

Análisis de los instrumentos de evaluación del aprendizaje de un curso de cálculo fundado en principios de un modelo alternativo

**Patricia Villalonga de García
Leonor Colombo de Cudmani**

Sinopsis

En trabajos previos se construyó un modelo de evaluación alternativa del aprendizaje con la integración de cinco perspectivas teóricas: principios derivados de las teorías de Piaget, Ausubel y de la escuela histórico cultural de Vigotsky; un estudio histórico de la evaluación del aprendizaje; una investigación de los fundamentos propuestos para evaluación del aprendizaje por los estándares del National Council of Teachers of Mathematics; una revisión de publicaciones científicas de las tendencias actuales en enseñanza y evaluación de la matemática y de las ciencias; y un estudio de las funciones de la evaluación del aprendizaje.

Considerando fundamentos de evaluación del aprendizaje aconsejados por los estándares de evaluación del National Council of Teachers of Mathematics (años 1989, 1995 y 2000), que condicen con los del modelo de evaluación alternativa construido, se efectuó el análisis de los instrumentos de evaluación sumativa de Matemática I, asignatura de primer año de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán. El estudio de dichos documentos se realizó con el fin de contrastar la hipótesis: “la evaluación del aprendizaje de la asignatura no favorece aprendizajes significativos”.

Los principios de los estándares de evaluación de conceptos matemáticos, procedimientos matemáticos, y resolución de problemas de los estándares de 1989, se definieron como las dimensiones de tres de cuatro variables consideradas en este estudio: actividades de evaluación de conceptos, de procedimientos y de resolución de problema. Como cuarta variable se tomó autoevaluación y autorregulación del aprendizaje, promovidas por las normas de 1995 y 2000. Efectuando un estudio de tipo descriptivo se llegó a que el 67 % de las actividades de evaluación de Matemática I no favorecerían aprendizajes significativos. Este resultado se trianguló con los obtenidos en encuestas realizadas a docentes y alumnos de la asignatura, proporcionando nuevos elementos para convalidar la hipótesis formulada.

Surgieron una serie de lineamientos como conclusiones de esta indagación. Los más destacados, implicarían cambios dirigidos a intentar integrar la evaluación a la enseñanza, y a emplear múltiples instrumentos evaluativos que permitan al estudiante mostrar el real incremento de su potencia matemática.

Términos claves: <Evaluación del alumno> <investigación en la clase> <lectura> <nivel de lectura> <proceso de lectura> <prueba de lectura> <México>

Abstract

In previous works, a model of alternative evaluation of learning was constructed with the integration of five perspective theories: principles derived from the theories of Piaget, Ausubel and the historical cultural school of Vigotsky; a historical study of learning evaluation; an investigation of the principles proposed for learning evaluation by the standards of the National Council of Teachers of Mathematics; a revision of scientific publications of the present trends in teaching and evaluating Mathematics and Sciences; and finally, a study of the functions of learning evaluation.

An analysis of the instruments of the evaluation of Mathematics I - a first year subject at the Faculty of Biochemistry, Chemistry and Pharmacy, at the National University of Tucumán - was made taking into account the principles of learning evaluation advised by the standards of evaluation of the National Council of Teachers of Mathematics (1989, 1995 and 2000), which are in agreement with the alternative evaluation model constructed. The study of such instruments was performed in order to contrast the following hypothesis: "the learning evaluation of the subject does not favor significant learning".

The principles of the standards of evaluation of mathematical concepts, mathematical procedures and resolution of problems of the 1989 standards were defined as the dimensions of three of the four variables considered in this work: activities of evaluation of concepts, procedures and resolution of problems. Self-evaluation and self-regulation of learning, promoted by the 1995 and 2000 norms, were taken as the fourth variable. One conclusion obtained from a descriptive study was that 67% of the activities of Mathematics I evaluation would not favor significant learning. This result was triangulated with the ones obtained from surveying teachers and students and provided new elements to confirm the formulated hypothesis.

Some lineaments arisen as conclusions from this research would imply changes directed, on the one hand, to integrate evaluation with learning and, on the other, to use multiple evaluation instruments, which would allow the student to show the true increase of his potential in Mathematics.

Key terms: <Student evaluation> <classroom research> <reading> <reading level> <reading processes> <reading test> <Mexico>

Introducción

Matemática 1, es una asignatura dirigida a alumnos de primer año de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán, en el primer cuatrimestre. Al tener carácter instrumental contiene principios básicos del cálculo diferencial e integral en una variable, sostenes de otras asignaturas de las especialidades dictadas en la facultad.

Las condiciones en que se desenvuelve actualmente la enseñanza presentan numerosas dificultades a sortear. Los currículos de las carreras de la Facultad y de la asignatura, están informados por intereses de tipo técnico; el curso de admisión a la facultad de aprobación no obligatoria permite el ingreso de alumnos con formación matemática sumamente heterogénea; y la ejercitación proporcionada al alumno desarrolla en general hábitos automáticos en lugar de operaciones reflexivas. Además, no se tienen en cuenta los estándares curriculares y de evaluación para Matemáticas del National Council of Teachers of Mathematics (N.C.T.M) (Aebli, 1958; N.C.T.M., 1989; N.C.T.M., 1995; N.C.T.M. (a), 2000; N.C.T.M. (b), 2000; Villalonga de García y González de Galindo, 1999; González de Galindo y Villalonga de García, 2002)

Las características del contexto llevan a dictar clases a cursos masivos de alumnos. En el período lectivo 2001, el curso se inició aproximadamente con 900 alumnos; la relación docente-alumno fue insuficiente (1/125); se produjo un alto porcentaje de deserción durante el cursado de la asignatura (53% de los ingresantes). Sólo el 47% aprobó los trabajos prácticos, y hasta diciembre de 2001, únicamente el 39% de los estudiantes aprobó la materia.

Todas estas cuestiones inciden en el sistema de evaluación de la materia y, en consecuencia, en el alto porcentaje de deserción que se produce durante el cursado de la misma.

Por otra parte, estas cuestiones sugieren la necesidad de analizar sobre bases científicas, el proceso de evaluación y su incidencia sobre los asuntos planteados. Esta situación llevó a realizar un

estudio de las concepciones evaluativas vigentes, dentro del marco de cinco perspectivas teóricas: distintas tendencias pedagógicas cognitivas; la historia de la evaluación; los principios propuestos para la evaluación del aprendizaje por los estándares del National Council of Teachers of Mathematics (N.C.T.M); fundamentos de tendencias actuales en enseñanza y evaluación de la matemática y de las ciencias; y un estudio de las funciones de la evaluación del aprendizaje enunciadas por Gimeno Sacristán (1992) y González Pérez (2000).

Los estudios mencionados sirvieron de base para formular un modelo de evaluación alternativa del aprendizaje que permitiera llevar a cabo un diagnóstico del sistema evaluativo de la asignatura.

En la XXIV Reunión de Educación Matemática, de la Unión Matemática Argentina, realizada en San Luis, Argentina, en agosto de 2001, se concretó el marco teórico de referencia a partir del cual se derivaron los indicadores para el diagnóstico (Villalonga de García y Colombo de Cudmani, 2001).

Este análisis se plasmó en una primera hipótesis de trabajo: “la evaluación del aprendizaje de Matemática 1, no favorece aprendizajes significativos”. Para contrastar esta hipótesis se analizaron los resultados de encuestas efectuadas a docentes y a alumnos de matemática 1 años 2001 (villalonga de garcía y colombo de cudmani, 2001; villalonga de garcía y colombo de cudmani, 2002).

en este trabajo, se complementa y cruza la información brindada por las dos encuestas, con la obtenida del análisis de las preguntas de la evaluación sumativa (exámenes parciales y finales) de la asignatura. los resultados de la triangulación, permitirían confirmar la validez de la hipótesis planteada.

Marco teórico

El modelo de evaluación alternativa adoptado como marco teórico para el estudio se construyó con la integración de cinco perspectivas teóricas: 1. principios que se derivan para la evaluación del aprendizaje de las teorías de Piaget, Ausubel y de la Escuela Histórico Cultural de Vigotsky, Leontiev, Galperin y otros seguidores (Coll, 1987; Czar y Pizarro de Raya, 1993; Moreira (a), 1997; Moreira (b), 1997; González Pérez, 2000; Hernández Fernández, 2001; Fernández de Alaíza García, 2001); 2. un estudio histórico del origen de los términos examen, acreditación y evaluación en el cual se destacaron también características de los modelos evaluativos contemporáneos (González Pérez, 2000; Gimeno Sacristán y Pérez Gómez, 1992); 3. una investigación de los fundamentos propuestos para la evaluación del aprendizaje por los estándares del National Council of Teachers of Mathematics (N.C.T.M.) (N.C.T.M., 1989; N.C.T.M., 1995; N.C.T.M. (a), 2000; N.C.T.M. (b), 2000); 4. una revisión de publicaciones de las tendencias actuales en enseñanza y evaluación de la matemática y de las ciencias efectuada en revistas de investigación, actas de congresos y una tesis (Alonso, Gil y Martínez Torregosa, 1992; González Pérez, 2000; Rinaudo y Squillari, 2000; Abraira Fernández y Villela, 2001; Otero y Fanaro, 2001; Raya y Colombo, 2001; Rinaudo, Chiecher y Danolo, 2001); y 5. un estudio de las funciones de la evaluación del aprendizaje enunciadas por Gimeno Sacristán (1992) y González Pérez (2000) y otros aportes efectuados para la evaluación desde la pedagogía

El modelo de evaluación alternativa construido con los aportes de las perspectivas teóricas recién mencionadas considera que la evaluación del aprendizaje se caracteriza por:

- mantener una estrecha relación con todos los otros componentes del modelo didáctico: objetivos, contenidos, metodología de enseñanza y recursos de enseñanza;

- ser un proceso continuo, abierto y transparente de manera que todos los agentes implicados en él tengan información sobre el mismo;
- ser coherente con el nivel de desarrollo del alumno, con el proceso de enseñanza y aprendizaje y el currículo de la institución;
- estar centrada en la actividad del alumno, proveyendo a cada uno de ellos igualdad de oportunidades para que cada estudiante pueda demostrar su *potencia matemática*, además de percibir el incremento logrado en la misma (conforme al concepto de *potencia matemática* establecido en los estándares del N.C.T.M. (N.C.T.M., 1995);
- ser un indicador valioso para la toma de decisiones que revitalicen cualitativamente la enseñanza y el aprendizaje;
- incrementar el aprendizaje de los alumnos;
- tener carácter integral
- el empleo de múltiples fuentes de información que permitan la obtención de inferencias válidas acerca de aprendizajes significativos.

Los *criterios* que se derivaron de este modelo fueron enunciados en el trabajo presentado en la VIII Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física en La Habana-Cuba (Colombo de Cudmani, Villalonga de García, Raya, 2003).

Hay que destacar que una de las perspectivas teóricas que se tomaron para la construcción de este modelo, consecuente con principios de teorías cognitivas de aprendizajes, fue el aporte de los estándares del N.C.T.M. Los fundamentos para evaluar matemática brindados por estos estándares, se tomaron como guía para el análisis de los ítems de las exámenes de la materia objeto de este estudio. En consecuencia, se consideró necesario en este trabajo, presentar una breve reseña del contenido de las normas de evaluación del N.C.T.M.

Los estándares de evaluación del aprendizaje del N.C.T.M

Este estudio se fundamentó en los principios del modelo de evaluación alternativa, tomando como guía los estándares evaluación de conceptos, de procedimientos y de resolución de problemas,

estándares números ocho, nueve y cinco respectivamente de las normas de 1989 del N.C.T.M; y principios de autoevaluación y autorregulación del aprendizaje promovidos en las normas de 1995 y 2000 del N.C.T.M (N.C.T.M, 1995; N.C.T.M (a), 2000; N.C.T.M (b), 2000).

La propuesta efectuada en los tres documentos recién mencionados es muy significativa porque expresa el consenso de profesionales en matemática, en cuanto a la dirección que debe tomar la enseñanza de la matemática en el nivel básico y medio, pero sus fundamentos son de suficiente actualidad como para adaptarlos e implementarlos en la enseñanza universitaria básica. Es pertinente además, hacer notar que diversos contenidos abordados en la escuela media estadounidense se abarcan en cursos universitarios básicos de cálculo en la universidad argentina. También, hay que destacar que los estándares publicados en 1995 y 2000 no reemplazan al primero. Fueron diseñados con la visión descripta en el documento de 1989 pero establecen criterios adicionales para el currículo matemático, la evaluación de la enseñanza, del aprendizaje y de programas.

De acuerdo a estos estándares, las exigencias de la sociedad actual demandan nuevos objetivos para la enseñanza de la matemática. Para lograr estos objetivos el individuo debe adquirir lo que en los estándares se define como potencia matemática.

La *potencia matemática* incluye la habilidad para explorar, efectuar conjeturas, y razonar lógicamente; para resolver problemas no rutinarios; para comunicar matemática y comunicarse usando la matemática como herramienta; y conectar ideas dentro de la matemática y, entre matemática y otra actividad intelectual. La potencia matemática también involucra el desarrollo personal de la auto-confianza y la disposición de buscar, evaluar y emplear información cuantitativa en la resolución de problemas y en la toma de decisiones. La flexibilidad del estudiante, perseverancia, intereses, curiosidad e inventiva también contribuyen a alcanzar la potencia matemática. (N.C.T.M, 1995).

Las obras recién citadas plantean con respecto a la evaluación de los alumnos las recomendaciones que se enuncian seguidamente.

(a) Estándares del N.C.T.M. del año 1989: “*Estándares curriculares y de evaluación para la educación matemática*”.

Los estándares del cuatro al diez de las normas del N.C.T.M. del año 1989 se refieren a la evaluación de los estudiantes. Los mismos se titulan: Potencia matemática, Resolución de problemas, Comunicación, Razonamiento, Conceptos matemáticos, Procedimientos matemáticos y Actitud Matemática (N.C.T.M., 1989).

Esta investigación se centró en estudiar los estándares cinco, ocho y nueve, referidos a evaluación de problemas, evaluación de conceptos y evaluación de procedimientos. Esta elección se efectuó teniendo en cuenta que el análisis de actividades de evaluación bajo estos tres estándares, implicaría implícitamente atender aspectos considerados en los demás, y al mismo tiempo serían los más adecuados para llevar a cabo el análisis de los exámenes escritos en contexto de esta investigación. El documento de los estándares presenta para cada una de las normas mencionadas un centro de atención y una sección de discusión, que tienen por función orientar al docente para la implementación del estándar en el proceso evaluativo.

Estándar 5. Resolución de problemas

“La evaluación de la capacidad que tenga el alumno de utilizar las matemáticas para la resolución de problemas debe mostrar evidencia de que son capaces de:

- formular problemas (principio 1);
- aplicar diversas estrategias para resolver problemas (principio 2);
- resolver problemas (principio 3);
- comprobar e interpretar resultados (principio 4);
- generalizar soluciones.” (N.C.T.M, 1989, p. 216) (principio 5).

“La evaluación del conocimiento y las estructuras conceptuales de los alumnos sobre conceptos matemáticos debe ofrecer evidencia de que son capaces de:

- dar nombre, verbalizar y definir conceptos (principio 1);
- identificar y generar ejemplos válidos y no válidos (principio 2);
- utilizar modelos, diagramas y símbolos para representar conceptos (principio 3);
- pasar de un modo de representación a otro (principio 4);
- reconocer los diversos significados e interpretaciones de los conceptos (principio 5);
- identificar propiedades de un concepto determinado y reconocer las condiciones que determinan un concepto en particular (principio 6);
- comparar y contrastar conceptos (principio 7).

Además, la evaluación debe ofrecer evidencia de hasta qué grado han conectado los alumnos el conocimiento de diversos conceptos.” (N.C.T.M., 1989: 230). (principio 8)

Estándar 9. Procedimientos matemáticos

“La evaluación del conocimiento procesual de los alumnos debe ofrecer evidencia de que son capaces de reconocer cuando es adecuado un procedimiento (principio 1);

- explicar las razones para los distintos pasos de un procedimiento (principio 2);
- llevar a cabo un procedimiento de forma fiable y eficaz (principio 3);
- verificar el resultado de un procedimiento (principio 4);
- reconocer procedimientos correctos e incorrectos; (principio 5);
- generar procedimientos nuevos y ampliar o modificar los ya conocidos (principio 6);
- reconocer la naturaleza y el papel de los procedimientos dentro de las matemáticas.” (N.C.T.M., 1989, p. 235) (principio 7)

(b) Estándares del N.C.T.M. del año 1995:

“Assessment standards for school mathematics”

Este documento presenta seis estándares con ejemplos de evaluación aplicados a matemática para

cada uno de ellos (N.C.T.M., 1995). Esta obra sintetiza al proceso evaluativo en cuatro fases interrelacionadas pero no necesariamente secuenciales. Cada fase del proceso de evaluación, puede ser caracterizada por las decisiones y acciones que tienen lugar en ellas. Estas fases son: (a) la planificación de la evaluación, (b) la obtención de la información o evidencia de la evaluación, (c) la interpretación de la evidencia, (d) el uso de los resultados para la toma de decisiones.

Los seis estándares del documento del N.C.T.M. del año 1995, “Assessment Standards for School Mathematics” son los siguientes:

1. El estándar de evaluación Matemática: “La evaluación debe reflejar los contenidos matemáticos que todos los alumnos necesitan saber y ser capaces de aplicar”.

Los estudiantes necesitan saber y ser capaces de aplicar los contenidos matemáticos enfatizados por el currículo y los estándares de evaluación. Tener conocimientos matemáticos significa ser capaz y estar dispuesto a aplicar matemática en situaciones nuevas así como haber adquirido la confianza para hacerlo.

2. El estándar de aprendizaje: “La evaluación debería incrementar el aprendizaje de la matemática”.

El principal objetivo de la evaluación es lograr progresos en el aprendizaje de los alumnos e informar a los docentes acerca de los cambios que deben efectuarse en la enseñanza. Para que la evaluación cumpla esta función, debe fomentar la creatividad y el incremento de la potencia matemática de los alumnos. Para lograr este propósito se aconseja la implementación de actividades autoevaluativas.

3. El estándar de equidad: “La evaluación debe proveer la igualdad de oportunidades”

La igualdad de oportunidades implica un trato diferenciado a cada estudiante según sus características, potencialidades y limitaciones. Las nuevas tenencias son que cada estudiante tenga la oportunidad de demostrar su potencia matemática.

4. El estándar de apertura: “La evaluación debe ser un proceso abierto”.

Todos los implicados en este proceso deben tener información sobre él. En particular el estudiante

debe conocer qué necesitan saber, cómo puede mostrar su conocimiento y cuáles son los criterios de la evaluación.

5. El estándar de inferencia: “La evaluación deberá promover inferencias válidas acerca del aprendizaje de la matemática”.

Una inferencia acerca del aprendizaje es una afirmación sobre los procesos cognitivos de los estudiantes, los cuales no son directamente observables. Estos sólo se pueden ver a partir del desempeño de los estudiantes ante actividades que pongan de manifiesto qué saben y cómo pueden aplicar lo aprendido. Una inferencia válida debe obtenerse a partir de múltiples fuentes de información: observación, entrevistas, situaciones problemáticas abiertas y cerradas, diarios, pruebas de papel y lápiz, proyectos, portafolios etc.

6. El estándar de coherencia: “La evaluación deberá ser un proceso coherente”.

La evaluación debe ser coherente con todas las partes del proceso de enseñanza y aprendizaje.

(c) Estándares del N.C.T.M. del año 2000: “*Principle and standards for school mathematics*”

Este documento presenta seis principios para la escuela de matemáticas y una serie de estándares curriculares para cada curso. Los principios desarrollados son: equidad, currículo, enseñanza, aprendizaje, tecnología y evaluación. En este trabajo se hará referencia sólo al principio de evaluación.

El principio de evaluación: “la evaluación debe apoyar el aprendizaje de matemática relevante y brindar información útil tanto a docentes como a alumnos”.

Los contenidos que apoyan el aprendizaje de matemática relevante, según este principio, son los destacados por el currículo y que, además, favorecen el incremento de la potencia matemática de los estudiantes.

Este principio apunta a dos aspectos:

(i) La evaluación incrementa el aprendizaje de los alumnos. La evaluación no debe ser hecha a los estudiantes exclusivamente, en parte, debe ser hecha para los estudiantes, dado que el fin de la misma es guiar e incrementar su aprendizaje. Este

objetivo se logra realizando evaluación formativa dado que contribuye a la retroalimentación y convierte a los estudiantes en aprendices independientes.

(ii) La evaluación es una herramienta valiosa para tomar decisiones sobre la enseñanza. Las decisiones que tome el profesor sobre la enseñanza, deberán basarse en inferencias acerca de lo que los estudiantes saben y de lo que necesitan aprender. Las decisiones serán efectivas si provienen de múltiples fuentes de información y las actividades de evaluación son coherentes a la experiencia, conocimientos previos y necesidades de los estudiantes poniendo énfasis en el empleo de técnicas autoevaluativas.

El problema, objetivo e hipótesis de la investigación

En el contexto descrito, las autoras de este trabajo desde una perspectiva empírica, otorgan a la evaluación del aprendizaje de la asignatura las características que se mencionan a continuación: es llevada a cabo en fechas predeterminadas fijadas por la institución, en consecuencia se encuentra desintegrada de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Su finalidad es fundamentalmente acreditar. La misma refleja exclusivamente la calificación obtenida por los alumnos en los exámenes. De esta manera, se concede mucha importancia a los logros finales como medio de convalidar el alcance de los objetivos explícitamente propuestos, sin tener en cuenta objetivos valiosos que no fueron previstos.

Las evaluaciones consisten en pruebas de papel y lápiz, construidas para evaluar más bien las áreas conceptuales transmitidas, que las operaciones cognitivas desarrolladas.

Pareciera evidente que el sistema evaluativo de Matemática 1, desaprovecha las potencialidades de la evaluación para la formación de los estudiantes durante el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje. Nace así la necesidad de dar respuesta al siguiente problema:

¿Son promotoras de aprendizajes significativos las actividades de evaluación propuestas en la asignatura?

El esbozo de la problemática trazada anteriormente, orienta a este trabajo al siguiente objetivo:

Analizar el contenido de los ítems de los instrumentos de evaluación sumativa de Matemática 1 del año 2001 en base a los principios identificados en el marco teórico propuesto.

Entre las acciones generadas por este objetivo, surgió la siguiente pregunta de investigación: ¿Están presentes en la asignatura actividades de evaluación que contemplen una serie de aspectos que la investigación educativa en matemática, considera hoy fundamentales para lograr aprendizajes significativos?

La reflexión ocasionada por este interrogante llevó a enunciar la siguiente hipótesis de investigación: “La evaluación del aprendizaje de la asignatura no favorece aprendizajes significativos”.

Precisiones conceptuales relativas a la hipótesis de investigación.

Se supone que la evaluación del aprendizaje de una asignatura, es el diseño de las estrategias implementadas para evaluar los logros de aprendizajes de los estudiantes en el contexto de la asignatura.

Un aprendizaje es significativo cuando el nuevo material de aprendizaje contribuye a integrar los conocimientos en forma sustantiva y no arbitraria dentro de las estructuras conceptuales de los alumnos (Ausubel, 1978).

Este tipo de aprendizaje se produce cuando el estudiante tiene disposición significativa hacia el aprendizaje, o sea, una disposición activa y positiva con la que intente dar sentido a lo que aprende; cuando el material o información a aprender es potencialmente significativo, o sea, que permita establecer una relación sustantiva con los conocimientos previos del estudiante; y cuando la estructura cognitiva previa del alumno posea los

conceptos inclusores relevantes, para que puedan relacionarse con los nuevos conocimientos.

Instrumentación de la hipótesis.

Hay que destacar que, en el contexto en que se desarrolla esta investigación, los exámenes son las únicas actividades de evaluación diseñadas para la asignatura. Atendiendo a esta circunstancia, una manera de instrumentar la hipótesis de investigación fue efectuar la siguiente hipótesis de trabajo: “En los exámenes de Matemática 1 están ausentes una serie de aspectos que la investigación educativa en matemática, considera hoy fundamentales para lograr aprendizajes significativos”.

Más concretamente, en los exámenes se busca evidencia de:

(a) Actividades con énfasis en el manejo significativo de los conceptos. Es decir, el planteo de situaciones que satisfagan la amplia dimensión de objetivos enunciados en los ocho principios del estándar ocho (N.C.T.M., 1989).

(b) Actividades que junto con la puesta en juego de bagaje conceptual, pongan énfasis en el manejo significativo de los procedimientos. Es decir, el planteo de situaciones que satisfagan la amplia dimensión de objetivos enunciados en los siete principios del estándar nueve (N.C.T.M., 1989).

(c) Actividades relacionadas con la resolución de problemas matemáticos, de la vida diaria y la ciencia. Es decir, situaciones que permitan evaluar la capacidad de resolver problemas aplicados a distintas áreas del conocimiento, que supongan un desafío para el alumno y sean instructivas e interesantes sin llegar a ser irresolubles, que satisfagan la amplia dimensión de objetivos enunciados en los cinco principios del estándar cinco (N.C.T.M., 1989).

(d) Actividades de autoevaluación y autorregulación del aprendizaje del alumno. Es decir, plantear situaciones de reflexión, que lleven al estudiante a tomar conciencia de las modificaciones que él mismo debe efectuar, en las estrategias que emplea para lograr un objetivo propuesto, induciéndolo luego efectuar ajustes y correcciones a un determinado

proceso de aprendizaje. Las actividades que contienen las acciones de estimar, monitorear, evaluar, verificar y tomar decisiones facilitan al alumno la regulación de su aprendizaje. (Jorba, y Casellas, 1997; Hernández Fernández, Delgado Rubí, Valverde Ramírez y Rodríguez Young, 2001; N.C.T.M., 1995; N.C.T.M.; 2000).

Metodología

El tipo de estudio llevado a cabo fue de carácter descriptivo. Se empleó la triangulación como técnica que contribuyó a obtener sólidas argumentaciones para corroborar la hipótesis de investigación.

Las características que adoptó la investigación permitió enmarcarla dentro del tipo no experimental o expo-facto (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Batista Lucio, 2000).

Muestra, unidades de análisis, variables, valores e indicadores

La muestra estuvo constituida por catorce documentos que contenían todos los temas con que se había evaluado Matemática 1 en el año 2001. Fueron los correspondientes a diez mesas examinadoras, dos exámenes parciales y dos recuperaciones de los parciales.

En esta indagación se adoptaron como unidades de análisis los enunciados de los ítems de los distintos temas de los exámenes contenidos en los mencionados documentos.

Se consideró que un ítem estaba formado por un conjunto de palabras y/o símbolos matemáticos con sentido completo con el cual se pretendía evaluar algún contenido. De esta manera, una pregunta con varios apartados podía contener más de un ítem.

Apoyándose en el marco teórico de referencia se definieron cuatro variables: “actividades de evaluación de conceptos”, “actividades de evaluación de procedimientos”, “actividades de resolución de

problemas”, y “actividades de autoevaluación y autorregulación del aprendizaje”.

A la variable “actividades de evaluación de conceptos” se la definió como: “el planteo de actividades de evaluación que contemplen los principios enumerados por el estándar 8 del N.C.T.M.”.

De idéntica manera, se definieron las variables “actividades de evaluación de procedimientos” y “actividades de evaluación de resolución de problemas” reemplazando en la definición recién enunciada, estándar 8, por estándar 9 o por estándar 5, según sea el estándar que corresponda a la variable que se define.

En cuanto a la cuarta variable, “actividades de autoevaluación y autorregulación del aprendizaje” se definió así: “planteo de situaciones de reflexión, que lleven al estudiante a tomar conciencia de las modificaciones que él mismo debe efectuar, en las estrategias que emplea para lograr un objetivo propuesto, induciéndolo luego a efectuar ajustes y correcciones a un determinado proceso de aprendizaje”.

A su vez, se tomaron como dimensiones de las tres primeras variables, a los distintos principios que las normas mencionadas consideran relevantes en cada uno de los estándares ocho, nueve y cinco.

Se escogieron como valores de los indicadores de cada dimensión de las variables a los números enteros uno o cero, de acuerdo al criterio (procedimiento) que se describe a continuación. El valor del indicador fue uno, si se presentaba en el ítem estudiado (unidad de análisis) el principio del estándar al que hace referencia la dimensión (rasgo medido) de la variable considerada. El valor del indicador fue cero si en el ítem estudiado estaba ausente el principio del estándar a que hace referencia la dimensión de la variable considerada.

Tabla 1.

Definición operacional de la variable “actividades de evaluación de resolución de problemas

Variable	Indicador	
	Dimensión	Procedimiento (indicador según la dimensión)
Actividades de evaluación de resolución de problemas	Formular problemas	1 (valor): presencia de la actividad de formulación de problemas (procedimiento). 0 (valor): ausencia de la actividad de formulación de problemas (procedimiento).
	Aplicar diversas estrategias para resolver problemas	1 (valor): presencia de la actividad de aplicación de diversas estrategias para resolver problemas (procedimiento). 0 (valor): ausencia de la actividad de aplicación de diversas estrategias para resolver problemas (procedimiento).
	Resolver problemas	1 (valor): presencia de la actividad resolución de problemas (procedimiento). 0 (valor): ausencia de la actividad resolver problemas (procedimiento).
	Comprobar e interpretar resultados	1 (valor): presencia de la actividad de comprobación e interpretación de resultados (procedimiento). 0 (valor): ausencia de la actividad de comprobación e interpretación de resultados (procedimiento).
	Generalizar soluciones	1 (valor): presencia de la actividad generalización soluciones (procedimiento). 0 (valor): ausencia de la actividad generalización soluciones (procedimiento).

Para definir operacionalmente la variable “actividades de autoevaluación y autorregulación”, se asignó al indicador de la variable el valor uno, si en el ítem analizado se presentaban situaciones de reflexión que permitieran al alumno tomar conciencia de las modificaciones que debía efectuar en las estrategias que emplea para lograr un objetivo propuesto (procedimiento), en caso contrario se asignó al indicador el valor cero.

A modo de ejemplo la Tabla 1 presenta la definición operacional de la variable “actividades de resolución de problemas”. En forma similar se efectuó la definición operacional de las otras variables.

La Tabla 1 se construyó siguiendo la teoría de Samaja (2003), quien considera al dato científico como una estructura compleja de cuatro componentes: unidad de análisis, variables, valores e indicadores. Según esta teoría el indicador se definirá con un procedimiento determinado para cada dimensión de la variable, como se indica en la Tabla 1.

Peso otorgado a cada ítem

El peso p_i del ítem i se tomó igual al número de dimensiones (principios) declarados por los estándares 5, 8 y 9 del N.C.T.M. que contemplaba el enunciado del ítem i , y a este número, se sumó el número de actividades de autoevaluación y/o autorregulación del aprendizaje formulados en el mismo. Por ejemplo si un ítem evaluaba algún aspecto de resolución de problemas observado por el estándar 5, y además un aspecto de evaluación de procedimientos del estándar 9, ese ítem era incluido en el conteo dos veces. O sea, su peso era dos, dado que era tomado cuando se contaba la frecuencia con que se presentaba en los exámenes esa determinada dimensión de la evaluación de procedimientos y cuando se contaba la frecuencia con que se manifestaba la correspondiente dimensión de resolución de problemas.

Cálculo de los porcentajes

En primer lugar, se calculó en los ítems de todos los exámenes la frecuencia de presentación de actividades que contemplasen los principios enunciados por el estándar 5 de evaluación de problemas. Iguales frecuencias se calcularon para actividades que contemplasen los principios de los estándares 8 y 9. De esta manera, se obtuvieron los siguientes resultados: en los ítems de los exámenes del año 2001, la frecuencia de presentación de los principios de evaluación de conceptos fue 94, de evaluación de procedimientos 92 y de evaluación de resolución de problemas fue 48.

Luego, se observó en los ítems de todos los exámenes, la frecuencia de presentación de actividades que evaluaban capacidades de autoevaluación y autorregulación del alumno. El diseño de este tipo de actividades en los catorce exámenes estudiados fue nulo.

En segundo lugar, se computó la suma de los pesos de todos los ítems de las 14 pruebas obteniéndose el valor 234.

Posteriormente se calculó el porcentaje de actividades de evaluación de resolución de problemas incluidos en los exámenes de la forma que sigue. Se calculó el cociente, de la frecuencia de presentación de actividades contempladas por el estándar 5 en los ítems de todos los exámenes (es decir 48), sobre el peso total de los ítems (o sea 234), y a ese resultado se lo multiplicó por 100. De este procedimiento se obtuvo que el 21% de los ítems de los exámenes evaluaban resolución de problemas. De igual manera se calcularon los porcentajes de actividades de evaluación de conceptos y de procedimientos incluidos en las pruebas.

También, se computó el porcentaje de actividades incluidas en las pruebas que no favorecían aprendizajes significativos procediendo de la manera

que sigue. Se calculó, en primera instancia, el porcentaje de ítems contenidos en las pruebas: a_2) que podían resolverse mediante simple repetición de conocimientos transmitidos, b_2) que podían resolverse mediante la ejecución de procedimientos realizados en clase, y c_2) que impliquen resolución de problemas similares a los desarrollados en clase. Luego, se sumaron los porcentajes calculados en a_2), b_2) y c_2) (Ver la Tabla 2).

En segunda instancia, se calculó el porcentaje de actividades contenidas en los exámenes que podían favorecer aprendizajes significativos. Se procedió sumando los complementos de los porcentajes calculados en a_2), b_2) y c_2) y, agregándole el porcentaje de actividades de autoevaluación y autorregulación incluidos en los exámenes. Ver en a_1), b_1) y c_1) de Tabla 2 las denominaciones correspondientes a los complementos de los porcentajes calculados en los apartados a_2), b_2) y c_2).

Resultados

Del estudio realizado resultó, que el cuarenta por ciento de los ítems incluidos en las catorce pruebas de matemática 1 del año 2001, evaluaban conceptos (estándar 8), el treinta y nueve por ciento procedimientos (estándar nueve), y el veintiuno por ciento resolución de problemas (estándar 5). Además no se presentan actividades para evaluar capacidades de autoevaluación y autorregulación.

A estos porcentajes se los desglosó en dos categorías: i) total de actividades que pueden favorecer aprendizajes significativos (33%), y ii) total de actividades que no favorecen aprendizajes significativos (67%), como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados del análisis de las actividades de evaluación de Matemática 1 del año 2001

Tipos de actividades de evaluación contenidas en los exámenes de matemática 1	Porcentaje de actividades
a ₁) Con énfasis en manejo significativo de los conceptos	16 %
b ₁) Con énfasis en el manejo significativo de los procedimientos	8 %
c ₁) Que constituyen para el alumno verdaderos problemas de aplicación en el área de la matemática, de la vida diaria y de la ciencia	9 %
d ₁) Actividades de autoevaluación y autorregulación	0%
Total de actividades que pueden favorecer aprendizajes significativos	33%
a ₂) Que pueden resolverse mediante simple repetición de conocimientos transmitidos	24 %
b ₂) Que se resuelven mediante la ejecución de procedimientos realizados en clase	31 %
c ₂) Que impliquen resolución de problemas similares a los desarrollados en clase	12 %
Total de actividades que no favorecen aprendizajes significativos	67 %

Discusión de los resultados

Características de la evaluación de conceptos, de procedimientos, de resolución de problemas, y actividades metacognitivas en la asignatura

El estudio que se realiza a continuación, se concretó atendiendo además del contenido de los estándares del N.C.T.M. a principios innovadores de educación en matemática y en ciencias volcados por Delgado Rubí (a) (2001), Delgado Rubí (b) (2001), Santos Trigo (1997), Schoenfeld (1985), Cudmani, Lozano y Lewin (1981) y en una obra clásica de Aebli (1985).

(a) Evaluación de conceptos. Los conceptos son la base del conocimiento matemático. Sólo los estudiantes que llegan a entender los conceptos, sus significados e interpretaciones son capaces de encontrar sentido a la matemática.

En Matemática 1 la evaluación de conceptos se caracteriza por:

- Poner énfasis en la memorización de los conceptos, el 24% del 40% de los ítems diseñados para evaluar conceptos requerían definir conceptos o enunciar teoremas, cuestiones que pueden contestarse por simple repetición de conocimientos transmitidos en clases.

- Conceder muy poca importancia en la evaluación a la identificación y selección de ejemplos válidos y no válidos, que muestran la capacidad del alumno de discriminar entre los atributos relevantes e irrelevantes de un concepto (el 3 % del total de los ítems de los exámenes); a la aplicación de la información a situaciones nuevas (el 2 % del total de los ítems de los exámenes); a la capacidad para contrastar conceptos (el 0,4 % del total de los ítems de los exámenes); a utilizar modelos, diagramas y símbolos para representar conceptos (el 4 % del total de los ítems de los exámenes); a reconocer diversos significados e interpretación de conceptos (el 2 % del total de los ítems de los exámenes); a identificar las condiciones que determinan un concepto en particular (el 0,8 % del total de los ítems de los exámenes); a resolver tareas que cubran varios aspectos conceptuales (el 3,8 % del total de los ítems de los exámenes) (N.C.T.M., 1989).

Estas características que presenta la evaluación de conceptos, podrían atribuirse a un tipo de enseñanza que por tradición han primado los sistemas conceptuales y en la que no se dio lugar a formas generalizadas, sistémicas e integradoras de conocimientos en las cuales la asimilación requiere

poner en práctica estrategias cognitivas y metacognitivas en distintas áreas de conocimientos. Esta circunstancia llevaría a una baja solidez de lo asimilado. La experiencia vivida en la institución, evidenciaría que el alumno no es capaz de instrumentar, en otros cursos de su carrera, un gran número de conceptos aprendidos en Matemática 1, debido a que no se han incorporado de modo estable y significativo a su estructura cognositiva.

(b) Evaluación de procedimientos. En el contexto de la enseñanza de la matemática, un procedimiento significa un método seguido para conseguir un resultado. En matemática existen diversos procedimientos para lograr un resultado: de cálculo, geométricos, lógicos etc. Hernández Fernández basándose en la teoría psicológica de la actividad, caracteriza a las siguientes habilidades como procedimientos generales matemáticos: interpretar, identificar, calcular, algoritmizar, recodificar, graficar, definir, demostrar, modelar, comparar, resolver, optimizar y aproximar. Está demostrado que estos procedimientos se presentan como una totalidad imprescindible para el trabajo con la matemática y sus modelos. Tienen naturaleza jerárquica y carácter sistémico. Como todo sistema admite diferentes descripciones para cada procedimiento encontradas en la bibliografía (Delgado Rubí (a), 2001).

De acuerdo con las normas del N.C.T.M. “el conocimiento procesual significa mucho más que la simple puesta en práctica. Los alumnos deben saber cuándo aplicarlos, por qué funcionan, y cómo verificar que las respuestas que ofrece son correctas; también deben entender los conceptos sobre los que se apoya un proceso y la lógica que lo sustenta” (N.C.T.M., 1989, p. 235). La evaluación del conocimiento procesual debe considerar todos los aspectos de este conocimiento valorados en el estándar nueve.

En Matemática 1, la evaluación de procedimientos se distingue por:

- Jerarquizar la puesta en práctica de determinados procedimientos particulares ejecutados en clase (el 31 % del 39% de los ítems diseñados para evaluar procedimientos). Todas las pruebas contienen entre

tres y cinco ítems que evalúan este aspecto de los procedimientos.

- Se pidió al alumno que explique las razones de los distintos pasos seguidos en los procedimientos para demostrar teoremas en el 8% del 39% de los ítems de evaluación de procedimientos propuestos los exámenes.

- No se encontraron preguntas para evaluar los siguientes principios valorados en el estándar nueve: (a) verificar el resultado de un procedimiento, (b) reconocer procedimientos correctos e incorrectos, (d) generar procedimientos nuevos y ampliar o modificar los ya conocidos, y (e) reconocer la naturaleza y el papel de los procedimientos dentro de las matemáticas (N.C.T.M., 1989).

Estas particularidades en la evaluación de los procedimientos producen falta de solidez en la asimilación de los conocimientos de la materia y en consecuencia el olvido de los mismos. Para evitar esta situación, investigadores en educación matemática aconsejan dirigir los esfuerzos a la formación de los procedimientos matemáticos generales, oportunamente citados, en contraposición con la enseñanza tradicional, “*que pone énfasis en el aprendizaje de muchos procedimientos específicos sin destacar ni sistematizar los modos de actuación del sujeto*” (Delgado Rubí (a), 2001, p. 70).

(c) Evaluación de resolución de problemas. Para efectuar el análisis de este punto, resultan esclarecedoras las ideas dadas por Polya, Santos Trigo y Schoenfeld respecto a qué es un problema y qué significa resolver un problema. Las definiciones dadas por estos autores, poseen en común el hecho de considerar que una situación solamente puede concebirse como un problema, en la medida en que no se disponga de procedimientos de tipo automático para solucionarla de forma inmediata, sino que requiere de un proceso de reflexión o toma de decisiones sobre los pasos a seguir (Polya, 1974; Schoenfeld, 1985; Santos Trigo, 1997).

De igual manera, Aebli, refiriéndose a principios de Piaget, distingue entre adquisición de hábitos y de operaciones. Cuando un individuo da solución al planteo de una situación mediante un

hábito, lo hace en forma mecánica, respondiendo a una reacción producida por un mecanismo exterior (señal) y no sabe asignarle significado. Los hábitos se olvidan fácilmente por que son irreversibles y están relativamente aislados entre sí. Las operaciones se agrupan y forman sistemas de conjunto. Son reversibles y tienen significado para el sujeto, por lo tanto resisten mucho más al olvido que los hábitos. Conforme a estas ideas, cuando un problema se resuelve realizando operaciones, propicia aprendizajes significativos (Aebli, 1958; Cudmani, Lozano y Lewin, 1981).

La evaluación de problemas en la asignatura presenta las características siguientes:

- El análisis mostró que sólo el 9 % del 21 % de los ítems diseñados para examinar resolución de problemas, resultaron ser verdaderas situaciones problemáticas para los estudiantes dentro del área de la matemática, de la vida diaria o de la ciencia. El resto, el 12% del total de los ítems, eran simples ejercicios o problemas tipo similares a los resueltos en el curso.
- Sólo uno de los ítems de los exámenes requería la comprobación e interpretación de los resultados de un problema (el 0,004 % del total de los ítems de los exámenes).
- No se propusieron problemas abiertos, ni cuestiones en los que el alumno debía reconocer la existencia de datos innecesarios o faltantes, ni problemas cuya solución resultara un desafío para el estudiante.
- No se evaluó la capacidad para: plantear problemas, aplicar diversas estrategias para resolver problemas, comprobar e interpretar resultados y generalizar soluciones (N.C.T.M., 1989).

(d) Actividades de autoevaluación y autorregulación del aprendizaje

En los exámenes de Matemática de 2001 se observó ausencia de este tipo de actividades.

(e) En síntesis, las tareas propuestas en los exámenes escritos de la asignatura tendrían las características dadas en las siguientes proposiciones:

- I₁. la evaluación de conceptos pondría énfasis en la memorización de los conceptos;
- I₂. la evaluación de procedimientos jerarquizaría la puesta en práctica de determinados procedimientos

particulares ejecutados en clase, más como hábitos y automatismos que como procesos reflexivos;

- I₃. la evaluación de problemas pondría el acento en situaciones similares a las resueltas en clases, siendo muy escasas las que resultan ser verdaderas situaciones problemáticas para los estudiantes;

- I₄. en las pruebas de evaluación sumativa, únicos instrumentos empleados para evaluar la asignatura. hay ausencia de actividades autoevaluativas y de autorregulación del aprendizaje;

- I₅. sólo el 33% de las actividades evaluativas podrían favorecer aprendizajes significativos.

Corroboración de la hipótesis de trabajo

Las evidencias mostradas por el estudio de esta documentación proporcionarían suficientes elementos para corroborar que: “en los exámenes de Matemática 1 están ausentes una serie de aspectos que la investigación educativa en matemática, considera hoy fundamentales para lograr aprendizajes significativos”.

La triangulación como estrategia de interpretación.

Para contrastar la hipótesis de trabajo se recurrió a la triangulación como estrategia de interpretación.

“El principio básico subyacente en la idea de triangulación es el de recoger observaciones / apreciaciones de una situación (o algún aspecto de ella) desde una variedad de ángulos o perspectivas y después compararlas y contrastarlas” (Elliott, 1980: 116).

Siendo esta investigación parte de una indagación más amplia, se disponen de evidencias originadas en una serie de proposiciones resultantes de encuestas efectuadas a docentes y alumnos del año 2001 de la asignatura (Villalonga de García, Colombo de Cudmani, 2001, 2002).

Dichas proposiciones fueron las siguientes:

P1. “No se efectuaría evaluación integral del aprendizaje” (*Encuesta a docentes 2001*).

Esta proposición se construyó cruzando los resultados de otras seis proposiciones obtenidas de la *encuesta a docentes del año 2001*. Las mismas fueron:

P₁₁ - Las pruebas de evaluación se limitarían a evaluar sólo estrategias cognitivas.

P₁₂ - No se examinarían conocimientos previos de los estudiantes.

P₁₃ - Poca relevancia tendría la evaluación de conocimientos integrados.

P₁₄ - La evaluación pondría acento en la valoración de las capacidades de adquisición de información, comprensión y aplicación.

P₁₅ - No se evaluarían actitudes del estudiante hacia la asignatura ni otras actitudes globales.

P₁₆ - La evaluación no sería concebida por los docentes como medio para motivar al alumno y mejorar su personalidad.

P₁₇ - La principal función que desempeñaría la evaluación sería medir el rendimiento de los alumnos para acreditar.

Las siguientes proposiciones resultaron de la confrontación de proposiciones de la *encuesta a docentes y a alumnos del año 2001*:

B₁ - “No se preverían en forma sistemática actividades de evaluación que permitan al estudiante autoevaluarse y autorregular su aprendizaje, sin embargo un porcentaje destacado de estudiantes emplearía estrategias metacognitivas para aprender”.

B₂ - “Las pruebas de papel y lápiz serían los instrumentos más empleados para la evaluación de los alumnos”

B₃ - “Se detectarían fallas en la comunicación docente-alumno”.

B₄ - “Se evidenciarían en la evaluación del aprendizaje deficiencias atribuidas a condiciones ambientales en que se desarrolla el proceso de enseñanza y aprendizaje”.

B₅ - “Las principales causas de fracasos en las evaluaciones, señaladas por docentes y alumnos, serían la falta de estudio y la deficiente preparación del ingresante”.

Triangulando los resultados de las proposiciones P₁, B₁, B₂, B₃, B₄ y B₅ de investigaciones anteriores con los resultados de las proposiciones I₁, I₂, I₃, I₄, I₅ de esta investigación obtendríamos suficientes elementos para

convalidar la hipótesis de investigación: “la evaluación del aprendizaje de la asignatura no favorece aprendizajes significativos”

Conclusiones

De los resultados mostrados de su análisis e interpretación se obtuvieron las conclusiones siguientes:

(1) Tomando como base el diagnóstico de la evaluación del aprendizaje de la asignatura efectuado y atendiendo las carencias que la misma presenta acorde al marco teórico de referencia, surgen lineamientos orientadores aspirando revertir la situación descrita en el contexto investigado. Los mismos implicarían una serie de cambios dirigidos a:

(a) tratar de integrar más la evaluación a la enseñanza;

(b) entrenar a los estudiantes para que desarrollen habilidades que les permitan evaluar el avance de su propio trabajo, de modo que dejen de ser los docentes los únicos jueces de su progreso;

(c) comunicar a los estudiantes los resultados de la evaluación de su desempeño, apartándose simplemente indicar en la evaluación si las respuestas son correctas o no;

(d) alejarse de la dependencia sólo de la evidencia dada por las pruebas de papel y lápiz, empleando diversos instrumentos de evaluación que demuestren el desempeño del estudiante durante intervalos prolongados de tiempo (tareas desarrolladas en clases, control de lectura, proyectos etc.), de manera que el estudiante pueda mostrar el real incremento de su potencia matemática.

(2) El diseño metodológico ha resultado adecuado para cubrir el objetivo de este trabajo.

Estos lineamientos dan origen a una nueva investigación para intentar dar solución al siguiente problema:

¿Es posible elaborar un programa de evaluación del aprendizaje para la asignatura Matemática 1, basado en el modelo de evaluación alternativa mencionado, que contribuya a elevar la calidad de la evaluación de dichos aprendizajes y del proceso mismo de enseñanza y aprendizaje?

Bibliografía

- Abraira Fernández C. y Villella J. (2001). Apuntes para la evaluación del conocimiento didáctico matemático. *Educación en ciencias. Matemáticas y experimentales*. Vol IV. Nº 11. (pp. 5-16). Buenos Aires-Argentina.
- Aebli, H. (1958). *Una didáctica fundada en la psicología de Jean Piaget*. Buenos Aires-Argentina: Editorial Kapeluz.
- Alonso, M., Gil D. y Martínez Torregosa, J. (1992). Los exámenes de física en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación. *Enseñanza de las ciencias*. Volumen 10. Nro.2 (pp.127-138).
- Ausubel, D. (1978). Citado por Alonso, M., Gil D., y Martínez Torregosa, J. (1992). Los exámenes de física en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación. *Enseñanza de las ciencias*. Volumen 10. Nro.2, (pp.127-138).
- Coll, C. (1987). En Czar M. y Pizarro de Raya A. 1993. "Las corrientes psicológicas en el estudio del aprendizaje", en Czar, M., Pizarro de Raya A., Badfessi de Talpalar, C. (Eds.), *Concepciones del aprendizaje y práctica docente* (pp.4-64). Módulo 4. Curso de formación pedagógica para docentes universitarios. Instituto Coordinador de Programas de Capacitación. Argentina: Universidad Nacional de Tucumán.
- Colombo de Cudmani, Villalonga de García, y Raya (2003). *Marcos teóricos de referencia para orientar la evaluación del aprendizaje en cursos básicos universitarios en ciencias* publicado en Memorias de la VIII Conferencia Interamericana sobre educación en la Física. Vol. CD. La Habana-Cuba.
- Cudmani, L. de, Lozano, S. de y Lewin A. de, (1981). El problema de aplicación como instrumento de aprendizaje operativo de la física básica. *Revista brasileira de Física*. Vol. 11, Nº 1 (pp.269-302).
- Czar M. y Pizarro de Raya A. (1993). "Las corrientes psicológicas en el estudio del aprendizaje", en Czar, M., Pizarro de Raya A., Badfessi de Talpalar, C. (Eds.), *Concepciones del aprendizaje y práctica docente* (pp.4-64). Módulo 4. Curso de formación pedagógica para docentes universitarios. Instituto Coordinador de Programas de Capacitación. Argentina: Universidad Nacional de Tucumán.
- Delgado Rubí, J. (a) (2001). "Los procedimientos generales matemáticos", en Hernández Fernández, H., Delgado Rubí, J. y Fernández de Alaíza, B. (Eds.), *Cuestiones de didáctica de la matemática. Conceptos y procedimientos en la educación polimodal y superior* (pp 69-88). Rosario- Argentina: Homo Sapiens Ediciones.
- Delgado Rubí, J. (b) (2001). "Apuntes sobre la enseñanza problemática y la resolución de problemas", en Hernández Fernández, H., Delgado Rubí, J. y Fernández de Alaíza, B. (Eds.), *Cuestiones de didáctica de la matemática. Conceptos y procedimientos en la educación polimodal y superior* (pp. 89-98). Rosario- Argentina: Homo Sapiens Ediciones.
- Elliott, J. (1980). Citado por Santos, M. (1998). *Hacer visible lo cotidiano. Teoría y práctica de la evaluación cualitativa de los centros escolares*. 3ª edición. Madrid – España: Ediciones Akal.
- Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A. (1992) *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid Ediciones Morata.
- González de Galindo S. y Villalonga de García P. (2002). Análisis crítico de un currículo de matemática. *Revista Educación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Yucatán*, Nº 25 semestre enero-junio 2002. (pp. 39-47). México.
- González Pérez, M. (2000). *Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria*. CEPES. Cuba: Universidad de La Habana.
- Hernández Fernández, H. (2001). "Vigotsky y la estructuración del conocimiento matemático. Experiencia cubana.", en Hernández Fernández, H., Delgado Rubí, J. y Fernández de Alaíza, B. (Eds.), *Cuestiones de didáctica de la matemática. Conceptos y procedimientos en la educación polimodal y superior* (pp. 33-54). Rosario- Argentina: Homo Sapiens Ediciones.

- Hernández Sampieri R., Fernández Collado C. y Baptista Lucio P, (2000). *Metodología de la investigación*. México: Editorial McGraw-Hill.
- Hernández Fernández, H., Delgado Rubí, R., Valverde Ramírez, L., Rodríguez Young, T. (2001). “Un recurso metacognitivo para resolución de problemas en matemática: el autocontrol” en Hernández Fernández, H., Delgado Rubí, J. y Fernández de Alaíza, B. (Eds). *Cuestiones de didáctica de la matemática. Conceptos y procedimientos en la educación polimodal y superior* (pp 107- 119). Rosario- Argentina: Homo Sapiens Ediciones.
- Fernández de Alaíza García, B. (2001). “La psicología cognitiva contemporánea y sus aplicaciones en la enseñanza de la matemática para no matemáticos” en Hernández Fernández, H., Delgado Rubí, J. y Fernández de Alaíza, B. (Eds). *Cuestiones de didáctica de la matemática. Conceptos y procedimientos en la educación polimodal y superior* (pp 27-31). Rosario- Argentina: Homo Sapiens Ediciones.
- Jorba, J. y Casellas, E. (1997). *Estrategias y técnicas para la gestión social del aula. Volumen I. La regulación y autorregulación de los aprendizajes*. Editorial Síntesis.
- Moreira, M. (a) (1997). “La teoría del desarrollo cognitivo de Piaget”, en Moreira, M. (Ed.), *Enfoques teóricos. Monografías sobre aprendizagem e ensino*. Material impreso. Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Moreira, M. (b) 1997. “La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel”, en Moreira, M. (Ed.), *Enfoques teóricos. Monografías sobre aprendizagem e ensino*. Material impreso. Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- N.C.T.M. (1989). *Estándares Curriculares y de Evaluación para la Educación Matemática*. Sevilla. 267 pp. Edición española de *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics* (Tr. por la Sociedad Andaluza de Educación Matemática «Thales»).
- N.C.T.M. (1995). *Assessment Standards for School Mathematics*. Editado en internet: <http://standards.nctm.org/Previous/AssStds/index.htm> (11/4/2003)
- N.C.T.M. (a), (2000). “Principles for School Mathematics”, en N.C.T.M. (2000) (Ed) *Principles and Standards for School Mathematics*. Editado en internet: <http://standards.nctm.org/document/chapter2/index.htm> (11/4/2003)
- N.C.T.M. (b), (2000). “The assessment principle”, en N.C.T.M. (2000) (Eds) *Principles and Standards for School Mathematics*. Editado en internet: <http://standards.nctm.org/document/chapter2/index.htm> (11/4/2003)
- Polya, G. 1974. *Cómo plantear y resolver problema*. México: Editorial Trillas.
- Raya, F. y Colombo de Cudmani, L. (2001). *Algunas reflexiones acerca de lo que expresan los alumnos sobre la evaluación en botánica*. V Jornadas Nacionales de la Enseñanza de la Biología. Misiones- Argentina.
- Otero M. y Fanaro, M. (2001). El conocimiento matemático de los alumnos que ingresan a la universidad. *Revista Latinoamericana de investigación en Matemática Educativa*. Vol. 4. Nº 3. (pp. 267- 287).
- Rinaudo, M. y Squillari, R. (2000). El aprendizaje en las aulas universitarias. *Revista IRICE*. Nº14. (pp. 61 -67).
- Rinaudo, M., Chiecher, A. y Danolo, D. (2001). Percepciones acerca de las clases y aprendizaje en la universidad. *Revista IRICE*. Nº15. (pp. 73 -82).
- Santos Trigo, L. (1997). *Principios y métodos de la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Sanz, T. (1991). *La planificación pedagógica de la enseñanza*. La Habana- Cuba.
- Samaja J. (2003). *Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*. 3º edición. 3º reimpresión. Buenos Aires: Editorial Eudeba.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. USA: Academic Press, Inc.
-

- Villalonga de García P. y Colombo de Cudmani, L. (2001). *La evaluación del aprendizaje en cursos básicos de cálculo en una facultad de ciencias*. Vigésimo cuarta Reunión de Educación Matemática. Septiembre de 2001. San Luis- Argentina.
- Villalonga de García, P. y Colombo de Cudmani, L. (2002). *La evaluación del aprendizaje de Matemática 1 desde la perspectiva del alumno*. VI Reunión de Didáctica de la Matemática del Cono Sur. Memorias en prensa. Julio de 2002. Buenos Aires- Argentina.
- Villalonga de García, P. y González de Galindo, S (1999). Como enseñar matemática a cursos numerosos sin recurrir a la clase magistral. *Revista Científica de la Universidad Blas Pascal*. Vol.13 (pp. 13-18).