso:

- Capacitación en uso del equipamiento
- Capacitación en la metodología propuesta
- Capacitación en contenidos curriculares
- Capacitación en técnicas de microscopía

Se diseñaron 8 sesiones de capacitación, las cuales se realizaron en dependencias del Instituto de Informática Educativa (IIE) de la Universidad de La Frontera.

Emulando otras experiencias exitosas, en estas capacitaciones los profesores cumplían el rol de alumnos y los especialistas el rol de profesor. De esta forma, durante las capacitaciones, los profesores vivenciaban y ejercitaban una o más clases que posteriormente aplicarán a sus alumnos, aclarando las dudas y obteniendo ejemplos de cómo abordar la metodología, los contenidos y el microscopio. Para replicar este trabajo con sus alumnos, los profesores contaban además con una guía para el profesor y una ficha para los alumnos, las cuales podían repasar con anterioridad.

Los profesores iban aplicando las clases con sus alumnos en forma paralela a las sesiones de capacitación.

# Desarrollo de Clases de ciencias con Apoyo TIC

.Las clases de este proyecto formaron parte de la secuencia normal de clases del subsector. En otras palabras, fueron la única.

El desarrollo de las clases con tecnología en el aula contemplaban un PC portable, y un proyector multimedia y un microscopio digital.

Como se señaló anteriormente, el profesor introducía algunos conceptos a través de una pregunta abierta seguida de una discusión por parte de los alumnos. A continuación pasaba a explicar algunos conceptos básicos haciendo uso del microscopio para demostraciones si era pertinente. Luego los alumnos realizaban los preparativos (muestras) señalados en la guía del alumno. Las actividades generalmente contemplaban la toma de fotografías y video de las muestras por parte de los alumnos por lo tanto los grupos se turnaban para ocupar el microscopio.

A continuación el docente con el apoyo de algunos alumnos mostraba las mejores imágenes, videos o presentaciones de cada grupo de manera de que pudiesen compararlas. El profesor procedía a guiar una reflexión donde la clase sintetizara lo aprendido y finalmente los alumnos procedían a dibujos lo observado en sus fichas y anotar los comentarios y conclusiones relevantes.

En la mayoría de los casos eran los propios alumnos quienes montaban y desmontaban el equipamiento en cada clase.

## Diseño y desarrollo de recursos didácticos

Para cada experiencia de aprendizaje (laboratorio) se elaboró una guía para el profesor y una guía del alumno. El contenido de este material varía según el tipo de temas a tratar y responde a las necesidades que tiene el profesor para trabajar una experiencia de aprendizaje determinada.

La guía del profesor contienen instrucciones para el profesor para cada momento de la clase así como otros apoyos que pudiesen requerirse para realizar una clase más efectiva.

La guía del alumno, tiene información necesaria para su uso directo por los estudiantes de manera adecuada y expedita. Está escrita en un lenguaje apropiado para los alumnos destinatarios y evita contenidos irrelevantes para ellos, además las instrucciones se dan en forma directa al alumno(a). La diagramación de la guía permite que el profesor pueda imprimirla y al alumno(a) realizar en ella todas las acciones que se le solicitan.

## Plan de soporte técnico y dotación de equipos

A los establecimientos participantes se les explicó que el proyecto proveería un computador portable un equipo de proyección multimedia para realizar las clases, que dichos equipos pasaban a ser propiedad del establecimiento pero debían utilizarse preferentemente en las actividades del proyecto.

# Productos

Se diseñaron 16 experiencias de aprendizaje para las unidades curriculares del segundo semestre de 5to año básico. Cada experiencia de aprendizaje era apoyada por una guía para el profesor y Ficha de trabajo para el alumno. Cada experiencia fue diseñada para abarcar un máximo de 2 horas pedagógica (90 minutos). Estos materiales están contenidos en el CD que se adjunta a este informe. A continuación se presentan las temáticas generales de cada experiencia organizadas por unidades curriculares.

## **Unidad 1: Movimiento, fuerza y máquinas simples**

### **Máquinas transformadoras de fuerza**

- Observar articulaciones de un grillo
- Observar mandíbulas de hormigas
- Observar tijeretas y su particular cola

## **Unidad 2: El cuerpo humano**

### **El cuerpo humano**

- Observar papilas gustativas de la lengua

### **Órganos que intervienen en el movimiento**

- Observar el hueso (exterior e interior) y su inserción de los músculos en la articulación

### **Sistema Nervioso, sentidos y Movimiento**

- Observar columna de pollo (fresca) e identificar nervios de la médula espinal
- Observa y filmar la reacción de una babosa o chape al colocarle sal sobre su piel.
- Observa la dilatación de tu pupila al acercarla a la luz, realiza distintas filmaciones.

## **Unidad 3: Características y diversidad de nuestro entorno**

### **Amplitud de la biodiversidad**

- Observar rocas, sal, minerales, plantas, pequeños insectos, identificando aquellos que son vivos.
- Recolectar con ayuda de una pinza pulgas humanas, de perro, de gato, piojos o liendres.
- Observar la diversidad de flores pequeñas que hay en las malezas y pastos del campo o de tu jardín.

- Recolectar polvo desde los rincones de las habitaciones o ventanas, desde la bolsa resumidera de la aspiradora y observar los Ácaros del polvo.
- Fabricar o recolectar distintos tipos de hongos y observarlos al microscopio.
- Recolectar con una pipeta y un frasco agua estancada desde maceteros o floreros, ojala aquella agua que ya presente mal olor. Allí se encuentran los protozoos, observar con distintos aumentos.

La definición de los temas sirvió de base para el diseño y elaboración del test de conocimientos para los alumnos.

Se diseñó la estructura de la guía de laboratorio para el profesor y para el alumno (ver documento anexo).

Por otro lado, se diseñó y elaboró un Manual de Uso para el microscopio digital (ver documento anexo).

# Método de Investigación

## Diseño

Se utilizó un diseño cuasiexperimental con pre y posttest y grupo de control. Las técnicas evaluativas corresponden a un diseño mixto de evaluación que incluye tanto aspectos cuantitativos como cualitativos.

Se realizaron pruebas de conocimientos a los alumnos antes y después de la intervención tanto en el grupo experimental como en el grupo de control. Al finalizar la intervención se realizaron grupos focales con profesores y alumnos de los establecimientos experimentales.

## Población y muestra

La población del estudio corresponde a la totalidad de los establecimientos subvencionados de la red Enlaces con resultados SIMCE bajo el promedio y que pertenezcan a los grupos socioeconómicos A o B de la comuna de Temuco. A partir de esta población se extrajo una muestra de 12 establecimientos, 6 controles y 6 experimentales.

Los criterios de selección utilizados fueron los siguientes:

- Profesores motivados para participar en el proyecto
- Ser establecimiento urbano
- Interés por parte de la dirección del establecimiento por participar del proyecto
- Poseer características similares en cuanto a: nivel socioeconómico A o B (fuente SIMCE) y resultados en medición SIMCE 2006 bajo el promedio nacional

Los participantes fueron:

- Estudiantes de los establecimientos subvencionados de la red enlaces seleccionados de los niveles NB3.
- Profesores de los establecimientos subvencionados de la red enlaces seleccionados de los niveles NB3.

A continuación se presenta el listado de establecimientos experimentales participantes.

Escuela	N° profesores	N° alumnos	SIMCE 2006 Ciencias 4° <sup>1</sup>	Grupo socioeconómico
José Miguel Carrera	1	14	215	Medio bajo
Amanecer	1	23	225	Medio bajo
Los Trigales	1	17	208	Medio bajo
Las Américas	1	28	212	Medio bajo
Villa Alegre	1	15	244	Medio bajo
Manuel Montt	1	24	240	Medio bajo
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>121</b>		

Tabla 0-1 Listado de establecimientos, número de alumnos participantes y datos demográficos

## Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la evaluación de los aprendizajes se trabajó con un test de conocimientos compuesto por 25 preguntas de selección múltiple. Cada uno de los tests (pre y post) tenía 2 formas, forma A y forma B (las formas estaban compuestas de las mismas preguntas, pero presentadas en distinto orden).

Para conocer la percepción de los alumnos se realizó un grupo focal con alumnos participantes. Las temáticas abordadas en el grupo focal de alumnos fueron: Percepción general de las ciencias, Evaluación general de las clases de ciencias, Evaluación respecto a los recursos utilizados, la metodología utilizada, los impactos y beneficios del proyecto.

En tanto en las entrevistas a los profesores abordaron temáticas como: Evaluación general del proyecto, Calidad de las capacitaciones recibidas durante el proyecto, el sistema de evaluación utilizado en el proyecto, la Metodología de las Clases de ciencias, los recursos utilizados, la Percepción del establecimiento respecto al proyecto, los impactos y beneficios derivados de la participación en el proyecto.

Al inicio de la experiencia se le solicitó a los alumnos realizar un dibujo de cómo ellos se imaginaban el mundo microscópico, con la intención de compararlos con dibujos realizados por los mismos alumnos al finalizar el proyecto. Sin embargo, esta línea de investigación fue abandonada ya que no fue posible establecer criterios objetivos para comparar los dibujos, quedando pendiente para futuras investigaciones.

<sup>1</sup> Nota: el promedio nacional y regional (IX región) SIMCE 2006 4° básico para el subsector Comprensión del medio fue de 258 y 249, respectivamente.

# Procedimiento

Para aplicar los test de conocimientos se utilizó el esquema pre y post. Se aplicó un test antes de comenzar la unidad curricular del primer semestre (pretest) y otro test una vez finalizada la unidad (postest). A la mitad de los alumnos de cada curso se les aplicaba una forma (Forma A) y a la otra mitad se les aplicaba otra forma (Forma B). Después de cada aplicación se entregaban informes con los resultados a los profesores participantes. De ese modo los profesores podían conocer su nivel de logro general y el porcentaje de logro en las habilidades de memorización, relación y aplicación. También contaban con información detallada respecto a los niveles alcanzados por sus alumnos.

La encuesta para conocer las percepciones de los alumnos respecto a la ciencia, las TIC, la escuela y la interacción social al interior del aula se aplicó al inicio del proyecto (Julio) y una vez finalizado el mismo (Diciembre).

Los grupos focales con profesores y alumnos fueron realizados al término del proyecto (Diciembre). Se realizó un grupo focal con 25 alumnos de las escuelas experimentales.. A las reuniones de finalización de la capacitación cada profesor debía venir acompañado de algunos alumnos (del curso que fue asignado a su escuela), aprovechándose la instancia mientras el profesor participaba en la reunión para entrevistar a los alumnos.

Posteriormente, las entrevistas fueron transcritas y analizadas.

## Plan de Análisis

Para el test de aprendizaje, se consideraron como casos válidos sólo los alumnos que rindieron el pre y el postest. Se obtuvo de estos casos válidos el porcentaje de logro en ambas aplicaciones. Las diferencias de puntajes obtenidos por cada alumno en la aplicación post y la aplicación pre fueron sometidos a la prueba t de Student para muestras relacionadas.

Las entrevistas a los profesores participantes y un grupo focal a un grupo de alumnos de los establecimientos, fueron analizadas buscando patrones comunes.

# Instrumentos

## a. Prueba de conocimiento

### Proyecto Micromundos

Nombre \_\_\_\_\_

Curso \_\_\_\_\_

Escuela \_\_\_\_\_

Lee atentamente cada una de las preguntas y marca con una X la alternativa que consideres correcta. Marca solo una alternativa. ¡Gracias por tu colaboración y buena suerte!

**1. ¿Cuál de los siguientes organismos son verdaderos “vampiros” en miniatura?**

- a) Sarna y pulga
- b) Ácaros
- c) Pulga y piojo
- d) Piojos

**2. Las estructuras presentes en la lengua, que reconocen los sabores son:**

- a) Las papilas
- b) Los músculos
- c) La base lingual
- d) El frenillo

**3. Las mandíbulas de la hormiga en Chile, son semejantes a:**

- a) Destapador
- b) Tijeras
- c) Pinzas
- d) Martillo

**4. ¿Cómo se llaman las estructuras blancas que unen los huesos?**

- a) Cartílagos
- b) Tendones
- c) Ligamentos
- d) Músculos



**5. Los piojos son una plaga, porque causan daño al organismo huésped. ¿Cómo se llama la enfermedad de tener piojos?**

- a) Pediculosis
- b) Seborrea
- c) Sarna
- d) Tiña

**6. Los hongos se reproducen por esporas, que se encuentran específicamente en su:**

- a) Pie
- b) Himenio
- c) Anillo
- d) Gónada

**7. Una especie es aquella que:**

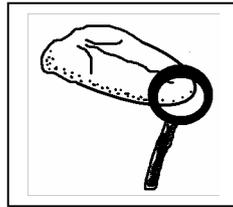
- a) puede alimentarse de otros seres vivos.
- b) puede reproducirse con cualquier otro organismo.
- c) puede reproducirse con individuos semejantes y dejar descendencia fértil.
- d) puede producir su propio alimento gracias a la luz solar

**8. ¿Cuál de los siguientes organismos vivos pertenece a la familia de las arañas?**

- a) Piojos
- b) Pulgas
- c) Ácaros
- d) Liendres

**9. La zona observada con la lupa en la lengua reconoce los sabores:**

- a) Amargo
- b) Salado
- c) Dulce
- d) Ácido



**10. Identifica cuál de las siguientes estructuras es un músculo:**

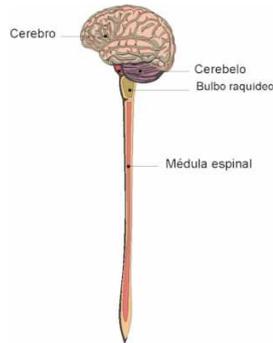
- a) pupila
- b) iris
- c) globo ocular
- d) ninguna de las anteriores

**11. Los huesos en su parte interior están compuestos por:**

- a) Espacios vacíos
- b) Sustancias de calcio
- c) Huesos más pequeños
- d) Minerales y líquidos

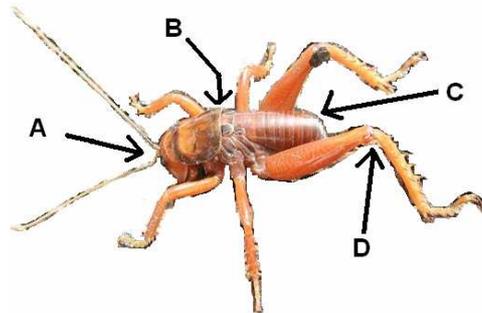
**12. Existen muchos movimientos posibles de realizar por el cuerpo, pero cuando vamos al doctor y éste nos golpea suavemente la rodilla, se levanta instantáneamente. Este movimiento es controlado por:**

- a) El cerebro
- b) El cerebelo
- c) El bulbo
- d) La médula espinal



13. ¿Cuál de las flechas indica el punto de apoyo que le da la fuerza al salto del grillo?

- a) Cabeza
- b) Tórax
- c) Cola
- d) Articulación



14. El mecanismo que permite que los seres vivos puedan responder frente a los estímulos del medio ambiente es el:

- a) sistema nervioso
- b) sistema muscular
- c) sistema inmunológico
- d) sistema ocular

15. ¿Qué cualidades debe tener una estructura para ser clasificado como ser vegetal?

- a) Moverse por sí mismo
- b) Reproducirse
- c) Producir su propio alimento
- d) Respirar

16. Si deseas conocer protozoos para observarlos con lupa o microscopio, deberías seleccionar un ambiente ideal para encontrarlos, este ambiente es:

- a) Hongos del pan
- b) Raspado interior de mejillas
- c) Aguas estancadas
- d) Polvo de la aspiradora

17. La lengua sana se manifiesta cuando su coloración es:

- a) blanca
- b) roja
- c) rosada
- d) café

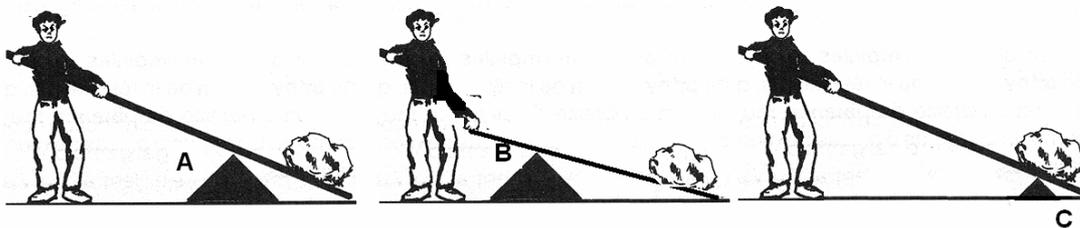
18. Si los seres humanos no tuviésemos huesos seguramente:

- a) No podríamos caminar o estar de pie
- b) Podríamos morir asfixiados al compactarse los pulmones
- c) Tendríamos una forma corporal irregular
- d) Todas son correctas

19. ¿En qué lugares de tu casa es posible encontrar ácaros?

- a) Piso y alfombras
- b) Sábanas de cama
- c) Guardapolvos
- d) Todas son correctas

20. Para mover con el menor esfuerzo la roca, ¿Dónde se debe colocar el punto de apoyo?



- a) En el punto A.
- b) En el punto B.
- c) En el punto C.
- d) En cualquier punto el esfuerzo es igual.

21. Las cinco plantas de rosas rojas en el jardín de nuestra casa forman una “población” porque:

- a) Existe intercambio de material genético entre los individuos.
- b) Poseen requerimientos similares para la supervivencia y la reproducción.
- c) Ocupan un espacio heterogéneo en la disponibilidad de recursos.
- d) Es posible reproducirse con otros miembros de la especie.

22. ¿Cuál de las siguientes situaciones es responsabilidad de un hongo?

- a) Fermentar la masa para hacer pan
- a) Consumir fibras
- b) Destruir plantas a nivel de raíz
- c) Aumentar los frutos de los árboles

23. La médula espinal es una estructura que proporciona al cuerpo:

- a) orden en la correcta armonía de las extremidades para desplazarse
- b) una vía de conexión de todos los músculos del cuerpo
- c) posibilidades de erguir el cuerpo y moverlo hacia los lados
- d) todas las anteriores son correctas

24. ¿Cuál de los siguientes seres vivo no puede reproducirse?

- a) Protozoo
- b) Mula
- c) Virus
- d) Arrayán

**25. Los protozoos se pueden identificar porque tienen las siguientes características:**

- a) Son muy móviles y pequeños
- b) Se alimentan de estructuras más grandes que ellos
- c) No tienen cilios o flagelos para desplazarse
- d) Son los únicos seres vegetales que se mueven

### Pretest Dibujos Micromundos

Nombre \_\_\_\_\_  
Curso \_\_\_\_\_  
Escuela \_\_\_\_\_

**Imagina que puedes hacerte muy pequeñito (del tamaño de un granito de polvo) y meterte dentro de una manzana... ¿qué imaginas que verías? Por favor, dibuja lo que imaginas.**

**Imagina que puedes hacerte muy pequeñito (del tamaño de un granito de polvo) y nadar en agua estancada... ¿qué imaginas que verías? Por favor, dibuja lo que imaginas.**

# Resultados

## Test de conocimientos

Para evaluar el impacto del proyecto, se aplicó un test de conocimientos al comienzo y al final de la intervención a las escuelas participantes del proyecto, llamadas escuelas experimentales, y a escuelas de características similares que no participaran del proyecto, llamadas escuelas de control. En total, se obtuvo la respuesta válida (es decir, alumnos que rindieron el pre y el postest) de 122 alumnos de escuelas control y 78 alumnos de escuelas experimental.

El test aplicado consiste en la evaluación de los contenidos de ciencias de 5to año básico, a través de 25 preguntas de selección múltiple que miden además las habilidades de memorización de conceptos, relación de conceptos y aplicación de conceptos aprendidos a otros contextos. El mismo test fue aplicado antes y después del proyecto, por personas externas a los establecimientos educacionales.

El siguiente gráfico muestra que en la aplicación inicial (pre) el grupo control tuvo mejor resultado que el grupo experimental (5 puntos porcentuales más el grupo control que el experimental).

El grupo control subió 3 puntos al comparar los resultados de la aplicación inicial y final, mientras que el grupo experimental subió 12 puntos porcentuales en esta misma comparación.

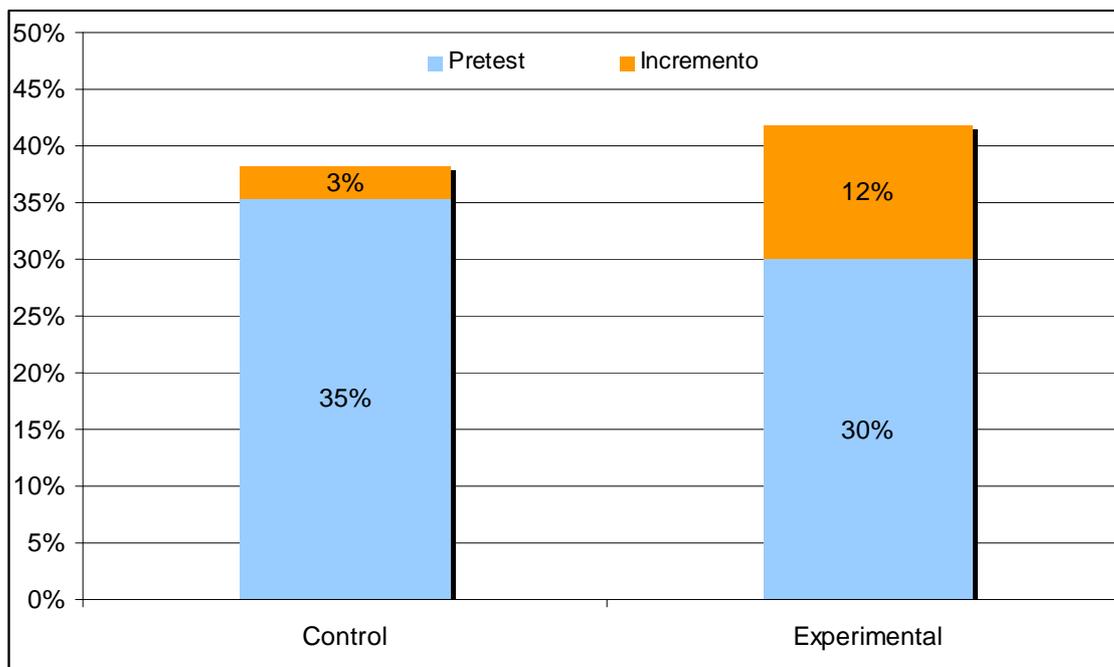


Gráfico 1 Resultados del Pretest e incrementos obtenidos en el grupo experimental y control

Al aplicar la prueba t para muestras independientes, se observa que la diferencia entre los grupos experimental y control es estadísticamente significativa, lo que equivale a decir que el grupo experimental incrementó su aprendizaje de las ciencias en forma significativa con respecto a lo esperado (grupo de control). Las siguientes tablas muestran los análisis realizados.

Tipo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Valor T	Significancia
Control	122	0,0289	0,13811	0,01250	4,046	0,000
Experimental	78	0,1169	0,16733	0,01895		

Tabla 0-1 Prueba t diferencias de aprendizaje entre grupo experimental y control

Al analizar los incrementos de aprendizaje al interior de cada grupo desagregado por habilidad, se obtiene el siguiente gráfico.

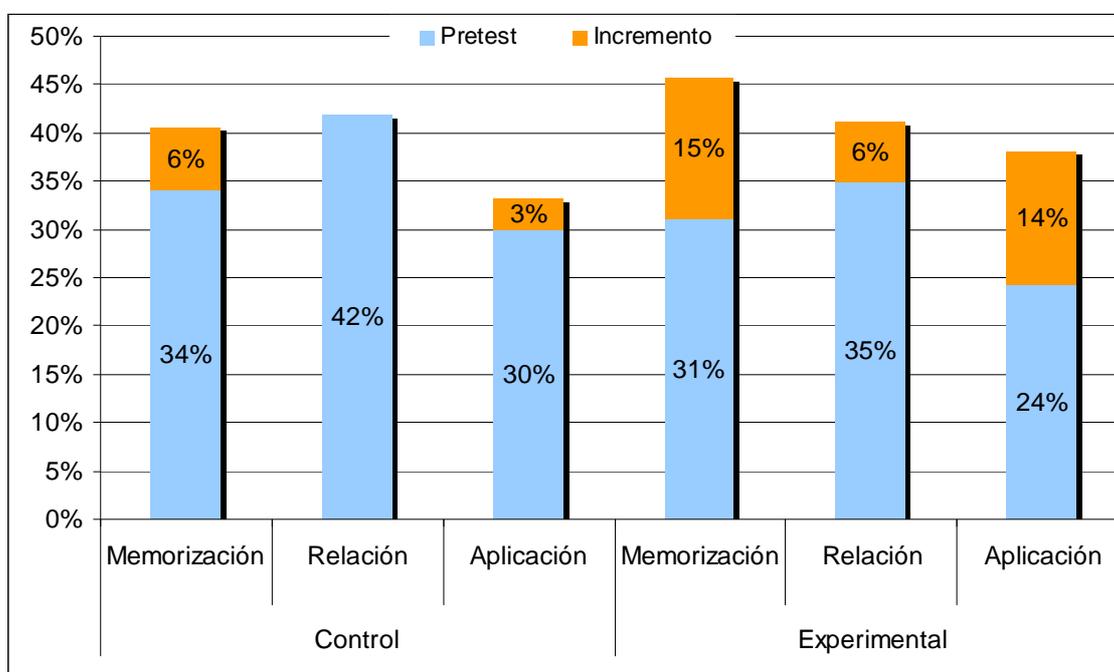


Gráfico 2 Resultados de aprendizaje desagregados por habilidades<sup>2</sup>

Se observa que tanto el grupo control como el experimental tuvieron mayor aumento en la habilidad de memorización, 6% y 15% respectivamente. En la habilidad de relación, el grupo experimental subió 6% mientras que el grupo control descendió 1%. Finalmente, en la habilidad de aplicación, el grupo experimental subió 14% mientras que el grupo de control subió solo 3%. Es decir, al comparar los porcentajes de aumento al interior de cada grupo, el grupo experimental aumentó más que el control en memorización, relación y aplicación.

<sup>2</sup> Nota: Los decrementos entre el pretest y el posttest no se muestran en la gráfica para no afectar la claridad de la información. En particular, la habilidad de Relación en el grupo control presentó un decremento de -1%.

El siguiente gráfico muestra los incrementos de aprendizaje al interior del grupo experimental desagregado por género.

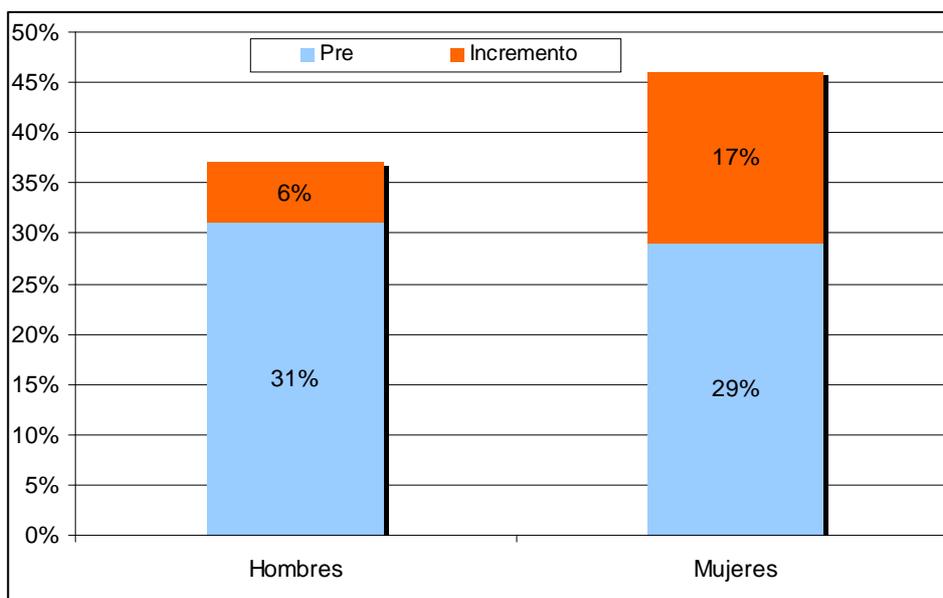


Gráfico 3 Resultados de aprendizaje del grupo experimental desagregado por género

Al realizar los análisis se comprobó que existían diferencias significativas en el nivel de aprendizaje a favor de las mujeres ( $t(76) = 3,2; p = 0,002$ ).

Al analizar los resultados de las escuelas experimentales, tal como lo muestra el siguiente gráfico, se observa que la escuela Manuel Montt es la que obtuvo mayor porcentaje de logro en la aplicación inicial del test y la escuela Los Trigales, es la que obtiene el resultado más bajo. Por otro lado, en la aplicación final, es la escuela José Miguel Carrera la que obtiene el porcentaje mayor de logro, y Las Américas, obtiene el porcentaje menor de logro.

La escuela que obtiene mayor incremento de aprendizaje entre la aplicación pre y post es José Miguel Carrera, con un aumento de 38 puntos porcentuales, mientras que la escuela Las Américas es la que obtiene menor aumento, subiendo 3 puntos porcentuales.

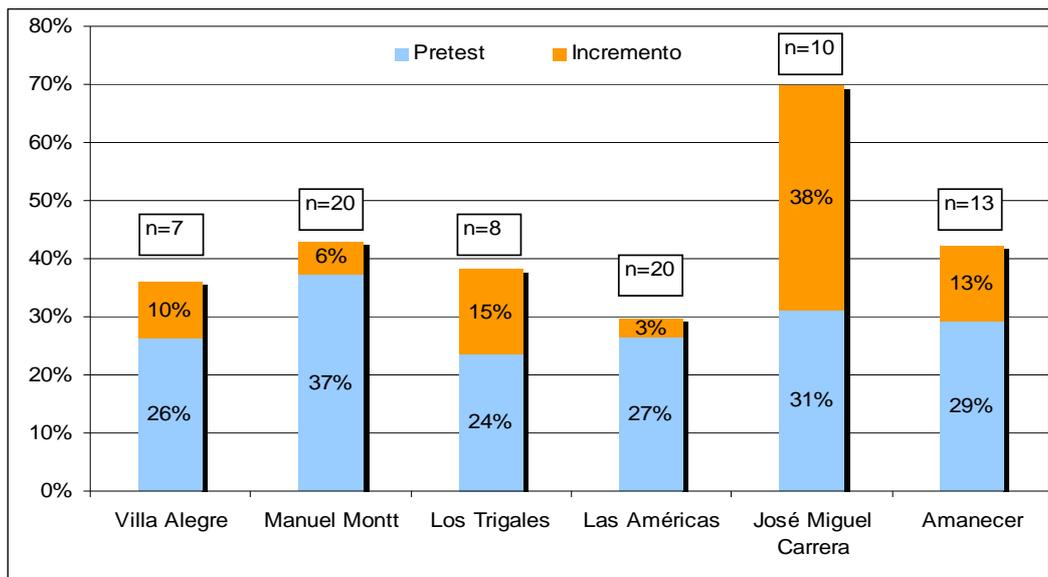


Gráfico 4 Resultados del pretest e incremento escuelas del grupo experimental

A continuación se presentan los resultados los incrementos en cada habilidad obtenidos por las 6 escuelas experimentales. Se obtuvieron los siguientes incrementos promedio: Memorización (17%), Relación (8%) y Aplicación (16%). Destaca la escuela José Miguel Carrera con incrementos en torno al 38%.

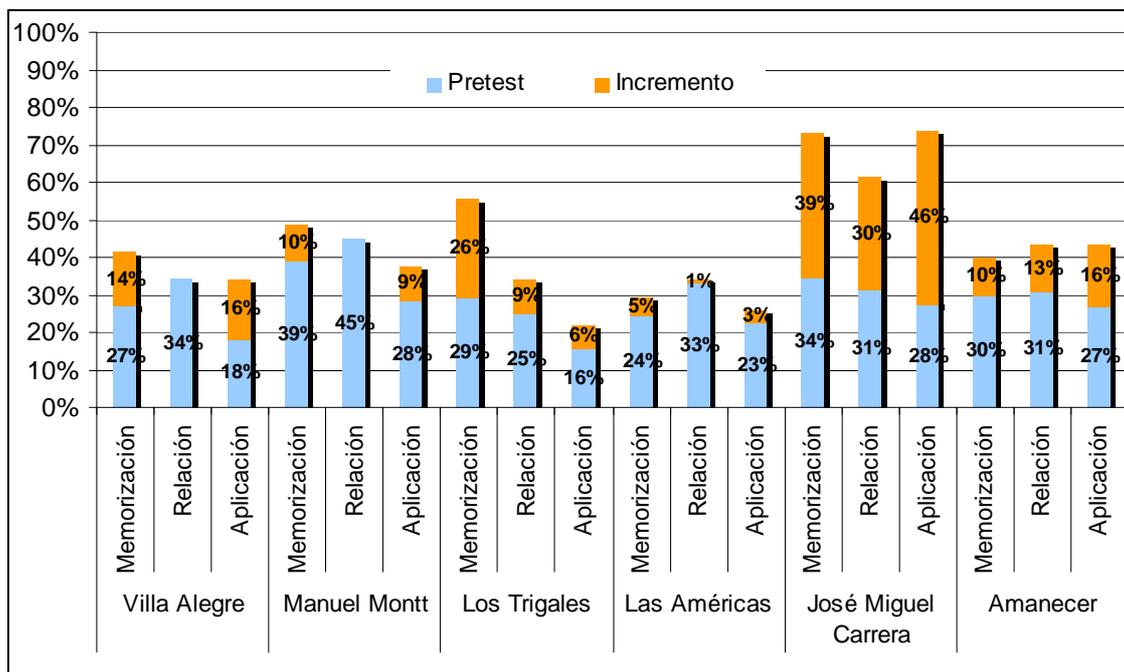


Gráfico 5 Resultados del aprendizaje de las escuelas desagregado por habilidades<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Los decrementos entre el pretest y el posttest no se muestran en la gráfica para no afectar la claridad de la información. En particular, la habilidad de Relación en las escuelas de Villa Alegre y Manuel Montt fue de -2% y -3%, respectivamente.

# Grupos focales

Se realizaron grupos focales con alumnos y profesores de las escuelas experimentales para conocer su percepción sobre el proyecto, utilidad, pertinencia y recomendaciones para mejorarlo.

## Grupo focal alumnos

Los alumnos reportaron una percepción general positiva del proyecto, consideran que las clases son entretenidas, que les ayudó a aprender más fácilmente. Aclararon que es la primera vez que participan en una actividad con computadores.

Al consultarles sobre lo que aprendieron, señalan una variedad de experiencias al observar diferentes objetos en el microscopio: ojos, liendres, ácaros, granos de azúcar, babosas, movimientos de tijeretas, etc.

También agregan que aprendieron a utilizar el notebook, el microscopio, los niveles de aumentos y a observar más allá de lo que puede verse a simple vista. Otro aspecto que les gustó fue tomar fotografías con el microscopio para poder observarlas luego en el computador, así como la claridad de las imágenes que captaron.

Destacaron también las guías como un elemento entretenido y facilitador del trabajo, tanto por tener que dibujar como por las descripciones que se solicitaban escribir.

## Grupo focal profesores

Por parte de las profesoras la percepción del valor del proyecto es categórica, ya que los niños mostraban interés y entusiasmo junto con gran avidez en la manipulación de los equipos tecnológicos:

*“... así que súper bien. Es bueno utilizar nuevas tecnologías y los niños esperaban con ansias las clases; ellos mismos manipulaban los equipos. Hacíamos contenidos previos para luego desarrollar los distintos laboratorios.”*

*“...me fue bien con el proyecto y fue un gran desafío aprender a usar los elementos, pero fue bueno...”*

Los profesores perciben que el proyecto ha tenido un impacto importante en el interés, la motivación y también en el aprendizaje:

*“En cuanto al entusiasmo de los niños fue excelente, ellos manipulaban el computador, todo lo preparaban, estaban atentos...”*

*“...los niños cumplieron con todo lo que se les pedía, con las muestras, los materiales que tenían que traer”.*

*“Al hacer el análisis de la clase se nota que los chicos aprenden, viendo, trabajando con el material concreto (cobre)...”*

Los profesores también mencionaron que los alumnos muestran grandes habilidades en el manejo de los recursos tecnológicos. Incluso, reconocen muchos veces ellos se ven superados por la avidez de estos:

*“Aprendieron a utilizar las tecnologías y son mucho más rápidos que uno”.*

*“los niños son medios ‘computines’ y se las saben todas”*

Asimismo se reporto un impacto positivo relacionado con el mejoramiento del clima y organización del aula, al ser la tecnología un instrumento para manejar de mejor manera a los estudiantes más difíciles:

*“Estaban súper motivados, de hecho quienes manipulaban los equipos eran los más desordenados de mi curso y lograba un control impresionante con esto; los que antes hacían show ahora estaban tranquilos, porque organizaban, etc., sirvió de terapia, se interesaban”.*

*“Ocupamos a los niños desordenados, antes tenía uno un 2,7 y ahora subió sus notas y me ayudó mucho”.*

En relación a otros beneficios percibidos, los profesores destacaron la mayor interactividad que genera este tipo de tecnología (el sacar fotos a las muestras, ponerles nombre, imprimirlas, etc.) y la reusabilidad del material generado en otros cursos, niveles o actividades de los establecimientos:

*“... el microscopio digital tiene más vida que el electrónico, uno puede escribir el nombre de la muestra...es más interactivo y motivador, puedes hacer más cosas”. “... utilicé los videos que hice con el 5º en el 7º, en el 4º fui a tomar muestras de los piojos, y aproveché de ser más interactiva con la clase y hablar de la higiene”.*

En relación con las limitaciones que perciben del proyecto, mencionaron unánimemente la falta de tiempo para implementar el proyecto en el aula. En primer lugar estimaron que las guías de los alumnos eran demasiado largas e imposibles de realizar en los tiempos estimados por el proyecto:

*“Lo negativo fue lo extenso de las guías, en varias oportunidades faltó el tiempo”. En segundo lugar, el tema de tener que imprimir las imágenes captadas por el microscopio digital implicó mucho tiempo y trabajo por parte de los profesores:*

*“También tuve problemas con imprimir, pegar, recortar fotos y el tiempo no alcanzaba, era muy engorroso, requiere mucho más de 90 minutos”.*

*“Tenía que darme el trabajo de hacer esto antes o después entonces consume mucho tiempo”.*

Existieron algunas quejas acerca de la organización logística del proyecto. Existían 6 escuelas experimentales, pero sólo se contaba con 5 microscopios, lo que obligó a los responsables del proyecto a rotar los microscopios en los establecimientos, proceso no exento de dificultades y problemas. Hubo opiniones en ambos sentidos pero es claro que al menos en el caso de un establecimiento hubo problemas en la entrega oportuna de los equipos.

*“yo no tuve una experiencia agradable, tuvimos problemas con el microscopio, nunca llegó y cuando llegaba era por insistencia telefónica o por vía mail... me dieron ganas de abandonar muchas veces el proyecto ...”*. Sin embargo, afirma que cuando se pudo usar el microscopio, los alumnos se mostraron interesados y contentos.

Asimismo hubo experiencias opuestas:

*“...las dos primeras clases fueron a dejar el computador, el microscopio, y no tuve problemas, me lo entregaron y fui desarrollando la clase de forma normal. Hubo fluidez en cuanto a los materiales”*

Además se hizo referencia a descoordinaciones puntuales pues en un establecimiento se fue dos veces a tomar la misma prueba.

Al ser consultados por sugerencias para mejorar el proyecto, los profesores mencionaron dos aspectos que sugieren deben revisarse. El primero la extensión de las guías para los alumnos y el segundo, las actividades que solicitaban imprimir las fotografías captadas a través del microscopio digital. Ambas observaciones aluden a la cantidad de tiempo que se emplea. En la primera, consideran que falta tiempo para desarrollar todas las actividades planteadas en las guías y en la segunda, se consume demasiado tiempo en guardar e imprimir las imágenes:

*“Lo que no me gustó fue que las guías eran muy extensas y en una clase nunca las alcancé a desarrollar por completo...Lo otro que no me pareció fue que los niños tuvieran que pegar una foto de cada laboratorio porque se perdía mucho tiempo en la búsqueda de los materiales, sacando fotos, pegando, etc.”*

De esta forma, se propone que el proyecto cuente con más horas semanales de implementación:

*“Pienso que este proyecto daba para hacer las cuatro horas más un taller en la tarde, los cursos eran bien inquietos”*.

También los profesores proponen acortar las guías, comenzar en el primer semestre, darle más tiempo semanalmente e integrar en las actividades al búsqueda de información en medios no digitales:

*“Las guías más pequeñas, reducir la información”*.

*“Habría modificado el hecho de haber utilizado una enciclopedia, el diccionario, investigación que no sea tan tecnológico, en cuanto al tema de la accesibilidad”*.

## Resumen principales resultados

- Las escuelas experimentales tuvieron un incremento de aprendizaje significativamente mayor que las escuelas de control.
- Al desagregar los resultados por habilidades se observa que el mayor impacto estuvo en la memorización de conceptos y la aplicación de estos conceptos a otros contextos (15% y 14% respectivamente).
- El impacto no fue parejo en todas las escuelas; varió entre 3% y 38%.
- El impacto de la metodología es mayor en las mujeres que en los hombres.
- En cuanto a la percepción de los alumnos, ellos tienen una valoración positiva del proyecto, les gustó trabajar con tecnología y poder observar elementos que a simple vista no es posible.
- Por su lado, los profesores tienen una valoración positiva del proyecto en cuanto a su impacto en la motivación, interés y aprendizaje de los alumnos. Además consideran que la iniciativa fomenta la interactividad, la participación y ayuda a mejorar el clima del aula. Sin embargo, estiman que el tiempo es escaso para realizar todas las actividades propuestas en el proyecto, sugiriendo acortar las guías de ejercicios para los alumnos y algunas actividades que consumen mucho tiempo como imprimir y pegar las imágenes captadas mediante el microscopio electrónico.

# Discusión de los resultados

En este acápite se presenta una interpretación de los resultados presentados anteriormente y un análisis de distintos factores que pueden haber incidido positivamente o negativamente en ellos.

Según los resultados del test de conocimientos los alumnos que participaron de clases bajo la metodología propuesta aumentaron significativamente su conocimiento sobre conceptos científicos. La muestra, de 200 alumnos, es bastante representativa de las escuelas subvencionadas urbanas de nivel socioeconómico baja y medio-bajo. Por lo tanto, existe una alta probabilidad de obtener resultados similares al aplicar la metodología en establecimientos similares.

Llama la atención el bajo aprendizaje logrado por las escuelas de control (3%). En todo caso, esto a sido una constante en los proyectos realizados. En un proyecto de un año de duración (el doble del presente) se obtuvieron incrementos promedio del 8% en escuelas controles. Por lo tanto, a pesar de ser una realidad preocupante, no escapa de la norma.

El hecho que los alumnos hayan tenido más posibilidades de relacionar una definición conceptual con una aplicación práctica del mismo, aparece como la razón para que el mayor impacto haya sido en la capacidad de memorización de conceptos y de aplicar dichos conceptos a nuevos contextos. Las actividades con el microscopio demandaban de los alumnos la aplicación de conocimientos validos en su mundo diario a el mundo microscópico.

Un resultado interesante es que la metodología tienen mayor impacto en mujeres que en hombres. El equipo responsable no ha encontrado una explicación plausible para esto. De hecho, es la primera vez que se da en un proyecto de esta naturaleza a su cargo. La literatura habla de algunas prácticas y creencias que generan diferencias de género en los resultados académicos entre hombres y mujeres pero la gran mayoría son a favor del género masculino. Por lo tanto, es necesario realizar mayor investigación al respecto.

El hecho de tener que rotar los microscopios puede haber influido negativamente en el resultado de algunas escuelas. En particular, la escuela que reportó problemas con la entrega a tiempo de los microscopios fue la que obtuvo los peores resultados. De igual forma para todas las escuelas significó disminuir significativamente las horas de práctica y preparación de los profesores, aunque esto no parece haber sido obstáculo para que los docentes manejaran en forma adecuada el microscopio.

Finalmente el uso de a misma prueba como pretest y posttest puede haber influido positivamente en los resultados del posttest. Como se trata de un efecto para todas la escuelas por igual no influye sobre el hecho que las escuelas experimentales hayan aumentado significativamente más que las de control, pero si en el tamaño del efecto.

# Conclusiones

La principal conclusión de este proyecto fue que fue posible implementar una propuesta pedagógica innovadora para la enseñanza de las ciencias en escuelas vulnerables y de bajo rendimiento que resultó atractiva para profesores y alumnos, no disruptiva para la práctica docente y, por sobre todo, efectiva en términos de aprendizaje.

La evidencia tanto cualitativa como cuantitativa señala que, más allá de la satisfacción por el microscopio utilizado, la metodología propuesta es efectiva en cuanto genera mayores aprendizajes, es muy sencilla de adoptar por los profesores y genera gran entusiasmo en docentes y estudiantes.

Esta metodología permite, entre otras cosas, la recuperación de la microscopía como una herramienta al servicio de la enseñanza de las ciencias naturales en escuelas de bajos recursos.

El Modelo fue adoptado eficientemente por docentes con distintos estilos de enseñanza y prácticas docentes anteriores, algunos con más de 20 años de servicio y algunos en el comienzo de sus carreras docentes. La experiencia mostró que desde el punto de vista tecnológico la incorporación de este modelo al aula no presenta mayores problemas para el profesor.

El modelo tiene un impacto menor, en cuanto a aprendizaje, en hombres que en mujeres lo cual es un aspecto que debe investigarse con mayor profundidad.

Los mayores inconvenientes encontrados, los cuales tendrán que ser objeto de un rediseño, son el tiempo requerido para terminar las actividades pedagógicas en el tiempo sugerido y las actividades que implican la impresión de imágenes.

Esta es una de las múltiples maneras de utilizar este software en la escuela y sería interesante la exploración de otras alternativas metodológicas que este software facilita.

En cuanto al futuro de esta metodología como modelo de informática educativa en el esquema CET Enlaces el equipo responsable pretende postularlo para una fase de empaquetamiento y transferencia. En ese caso se considera la ampliación de la cantidad de niveles abarcados.