

## **Experiencias innovadoras en el diseño de instrumentos de evaluación en el aula**

**Autores:** Gabriel Soto, María Nélide Etcheverrito, María Claudia Etcheverrito y Marcela Mellado

**Institución:** Departamento de Matemática - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Comodoro Rivadavia - Chubut - Argentina.

**Palabras clave:** laboratorio didáctico, enseñanza de la geometría, evaluación, investigación-acción

El proyecto *El laboratorio de geometría: un espacio para la recuperación de la motivación por aprender* encuadrado dentro del paradigma de la investigación-acción educativa permitió crear un espacio propio de intervención que se constituyó en una herramienta efectiva para que el alumno sea protagonista en la construcción de aprendizajes significativos. Esta experiencia se dividió en dos etapas diferenciadas. En la primera, se implementó un aula experimental con alumnos de primer año de secundaria de instituciones educativas locales, en la que se observaron y analizaron los comportamientos cognitivos de los mismos durante el desarrollo de un conjunto de actividades de transferencia didáctica referidas a contenidos de geometría y su relación entre los instrumentos de evaluación seleccionados. En la segunda etapa, se puso a prueba la efectividad de la propuesta en un contexto de aulas reales donde, la incorporación del profesor a cargo del grupo de alumnos, la complejidad de la clase y los tiempos institucionales permitió realizar análisis comparativos con los resultados de la primera etapa. Se pusieron en práctica, instancias evaluativas que se correspondieron con las decisiones didácticas adoptadas. Los resultados obtenidos en las mismas fueron los esperados dado que los alumnos estuvieron motivados a solucionar los conflictos cognitivos emergentes. Además, permitió medir la efectividad de las diferentes propuestas de transposición didáctica vinculadas con la enseñanza de la geometría que contribuyen al desarrollo de habilidades inherentes al quehacer matemático en los alumnos del ciclo básico de la educación secundaria.

### **Introducción**

La enseñanza de la matemática en la escuela es un tema que preocupa a todo el conjunto de la sociedad argentina. Esta necesidad de mejorar la transferencia del saber en el aula, surge a partir de problemáticas propias de cada región en donde la universidad se encuentra inmersa, y de adaptar nuestro sistema educativo a los avances científicos y tecnológicos que afectan directamente a nuestra sociedad (Bunge, 1997). La matemática, como parte fundamental en el desarrollo científico y de nuevas tecnologías, no está ajena a los cambios que necesariamente deben ocurrir en su enseñanza (Bishop, 1999).

Gran parte de los fracasos matemáticos de nuestros alumnos se deben a *la falta de motivación* frente a la enseñanza de la matemática. La misma debe permitir a los alumnos razonar y descubrir la realidad con una mirada científica (Santaló, 1994). Lamentablemente, esto en general, no sucede en el aula, lo cual produce en los alumnos el considerar la matemática como un área del conocimiento acabada, donde no se debe pensar, sino que se deben acumular conocimientos para poder usarlos “alguna vez”.

Las producciones de los grupos de trabajo de investigación educativa en el país, han acumulado fecundos conocimientos sobre los problemas que enfrentan los sistemas educativos. Sin embargo, es sorprendente el descenso sistemático de la calidad de la educación que presentan estos sistemas a lo largo del país. Este deterioro en la calidad educativa se debe, en parte, a la escasa interacción de los grupos investigadores en didáctica de la matemática con el docente en el aula. Es importante, entonces la concreción de un espacio que supere los marcos tradicionales de mejoramiento de la enseñanza y aprendizaje de la matemática en nuestra región, ya que hasta el momento, las actividades realizadas en este sentido, han estado orientadas principalmente a la capacitación de los docentes en ejercicio. Dichas instancias superadoras han sido poco efectivas, a la luz de los fracasos matemáticos de nuestros alumnos: tal es el caso de la dificultad observada en un número importante de los mismos, para poner en funcionamiento los conceptos y habilidades matemáticas requeridas para el cursado de las asignaturas del primer año de los estudios universitarios.

Es sabido que el alumno aporta al aprendizaje, un interés proporcional al grado de actividad que se le permite desplegar. De este modo, si la validación del saber es producida por el alumno, y no impuesta por el docente, el estudiante será dueño del conflicto cognitivo, y esto lo motivará a elaborar esquemas de acción para solucionarlos (Piaget, 1978). La creación de un espacio de investigación donde los alumnos y docentes en ejercicio intervengan directamente en la construcción del conocimiento permitiría a los docentes tomar conciencia de las dificultades que trae aparejado el aprendizaje de nuevos saberes y de reflexionar acerca de estrategias evaluativas acordes con las prácticas aúlicas.

No es posible hablar de la evaluación de los aprendizajes al margen de los procesos de enseñanza y aprendizaje que los han generado. Ya que sólo alcanzan su propósito de servir como dispositivos para el perfeccionamiento de los resultados de la educación cuando se convierten en juicios de autoevaluación, tanto para los alumnos como para los docentes y las

autoridades de la escuela y del sistema (Camillioni, 2000). Los nuevos desarrollos en evaluación han traído a la educación lo que se conoce como evaluación alternativa y se refiere a los nuevos procedimientos y técnicas que pueden ser usados dentro del contexto de la enseñanza e incorporados a las actividades diarias del aula (Hamayan, 2000).

Encuadrado dentro del paradigma de la investigación-acción (Elliot, 1995), surgió nuestro proyecto de investigación: *El laboratorio de geometría: un espacio para la recuperación de la motivación por aprender*, mediante el cual creamos un espacio propio de intervención, consistente en un aula experimental, que se constituyó en una herramienta efectiva para que el alumno sea protagonista en la construcción de aprendizajes significativos e implementar instrumentos de evaluación acordes al trabajo diario en el aula. La concreción de este *laboratorio didáctico* ha permitido un espacio que supere los marcos tradicionales de mejoramiento de la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la matemática en nuestra región, y ha posibilitado estudiar problemáticas puntuales sobre la adquisición de contenidos específicos del ciclo básico de secundaria y, que son parte fundamental en el fracaso sistemático de nuestros alumnos ingresantes a estudios superiores.

En este trabajo, proponemos instrumentos de evaluación como descriptores del proceso de enseñanza-aprendizaje, incorporando nuevos modelos de actuación en las prácticas evaluativas que brinden información acerca de los aprendizajes de los alumnos. La implementación de estos instrumentos en el aula experimental posibilitó el análisis e interpretación de los resultados de las pruebas hechas por los alumnos y determinó las fortalezas y debilidades de dichos instrumentos para que se constituyan en buenos instrumentos de medición del proceso didáctico que sean útiles para que los docentes en ejercicio puedan adoptarlos.

### **Marco teórico**

La constitución de equipos docentes de trabajo e investigación, en los distintos niveles de gestión educativa que interactúen directamente con el aula, o que generen espacios que recreen el aula para llevar a cabo investigación educativa, aparece como una necesidad concreta. En estos laboratorios didácticos, es posible desarrollar, entonces, una ingeniería didáctica subordinada a la investigación (Chevallard, 1982; Artigue y Douady, 1986; Elliot, 1995; Brousseau 1999), ya que la investigación en la enseñanza de la matemática no puede reducirse sólo al análisis de los procesos que tienen lugar en las aulas, sino que también debe determinar las condiciones en las que se produce la apropiación del saber por parte de los alumnos. La incorporación del contexto aúlico para la implementación de las situaciones didácticas diseñadas es fundamental, pues el investigador en enseñanza de la matemática, no sólo debe hacer un análisis a priori de las situaciones didácticas, sino que también es de importancia poder contrastar a posteriori sus previsiones con los comportamientos observados en los alumnos.

La educación matemática es un sistema que incluye, no sólo la enseñanza y aprendizaje de la matemática, sino también, la investigación didáctica. En este sentido, las actividades propuestas tuvieron por objeto, el análisis y estudio de las condiciones de apropiación de la geometría elemental en alumnos del ciclo básico de secundaria, de modo de rehabilitar la motivación para su estudio así como también diversas instancias de evaluación que permitan a los docentes valorar los aprendizajes de los alumnos.

Los métodos de evaluación tienen una influencia indudable en cómo y en qué aprenden los alumnos, más que otros muchos factores que inciden directamente en el proceso educativo. Aunque no hay una sola definición de evaluación alternativa lo que se pretende con dicha evaluación, principalmente, es recopilar evidencia acerca de cómo los estudiantes procesan y completan tareas (Huerta, Macías, 1995). A diferencia de la evaluación tradicional, la evaluación alternativa permite enfocarse en documentar el crecimiento en cierto tiempo, enfatizar la fuerza de los estudiantes en lugar de las debilidades, considerar los estilos de aprendizaje, las capacidades lingüísticas, las experiencias educativas.

La evaluación alternativa incluye una variedad de técnicas de evaluación, entendiendo éstas como “cualquier instrumento, situación, recurso o procedimiento que se utilice para obtener información sobre la marcha del proceso” (Zabalza, 1991); dichas técnicas se pueden adaptar a diferentes situaciones. En consecuencia, el cambio en el modelo de evaluación otorga, muy a menudo, una nueva manera de entender la docencia. La adopción de metodologías innovadoras obliga a rediseñar el proceso que se desarrolla en el aula.

### **Aspectos metodológicos**

Una de las hipótesis de nuestro trabajo se basó en la idea que la recuperación de la motivación de los alumnos por aprender matemática, se torna imprescindible para que los mismos sean los protagonistas en la construcción de aprendizajes significativos. Más aún, esta participación activa de los alumnos en la construcción de los saberes matemáticos retroalimentará positivamente en las propias prácticas docentes logrando así una mejora efectiva en la calidad de enseñanza de la matemática.

Para la elaboración de las actividades del laboratorio, se eligió la geometría como eje disciplinar, entendiendo que la misma podría constituirse en un valioso aporte para la recuperación de la motivación por parte de los alumnos, pues durante su aprendizaje los conceptos aparecen y reaparecen, se traducen en diversos lenguajes, tienen representaciones plurales, posibilitando así una consolidación conceptual (Alsina, 1989). Las actividades propuestas se basaron en la resolución de problemas desempeña un papel fundamental en esta adquisición de conceptos y relaciones geométricas. Los objetos de enseñanza, aquellos que el profesor quiere que los estudiantes aprendan y retengan, son herramientas que fueron adaptadas a la resolución de un problema (Doaudy, 1995).

Para poder abordar la hipótesis de trabajo se propició la investigación didáctica experimental para probar la efectividad de diversas estrategias didácticas y prácticas evaluativas. Esta experiencia se dividió en dos etapas diferenciadas.

En la primera, se implementó durante el 2008 un aula experimental con un grupo de 15 a 20 alumnos de primer año de secundaria de una institución educativa pública local, en la que se observaron y analizaron los comportamientos cognitivos de los mismos durante el desarrollo de un conjunto de actividades de transferencia didáctica referidas a contenidos de geometría y su relación con los instrumentos de evaluación seleccionados.

En la segunda etapa, se puso a prueba la efectividad de la propuesta en un contexto de aulas reales. La experiencia en aulas reales se desarrolló en el año 2009, en dos cursos de una institución educativa pública con 54 alumnos de primer año de secundaria y en un curso de una institución educativa privada con 17 alumnos de segundo año de secundaria. El desarrollo de las clases estuvo a cargo del docente del espacio curricular Matemática mientras que los docentes autores del proyecto desempeñaron el rol de observadores pasivos de los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. De esta manera la incorporación del profesor a cargo del grupo de alumnos, la complejidad de la clase y los tiempos institucionales permitió realizar análisis comparativos con los resultados de la primera etapa. Se pusieron en práctica, instancias evaluativas alternativas que se correspondieron con las decisiones didácticas adoptadas.

Al inicio de la primera etapa (aula experimental) se instrumentó una evaluación individual para constatar los saberes previos de los alumnos y las posibles dificultades en relación a las tareas a desarrollar en el proyecto. Al final de la primera etapa se implementó una evaluación individual que incluyó parte de las actividades de la evaluación inicial, con el fin de evaluar avances y logros en los aprendizajes de los alumnos.

En la segunda etapa (implementación de las experiencias del laboratorio en las aulas reales) se instrumentaron:

- una evaluación individual al inicio y al final de la experiencia en las que se utilizó el mismo instrumento de la evaluación individual de la primera etapa;
- una evaluación individual final, con discusión previa grupal no presencial;
- una evaluación individual final con discusión previa grupal presencial.

Una fase importante de la evaluación, en ambas etapas, se basó en la observación directa del alumno en la realización de las distintas actividades y exploraciones propuestas. El análisis del tipo de respuestas, tanto oral, manual o escrita que el alumno dio al aplicar un concepto o habilidad en las situaciones planteadas, permitió evaluar si el aprendizaje resultó o no significativo. La evaluación observativa se pudo instrumentar a partir de contar con una selección apropiada de tareas, un aula favorable para la evaluación y un método sucinto y efectivo de registro de cualquier entendimiento que surja de la observación del alumno.

Para el análisis de los resultados de la evaluación individual, implementada en la segunda etapa, se utilizó una de las categorías propuestas por Bartels (1995) correspondiente

a Conceptos y terminologías, de modo de establecer, para los ítems considerados, una escala conceptual o descriptiva, según cuatro criterios de desempeño.

Nivel A	<i>Muestra entendimiento respecto de un concepto y maneja una terminología adecuada.</i>
Nivel B	<i>Comete algunos errores vinculados al lenguaje específico y muestra algunos vacíos en el entendimiento del concepto.</i>
Nivel C	<i>Comete muchos errores y muestra vacíos conceptuales profundos.</i>
Nivel D	<i>No muestra ningún conocimiento en torno al concepto tratado.</i>

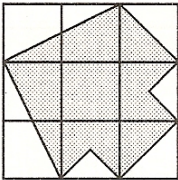
La cuantificación de los resultados es presentados, en todos los casos, en porcentajes con respecto al total de alumnos que intervinieron en las diferentes experiencias.

### Resultados alcanzados y/o esperados

#### EVALUACIÓN INDIVIDUAL SIN DISCUSION GRUPAL (PRIMERA ETAPA)

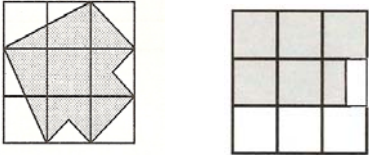
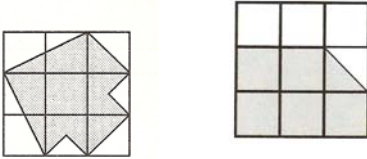
El siguiente es uno de los ítems de evaluación individual correspondiente a los instrumentos implementados al inicio y final de la primera etapa del trabajo (aula experimental). El objetivo del mismo fue el de analizar si los alumnos pudieron hacer un abordaje comprensivo sobre las relaciones parte – todo y parte – parte relacionando distintos dominios matemáticos: aritmético y geométrico. A su vez, se intenta detectar si los alumnos poseen habilidades para reconocer figuras de áreas equivalentes.

Item 1: Con  como unidad de medida, determina el área de la figura sombreada.



En tabla que se presenta a continuación, se muestra las respuestas brindadas por seis alumnos en este ítem del instrumento de evaluación (Si bien durante la primera etapa participaron en promedio 15 alumnos, sólo seis completaron la evaluación al principio y al final, lo que nos permitió hacer inferencias sobre la efectividad de las propuestas didácticas presentadas).

Alumno	Evaluación inicial	Evaluación final
1	No contesta	Dice que representa el 75%.

2	No contesta	No contesta
3	No contesta	el área son 5 y la mitad de un cuadrado, porque a algunas figuras les falta una parte y se rellena con otra.
4	Sólo reconoce bien la mitad del cuadrado tomado como unidad de medida.	Reconoce la fracción que representa cada área parcial sin indicar la fracción que representa el área total de la región sombreada.
5	Dice: me salió 5 y medio acomodando las piezas  	Dice 11/18 (toma como unidad de medida la mitad del cuadrado).  
6	Resuelve correctamente pero sin sumar las fracciones que indica.	Comete error en el cálculo de una sola fracción.

#### EVALUACIÓN INDIVIDUAL SIN DISCUSION GRUPAL (SEGUNDA ETAPA)

En la segunda etapa se volvió a utilizar, en uno de los instrumentos de evaluación, el ítem anterior. A continuación se incluye un análisis descriptivo del mismo con los resultados obtenidos en las escuelas consideradas, junto con algunas estrategias de resolución, utilizadas por los alumnos, teniendo en cuenta una de las categorías de Bartels.

DIAGNÓSTICO INICIAL	DIAGNÓSTICO FINAL
<u>Nivel A</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajan con colores para armar piezas que formen un cuadrado, luego cuentan.</li> <li>• Reacomodan las piezas, de modo tal de poder explicitar el área.</li> </ul>	<u>Nivel A</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizan cubriendo las zonas sombreadas con las zonas no sombreadas para completar un cuadrado y luego cuentan.</li> <li>• Fraccionan la figura (en algunos casos, cuadrículándola), luego cuentan.</li> <li>• Completan cuadrados mediante</li> </ul>

cubrimiento.

- Plantean movimientos considerando a las partes como “piezas”.

Nivel B

- Se cometen errores de cálculo.
- Expresan el valor del área con unidades incorrectas (de longitud).

Nivel B

- Se cometen errores de cálculo.

En los gráficos 1, 2 y 3 se describen en porcentajes los resultados obtenidos en las evaluaciones individuales en *ambos colegios* donde se implementaron las actividades del aula experimental.

Gráfico 1

DIAGNÓSTICO INICIAL

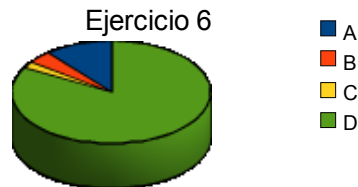


Gráfico 2

DIAGNÓSTICO FINAL



GRÁFICO COMPARATIVO

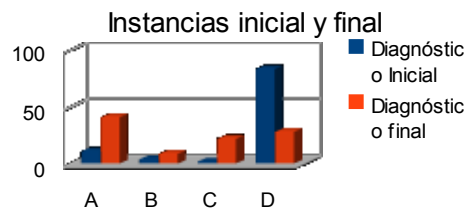


Gráfico 3

EVALUACIÓN INDIVIDUAL CON DISCUSIÓN GRUPAL NO PRESENCIAL

Así como en las clases de matemática los alumnos trabajan individualmente y en equipo, también es importante que los métodos de evaluación contemplen la inclusión de la evaluación grupal, ya que, en general, se evalúa individualmente.

Por otro lado, el modo en que se evalúa, incide, de un modo decisivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como también en las percepciones que los alumnos desarrollan acerca de sí mismos. Si bien los resultados obtenidos en la evaluación individual de la primera



etapa del proyecto fueron satisfactorios, la implementación de la segunda instancia de evaluación se desarrolló en un ambiente de trabajo muy diferente al usual, pues cabía preguntarse si los resultados de las evaluaciones de la primera etapa hubieran sido mejores si las condiciones ambientales hubieran sido otras. En consecuencia y teniendo en cuenta que la evaluación no debe ser limitada a ejecución individual ya que la vida requiere de la habilidad del trabajo en equipo se consideró relevante la evaluación grupal durante el proceso y como instrumento, entendida como el intercambio de ideas entre pares acerca de la resolución de los problemas planteados.

La evaluación individual con discusión grupal no presencial consistió en una lista de problemas que los alumnos tuvieron a disposición quince días antes de la evaluación individual. La consigna fue que de la lista de problemas, tenían que reportar sobre tres problemas que el profesor iba a elegir, sin saberlo ellos de antemano. Durante las dos semanas que transcurrieron entre la entrega de la lista de problemas y el día del reporte individual los alumnos pudieron trabajar los problemas en clase y hacer consultas al docente.

A continuación se presenta los resultados obtenidos en dos de los ítems de la evaluación final individual con discusión previa grupal no presencial.

Ítem 1: Calcular el área de la figura sombreada sabiendo que  $AB = BC$ ;  $CD = DE$  y que  $\hat{A} = \hat{E}$ .

En los gráficos 4, 5 se presentan los resultados correspondientes al ítem 1 de la evaluación individual con instancia grupal no presencial.

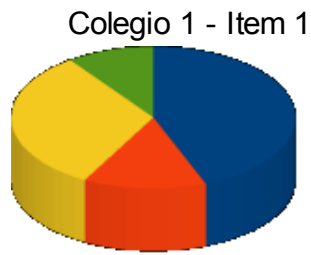


Gráfico 4

- A
- B
- C
- D

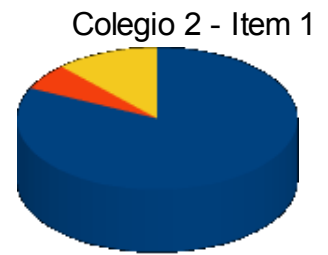


Gráfico 5

- A
- B
- C
- D

La valoración de los resultados obtenidos se basó en la clasificación de Bartels (1995), de acuerdo a las siguientes estrategias de resolución que mostraron los alumnos (Niveles C y D definidos en Aspectos metodológicos). A continuación se detallan las estrategias de resolución

de los alumnos que fueron correspondientes a los niveles A y B de Bartels (ver aspectos metodológicos).

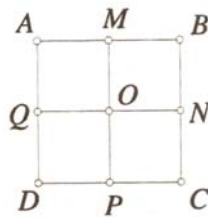
Nivel A

- Reconocen la mitad de la altura y la mitad de la base en la zona sombreada.
- Trabajan con movimiento. Acomodan la figura transformándola en un rectángulo.
- Analizan la cantidad de triángulos que determinan el triángulo mayor para determinar su área
- Analizan la cantidad de triángulos que determinan el triángulo mayor para determinar su área. Concluyen que el área es la mitad de la figura grande. No escriben el valor numérico.
- Muestran el cálculo del área del triángulo mayor, luego dividen por 2 a dicho resultado. No expresan resultados con unidades.
- Calculan área del triángulo y luego la dividen por dos.
- Realizan el cálculo con fórmulas.
- Cuentan cuántos triángulos hay en la figura sombreada y cuántos en todo el triángulo.

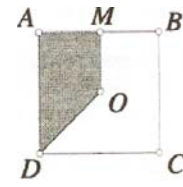
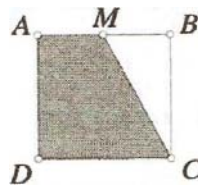
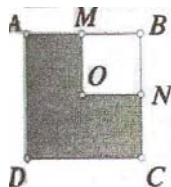
Nivel B

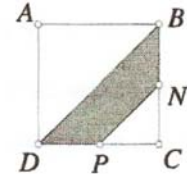
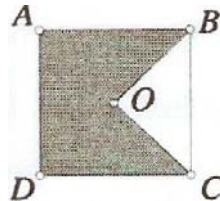
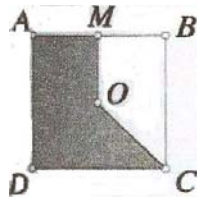
- Reconocen que el área sombreada es  $\frac{4}{8}$  de la mayor, pero no concluyen el valor.
- Presentan errores en el cálculo con decimales. Encuentran el valor de la mitad de la base del rectángulo sombreado.
- Razonan bien pero calculan mal.
- No tienen en cuenta los datos de base y altura. Dividen en cuatro partes iguales triangulares el rectángulo sombreado y dicen que el área es 4.

Ítem 3: El cuadrado ABCD tiene  $16 \text{ cm}^2$  de área

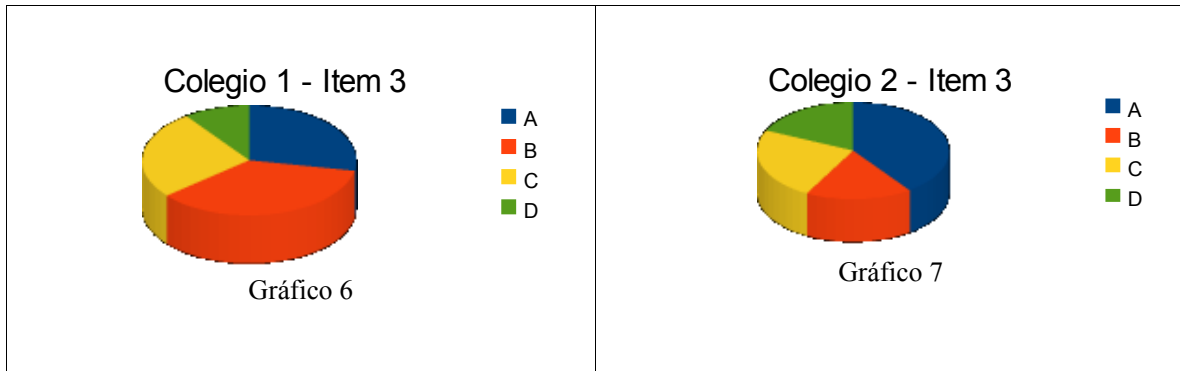


*M, N, P y Q son los puntos medios de los lados. Calcula el área sombreada de las siguientes figuras.*





En los gráficos 6 y 7 se presentan los resultados correspondientes al ítem 3 de la evaluación individual con instancia grupal no presencial.



La valoración de los resultados obtenidos se basó en la clasificación de Bartels (1995), de acuerdo a las siguientes estrategias de resolución que mostraron los alumnos (Niveles C y D definidos en Aspectos metodológicos):

#### Nivel A

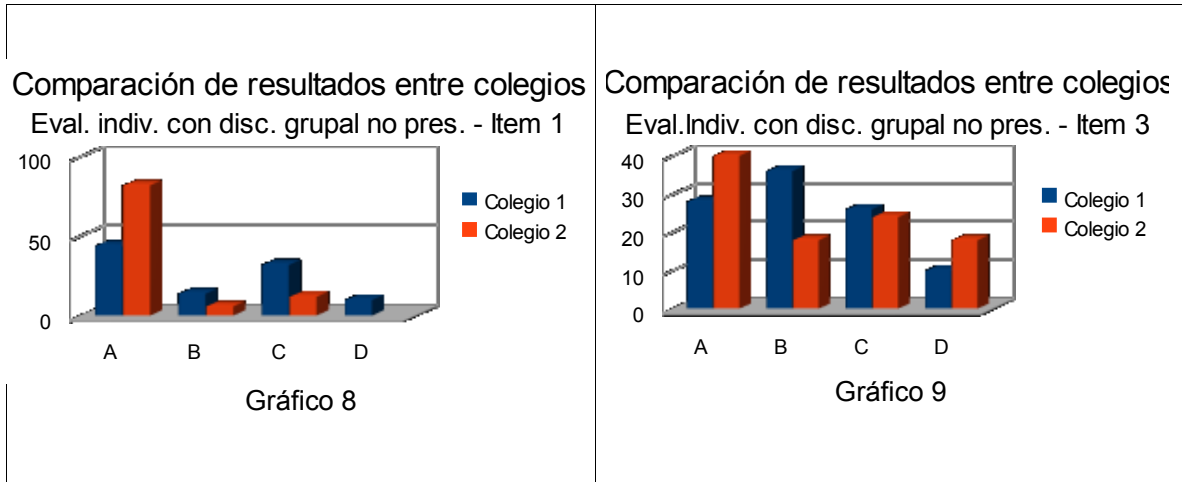
- Buscan el área que representa cada parte. Triangulan.
- Reconocen las fracciones que representa la región sombreada en cada cuadrado. Luego calculan el valor numérico de cada área a partir del dato.
- Reconocen partes no sombreadas. Trabajan con el todo y las partes.
- Reconocen el valor numérico del área del triángulo (mitad del cuadrado), el cuadrado y el rectángulo que forman o están determinados en el cuadrado mayor.
- Dividen en cuatro partes cada cuadrado, reconocen el área de cada cuadradito y de la mitad de éste (triángulo), a partir de esto suman el área de cada parte.
- Analizan el valor del área de un cuadradito y luego establecen la diferencia entre el área total y lo que falta (parte no sombreada).
- Cuadriculan, triangulan.

#### Nivel B

- Proponen los valores numéricos sin fundamentar.
- Proponen bien los valores de fracción como partes del cuadrado pero los valores de área no son todos correctos.
- Confunden perímetro con área aunque proponen bien los valores numéricos del área.
- Calculan perímetro en lugar de área
- Cometan errores respecto de las unidades de medida.
- Proponen los valores numéricos sin fundamentar.

- Contestan bien a partir de considerar el tamaño del cuadrado como la cuarta parte del modelo original.

En los gráficos 7 y 8 se muestra una comparación entre los resultados obtenidos en los dos ítems de la evaluación individual con discusión grupal no presencial. Con respecto al ítem 1 la diferencia entre ambos colegios se debe a que en el Colegio 2, los alumnos consultaron al docente sobre dicho problema y permitió (a sabiendas que dicho ejercicio había sido elegido para el reporte individual) que los alumnos discutieran y obtuvieran una solución correcta del mismo. En relación al ítem 3, en ambos colegios se dio una discusión grupal por lo que las diferencias en los resultados no son significativas.



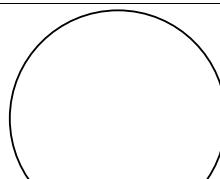
### EVALUACION INDIVIDUAL CON DISCUSION GRUPAL PRESENCIAL

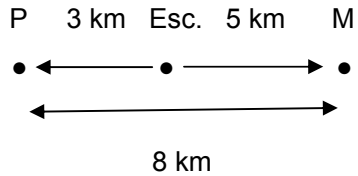
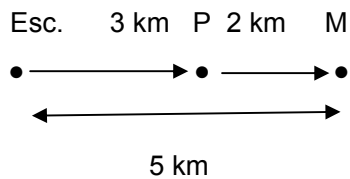
La otra implementación de la evaluación individual con discusión grupal fue presencial, donde los alumnos tenían que resolver tres problemas, para lo cual tenían la posibilidad de discutir los problemas con sus pares, para luego reportar individualmente las soluciones discutidas. En las dos escuelas que participaron en la segunda etapa, se presentaron a los alumnos tres problemas donde uno de ellos fue el siguiente:

*Pedro y María van a la misma escuela. Pedro vive a tres kilómetros de la escuela y María a cinco kilómetros de la escuela. ¿Qué se puede afirmar sobre a qué distancia vive Pedro de María?*

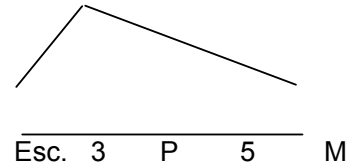
Los resultados obtenidos en ambas escuelas de este problema fueron significativamente distintos, como lo muestra la tabla siguiente (Los resultados de los otros dos problemas fueron similares en ambas escuelas y no se muestran):

<p>Colegio 1</p> <p><b>81%</b> de los alumnos tuvo una respuesta parcial</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viven a 2 km y a 8 km.</li> </ul>	<p>Colegio 2</p> <p><b>90%</b> de los alumnos tuvo la respuesta correcta</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viven al menos a 2 km y a lo sumo a 8 km</li> </ul>
---	---

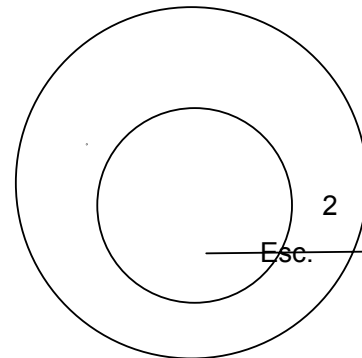




- **9%** de los alumnos contestan mal o dicen que faltan datos para poder contestar



- Otro razonamiento utilizado: 10% de los alumnos



El objetivo de este problema, fue indagar sobre la posibilidad que los alumnos puedan transferir a nuevas situaciones el concepto de lugar geométrico trabajado en el aula. Esto es, si los alumnos eran capaces de utilizar las estrategias de resolución empleadas en problemas geométricos en situaciones en apariencia no geométricos. La diferencia en los resultados se debe en parte, a que si bien en ambos colegios se presentaron problemas relacionados a lugares geométricos, en el Colegio 2 uno de los problemas resueltos por los alumnos durante la implementación de la segunda etapa fue:

*“En el patio de la escuela están ubicados dos mástiles y va a comenzar un juego. Todos los chicos de séptimo año deben ubicarse a 3 metros de uno de los mástiles. (Realizan la actividad con un cordón y dibujan con tiza la circunferencia que resulta en el suelo).*

*Se les indica que van a ser capitanes de los equipos los chicos que, además de estar ubicados a 3 metros del mástil considerado, estén a 4 metros del otro.*

*Indicar los puntos donde están ubicados los capitanes de los equipos.*

- *¿A qué distancia deben ubicarse los mástiles para que sólo haya un capitán?.*
- *Y, para que haya dos capitanes?*
- *Y, para que no haya capitanes?.”*

## **Análisis de resultados obtenidos**

Las actividades propuestas durante la implementación de las aulas experimental y real involucraron procesos de acción, procesos de formulación y procesos de validación. En el transcurso de las discusiones o puestas en común en todas las etapas del presente trabajo, se percibieron cuáles de los alumnos captaron la esencia del conflicto cognitivo, cuáles generaron hipótesis, cuáles cometieron errores sistemáticos, constructivos y/o equivocaciones. En todos los casos, se dio lugar al error en la clase, buscando las causas que condujeron a producirlo. Así, la detección y corrección del error jugaron un papel imprescindible durante el proceso de validación de saberes ya que aquellos alumnos que reconocieron su error y fueron capaces de corregirlo, pudieron argumentar de manera sólida durante la puesta en común y ayudaron al docente y a sus pares a transformar conocimientos en saberes (Santaló, 1994). Entonces la motivación por aprender de los alumnos que participaron en esta experiencia fue una consecuencia lógica de la sensación de ser los alumnos los responsables de sus propios procesos de aprendizaje; en este sentido, la participación en la clase y la discusión grupal constante fueron los mecanismos que mejor permitieron garantizar la consecución de un aprendizaje significativo. En este sentido, es importante destacar la sorpresa de los docentes que participaron de las aulas reales, quienes manifestaron sorpresa ante la participación de muchos de sus alumnos que siempre se habían mostrado ajenos en clase o totalmente desinteresados. Este cambio retroalimentó positivamente en la actitud que los docentes frente a sus alumnos a partir de la implementación de las actividades propuestas por el equipo de investigadores.

Durante la primera etapa del proyecto (ver evaluación individual sin discusión grupal (primera etapa)) se pudo observar una mejora significativa en el manejo de los conceptos y habilidades para resolver problemas. Esto se ve reflejado en el cuadro comparativo de la evaluación individual: todos los alumnos que respondieron ambas evaluaciones individuales, al final de la experiencia tuvieron algo para decir acerca de los problemas presentados. Si bien se analizaron respuestas a un mismo problema, los alumnos incorporaron estrategias para la resolución del problema distintas lo que nos permitió inferir que las propuestas didácticas fueron adecuadas y cumplieron con los objetivos planteados. Esta misma situación se repitió a la evaluación individual sin discusión grupal de la segunda etapa del trabajo (ver gráficos 1, 2 y 3).

Aunque los resultados de la evaluación individual de la primera etapa fueron satisfactorios, éstos no reflejaron el tipo de habilidades que los alumnos habían incorporado durante el desarrollo del aula experimental. Esto se debió, en parte a que la implementación de la evaluación individual se desarrolló en un ambiente significativamente diferente al propiciado durante la implementación del laboratorio. Esto dio lugar a la posibilidad de que los resultados de las evaluaciones individuales estuvieran sesgados por este cambio drástico de ambiente del trabajo. Si bien no existen formas de evaluación que sean absolutamente mejores que otras. Su calidad depende del grado de pertinencia al objeto evaluado, a los sujetos involucrados y a la situación en que se ubiquen (Celman, 2000), surgió la necesidad de indagar instrumentos

alternativos de evaluación que fueran consistentes con el ambiente de trabajo propiciado y determinar si estos cambios permiten a los alumnos utilizar las estrategias y habilidades incorporadas durante el proceso de aprendizaje en la segunda etapa del presente trabajo.

Teniendo en cuenta que la evaluación no debe estar limitada a la ejecución individual ya que la vida, la ciencia, la tecnología requieren de la habilidad del trabajo en equipo (Eisner, 1988), se consideró relevante la evaluación grupal durante el proceso y como instrumento. Esto se basó además en la mejora significativa observada en las habilidades de discusión y debate entre pares que se generaron durante las distintas etapas del trabajo. Es en el espacio del aula donde se producen intercambios de significado, y es en la intención entre pares donde se da gran parte de la construcción de conocimientos, sobre todo si se tiende a formar en el alumno un pensamiento divergente, en el cual el docente no distribuye verdades sino que genera espacios de discusión (Camillioni, 2000).

La mejora sustancial en los resultados de las evaluaciones durante la segunda etapa del proyecto, tuvo como factor de incidencia relevante el haber intensificado el debate como forma de evaluación alternativa. Es destacarle la disminución del porcentaje de alumnos que no contestó el ítem de la evaluación individual sin discusión grupal, como así también hubo un incremento en la calidad de las respuestas a dicho ítem (ver gráficos 1, 2 y 3). Con respecto a los ítems de la evaluación individual final con discusión grupal no presencial, al menos el 50% de los alumnos obtuvieron respuestas en los niveles A y B, que consideramos es consistente con lo observado por el equipo docente durante la segunda etapa (gráficos 4, 5, 6 y 7). Si bien en las evaluaciones el debate entre pares fue importante, los reportes escritos reflejaron la impronta de cada alumno. El debate en este caso, convirtió la evaluación en un instrumento efectivo a la hora de valorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Con este instrumento de discusión grupal no presencial, el docente no tiene control sobre los debates que llevan a cabo los alumnos, salvo cuando existen preguntas puntuales como muestran los gráficos 8 y 9.

Con respecto a los resultados de la evaluación individual con discusión grupal presencial, el hecho que la mayoría de los alumnos en uno de los colegios no haya podido utilizar los conceptos trabajados en problemas de aplicación no rutinarios, es un indicador que la evaluación debe ser consistente con los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es fundamental desarrollar estrategias de evaluación que respondan, tanto a una integración e interpretación del conocimiento como a una transferencia de dicho conocimiento a otros contextos. Pero estas estrategias evaluativas debe ser consistentes con las estrategias de enseñanza-aprendizaje que se presentan a los alumnos.

### **Aportes de la investigación a la toma de decisiones**

Documentar experiencias educativas, a diferencia de planificar, no es una “promesa a futuro”; por el contrario, es la prueba fehaciente de lo hecho y, por lo tanto, el testimonio tanto del acierto como del error. Nos “expone” en tanto nos recuerda aquello que hicimos en determinado contexto; y, dado que opera desde la lógica inversa a la de la planificación, en

lugar de analizar lo que será, se constituye en una herramienta para la revisión de teorías y para la transformación de esas mismas (Martínez, M.C.,2003). Las reflexiones planteadas en torno a las prácticas evaluativas alternativas, consideramos deberían estar presentes en cada programa de formación profesional. La información obtenida acerca del comportamiento de los alumnos, explicitada en forma conjunta a las situaciones trabajadas en el laboratorio didáctico y en las aulas reales, permitió vincular la investigación con la escuela en forma significativa. Se considera relevante además, en la evaluación del proyecto, el análisis de incidencia de las distintas realidades que presentaron las escuelas a las que pertenecen los alumnos participantes, para poder resignificar las metodologías de transferencia de acuerdo a la realidad local en la cual el sistema educativo está inmerso. En una perspectiva de continuidad, se evaluará el impacto logrado en esta experiencia, de modo de proyectar lo realizado y propiciar que sus resultados puedan constituirse, en el futuro, en cuestiones para nuevas investigaciones.

### **Aportes de la investigación a los temas de la región.**

Al estar alejados geográficamente de los grandes centros de investigación educativa y por otra parte, debido a las dificultades económicas que afrontamos actualmente, se hace imprescindible plantear alternativas locales con intención superadora para los problemas que afronta nuestro sistema educativo regional, que no son diferentes a los que sufre el sistema educativo nacional. La implementación, por primera vez, de esta aula experimental en la región permitió a los investigadores locales generar metodologías de transferencia didáctica que favorecieron la motivación de los alumnos por aprender y hacer matemática, así como también implementar instrumentos de evaluación que proponen la evaluación grupal como parte fundamental en la valoración de los aprendizajes individuales de los alumnos. Estas instancias de evaluación permitieron conservar las condiciones *ambientales* en el aula durante la evaluación. Cabe destacar que a raíz de la incorporación de docentes en ejercicio en la segunda parte del proyecto, donde el aula experimental fue efectivamente un aula real, los docentes que participaron de la experiencia se pudieron apropiarse de los conceptos a transmitir y pudieron proponer alternativas superadoras a las propuestas iniciales. Así los docentes reflexionaron y fueron críticos de su rol en el proceso de enseñanza-aprendizaje. De esta manera, la investigación-acción se puso de manifiesto en esta retro-alimentación positiva entre investigadores y docentes en ejercicio, siendo ésta una mejora a la falencia observada en la mayoría de las instancias de capacitación o actualización de docentes en ejercicio.

Además, estas acciones permitieron generar conjuntos de actividades de transferencia didáctica efectivas, referidas a contenidos tradicionales y no tradicionales de la currícula, que permitieron tratar los comportamientos cognitivos de los alumnos y los fenómenos que genera la comunicación del saber. El análisis del desarrollo y resultados del proyecto, permitió elaborar material escrito de transferencia directa al aula para el docente.

### **Bibliografía principal**



1. Alsina, C.- Burgués, C. – Fortuna, J. – *Invitación a la Didáctica de la Geometría* – Editorial Síntesis, 1989
2. Artigue, M.– Douady, R.– Moreno, L. – *Ingeniería Didáctica en Educación Matemática* – Grupo Editorial Iberoamérica, 1995
3. Bartels, B.- *Promoting mathematics connections with concept mapping* – *Mathematics Teaching in the Middle School*, V 1 N 7, 1995
4. Bishop, A. – *Enculturación Matemática - La educación matemática desde una perspectiva cultural* – Paidós, 1999
5. Brousseau, G. – *Educación y Didáctica de las matemáticas* – Educación Matemática, México, 1999
6. Bunge, M. – *Vistas y Entrevistas*, Eudeba, 1997
7. Burger, W, Shaughnessy, J. Characterizing *the van Hiele levels of development in geometry*, J. Research Math. Education, 1986, Vol 17, 31-48
8. Camillioni, A. – *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo* – Camillioni, Celman, Litwin y Palou de Maté. Paidós, 2000
9. Celman, S. *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo* – Camillioni, Celman, Litwin y Palou de Maté. Paidós, 2000
10. Chevallard, Y. – *La transposición didáctica – Del saber sabio al saber enseñado* – Aique, 1991
11. Eisner, E.W. *Cognición y representación*, Revista Enfoques educacionales, vol. I N° 1, 1998
12. Elliot, J. *El cambio educativo desde la investigación-acción* Ed. Morata 1991
13. Hamayan–Huerta, en *Evaluación del aprendizaje alternativo y nuevos desarrollos*. Blanca López Frías y Elsa Kleen . México: Editorial Trillas 2000.
14. Martínez, M – Documento: *en la evaluación de los aprendizajes* – Congreso Latinoamericano , 2003.
15. Piaget, J. – Choquet, G. – Dieudonné, J. Thom, R. y otros – *La enseñanza de la geometría y las demás disciplinas*, en *La enseñanza de las matemáticas modernas* – Alianza Editorial, 1978

16. Santaló, L. y colaboradores – *Enfoques*- Troquel Educación, 1994
17. Zabalza, M.A, *Evaluación orientada al perfeccionamiento*, Revista Española de Pedagogía – 1990.

### **Bibliografía secundaria**

1. Alagia,H., Bressan, A. *Reflexiones teóricas para la educación matemática*, Ed. Zorzal, 2005
2. Bressan, A.M. ; Bogisic, B. ; Crego, K. – *Razones para enseñar geometría en la Educación Básica* – Ediciones Novedades Educativas, 2000
3. Brousseau, G. – *Fundamentos y Métodos de la Didáctica de la Matemática* – Trabajos de Matemática , Serie B, Nro. 19, 1993 – FaMAF, U.N. de Córdoba, Argentina,
4. Brousseau, G. – Notas , IREM de Bordeaux :
  - 5.*Les obstacles épistémologiques et la didactique des mathématiques* –
  - 6.*Les obstacles épistémologiques et les problemes en mathématiques* – Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol 4, Nro. 2 , 1983
  - 7.*Les différents rôles du maître* – Bulletin AMQ, 1988
8. Burger, W, Shaughnessy, J. *Characterizing the van Hiele levels of development in geometry*, J. Research Math. Education, 1986, Vol 17, 31-48
9. Chevallard, I. , Bosch, M., Gascón, J. *Estudiar matemática*, de. Horsori, 1997
10. Dienes, Z. P. y Golding, E.W. – *La geometría a través de las transformaciones* – Editorial Teide, Barcelona, 1979
11. de Guzmán, M. – *Tendencias innovadoras en Educación Matemática* – Olimpiada Matemática Argentina, 1992
12. Fregona, D. – *La investigación en didáctica de la matemática* – Revista de Educación Matemática , Vol 12 – Nro. 1, 1997 – FaMAF, U.N. de Córdoba, Argentina.
13. Fouz, F, de Donosti, B *Modelo de Van Hiele para la didáctica de la Geometría*, en Un paseo por la Geometría, R. Ibáñez, M. Macho, eds. KOPIAK,S.A., 2004
14. Godino, J. – Publicación: *Pasos hacia una teoría del significado y la comprensión en didáctica de las matemáticas* – Teoría y Métodos de Investigación en Educación Matemática – Granada, España, 1998

15. Gorgorió, N. Bishop, A. (coord) *Matemáticas y educación*, Ed. Graó de Irie 2000
16. Gutierrez, A., Jaime, A. y Fortuny, J. *An alternative paradigm to evaluate the acquisition of the van Hiele levels*; J. Res. Math Education, 1991, Vol. 22: 237-251
17. Gutierrez, A. Jaime, A. *On the assesment of the van Hiele levels of reasoning*, en Focus on learning problems in Mathematics, Springer-Verlag 1998, Vol 2, número 2 y 3
18. Iglesias, L. – *Propuesta didáctica: Qué es la transposición didáctica*, en Elementos de Matemática , Vol IX, 1ro. XXXVI , CAECE, 1995
19. Itzkovich, H *Iniciación al estudio de la geometría*, Ed. Zorzal 2005
20. Kilpatrick, J.- Rico, L.- Sierra, M. – *Educación Matemática e Investigación* – Editorial Síntesis, 1992
21. Panizza, M. y Sadovsky, P. – *Documento de Orientación de la Enseñanza de la Matemática en la Escuela media* - Realizado en el marco del Proyecto de Diseño Curricular para la enseñanza media, Bs. As., 1994
22. Parra, C. y Saiz, I. (comps) – *Didáctica de matemáticas* – Paidós Educador, 1994
23. Sadovsky, P. *Enseñar matemática hoy*, Ed. Zorzal 2005
24. Santos Trigo, L. y Sánchez Sánchez, E. – *Perspectivas en Educación Matemática* – Grupo Editorial Iberoamérica, 1996
25. Schoenfeld, A. – *Ideas y Tendencias en la Resolución de Problemas* – Olimpiada Matemática Argentina, 1991
26. Usiskin, Z. *Van Hiele levels and achievement in secondary school Geometry*, Department of Education, University of Chicago, 1982