

Evaluación de la práctica docente de un curso universitario mediante el diario del profesor

Susana González de Galindo y Patricia Villalonga de García

Resumen

Para superar falencias de las clases multitudinarias de tipo tradicional de Matemática 1, asignatura de primer año de una Facultad de ciencias, se implementó una estrategia didáctica. Se usó un material instruccional elaborado según criterios para la enseñanza, derivados de lineamientos de teorías cognitivas. En este trabajo se investiga si la práctica didáctica respondió a los criterios establecidos, analizando el diario del profesor, producto de la observación participante de las clases. Se concluyó que los criterios se cumplieron en gran medida.

Introducción

En la asignatura Matemática I se desarrollan los conceptos básicos del Cálculo Diferencial e Integral de una variable, durante el primer cuatrimestre de primer año de las carreras que se cursan en la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Este trabajo es un avance del Proyecto “Metodologías de enseñanza y evaluación que favorecen aprendizajes significativos para cursos masivos de primer año de una facultad de ciencias” del Consejo de Investigación de esta Universidad. El objetivo del Proyecto fue diseñar e implementar en las clases multitudinarias de Matemática I, una estrategia didáctica basada en teorías cognitivas. Para evaluar la estrategia implementada en el año 2006, se recurrió a las siguientes fuentes de datos: las opiniones del docente que desarrolló la estrategia y las opiniones de los alumnos involucrados en la experiencia.

En este artículo se presentan los resultados aportados por el análisis de los datos registrados en el *diario del profesor*, obtenidos de la observación participante realizada por el docente que estuvo a cargo de las clases.

Las falencias más notables de las clases de tipo tradicional, implementadas en esta asignatura, eran: deficiente relación docente-alumno (1/400 en las clases teóricas y 1/100 en las prácticas), alumnos pasivos y desmotivados y mínima comunicación entre los participantes.

Para superar tales deficiencias se comenzó por caracterizar un marco teórico elaborado a partir de principios sostenidos por Piaget, Ausubel y Vigotsky (Coll y Martí, 1994; Moreira, 1997; Pérez Gómez, 1992). Los criterios que de él se

derivaron, fueron explicitados en un trabajo previo (Villalonga de García y González de Galindo, 2005).

Para satisfacer tales criterios y atendiendo a las limitaciones del contexto, se diseñó una estrategia didáctica a implementar en las clases en las que se desarrollarían los contenidos relativos a “Función continua”. Dicha estrategia se basó en el uso de *un material instruccional ad hoc* elaborado desde una óptica constructivista. Este material fue diseñado dejando “espacios en blanco” para ser llenados por los alumnos durante el desarrollo de las clases. Fue sometido a validación por pares antes de ser usado (González de Galindo, Marcilla y Villalonga de García, 2006). La sección inicial de la guía se presenta en el Apéndice 1.

Previo al desarrollo de tema “Función continua” se analizaron los resultados de una prueba de lápiz y papel, destinada a evaluar los conocimientos previos de los alumnos requeridos para su aprendizaje.

La implementación de la guía en el aula se llevó a cabo en ocho horas reloj (cuatro clases), tiempo establecido para el desarrollo de estos contenidos en la planificación de la asignatura por el profesor de máxima jerarquía. Los estudiantes que participaron fueron alrededor de cuatrocientos. Por limitaciones de infraestructura edilicia fueron distribuidos en dos turnos de aproximadamente doscientos alumnos cada uno. Las clases de ambos grupos estuvieron a cargo del mismo docente quien estimuló los cuestionamientos, la formulación de hipótesis, la conexión entre contenidos y el cambio entre las distintas representaciones semióticas (Coll y Solé, 1992). El modelo de trabajo seleccionado puso énfasis en la naturaleza individual y colectiva del proceso de aprendizaje. Se decidió alternar espacios de trabajo independiente, destinados a la reflexión del alumno sobre sus estructuras cognitivas, con otros destinados a la interacción cooperativa entre los estudiantes. El trabajo en el aula estuvo planificado para ser desarrollado en seis momentos: 1) indicaciones del docente y lectura de la actividad de la guía; 2) reflexión personal; 3) discusión intra grupo; 4) discusión plenaria; 5) formalización de conceptos; 6) resolución de situaciones problemáticas (González de Galindo, Marcilla y Villalonga de García, 2006).

Para evaluar la experiencia se recurrió a los siguientes instrumentos: un *cuestionario* implementado a los alumnos y el *diario del profesor*.

Este informe presenta el análisis de los registros del *diario del profesor*. Posteriormente se triangularán las conclusiones que se obtengan de ambos instrumentos.

Marco teórico

Para este trabajo se han rescatado elementos de diversos modelos contemporáneos de aprendizaje que han mostrado ser eficientes en la enseñanza de las disciplinas científicas. Se construyó, así, el marco teórico a partir de principios

sostenidos por las teorías cognitivas de Piaget, Ausubel y Vigotsky (Coll y Martí, 1994; Moreira, 1997; Pérez Gómez, 1992).

De acuerdo a las pautas establecidas por estas teorías, el modelo de enseñanza y aprendizaje que sirvió de referente en esta investigación se apoya en los siguientes fundamentos:

- a) *una concepción sistémica y compleja de la realidad y de los procesos de enseñanza –aprendizaje que pretenden conocerla,*
- b) *una visión constructivista e investigadora del desarrollo y del aprendizaje humano, y*
- c) *una perspectiva crítica y social de la enseñanza”* (Porlán y Martín 2000: 17).

En particular, se reconoció que para lograr un aprendizaje significativo en Matemática, la enseñanza debe hacer hincapié en las estructuras básicas de los procedimientos y los conceptos matemáticos y responder a las capacidades intelectuales de los alumnos. El término estructura matemática alude a la estructura del contenido que se aborda, es decir, a la forma en que el conjunto de conocimientos matemáticos se organizan y se interrelacionan internamente (Pacheco, 2005). Por lo tanto la comprensión del conocimiento matemático depende del aprendizaje sistemático y significativo de esas estructuras, las que paulatinamente se van ampliando y profundizando.

Los principios didácticos que se derivan del modelo seleccionado y que actúan como guías en cualquier propuesta de intervención son:

- i) *la investigación de los alumnos* como el proceso de construcción de normas, actitudes, destrezas y conocimientos en el aula;
- ii) *la investigación de los docentes* como una manera de favorecer una práctica reflexiva y un desarrollo profesional constante y
- iii) *una concepción de currículo* cuyas características fundamentales son las de ser procesual, abierto y experimental, lo que hace posible un equilibrio entre las instancias de planificación y evaluación de la enseñanza (Porlán y Martín, 2000; González de Galindo y Colombo de Cudmani, 2006).

En relación a *la investigación de los alumnos* se implementó una encuesta cuyos datos se están procesando actualmente.

En relación al *currículo* se consideró, en el caso particular de la Matemática, que debe ser diseñado en espiral, para que los contenidos aparezcan una y otra vez, de forma tal que cada nuevo abordaje sea menos intuitivo y más formalizado que el anterior, permitiendo el conocimiento de un conjunto cada vez mayor de relaciones entre los distintos contenidos matemáticos (Pacheco, 2005). Las características que deben guiar el desarrollo de un currículo matemático son (Fandiño Pinilla, 2003):

- a) Con respecto a la enseñanza: se debe recurrir a situaciones a-didácticas (Sadovsky, 2005), emplear métodos participativos, hacer matemáticas como un trabajo de modelización (Chevallard, Bosch y Gascón; 1997; Gascón,

- 2001), incluir actividades motivadoras, aplicaciones culturales y temas actuales, mostrar a la matemática como un producto temporal e histórico, como una disciplina en constante evolución. Es decir, desarrollar actividades que promuevan la institucionalización del saber (Sadovsky, 2005).
- b) Con respecto al aprendizaje: se aconseja seguir un ritmo personalizado, favorecer la comunicación entre los distintos lenguajes matemáticos, plantear situaciones de aprendizaje por descubrimiento e investigación, actividades de solución abierta y problemas complejos.
 - c) Con respecto a la evaluación del conocimiento matemático: evaluar razonamientos y procesos, ser cualitativa y tener carácter formativo (Villalonga de García, 2003).

En relación a *la investigación de los docentes*, el diario del profesor se constituye en un instrumento que favorece el desarrollo de los niveles descriptivos, analítico-explicativos y valorativos del proceso educativo. El mismo permite reflexionar críticamente sobre la propia actividad, posibilitando contar con nuevos referentes al momento de tomar decisiones, mejorar el nivel comunicativo y posibilitar la adopción de otros estilos de enseñanza (Kunzevich y Hosanna, 2005).

En el área disciplinar que nos ocupa, los Estándares Curriculares y de Evaluación para la Educación Matemática (NCTM, 1989, 2002) sugieren recoger diversos tipos de información sobre el proceso educativo a partir de continuas observaciones en el aula, entre otros procedimientos. Consideran necesario indagar acerca de los aspectos que contribuyen a incrementar la *potencia matemática*¹ de los estudiantes. La investigación sobre la propia práctica docente es un medio excelente de desarrollo profesional de los docentes, irrenunciable para la mejora de su acción en el aula (Montero, 1992).

Todas estas reflexiones determinaron la relevancia del *diario del profesor*, para analizar si la práctica docente respondió a los criterios orientadores para la enseñanza de la matemática, derivados de las teorías constructivistas mencionadas. Tales criterios son (Villalonga de García y González de Galindo, 2005):

En el aula el docente debiera:

- C₁: Favorecer el protagonismo activo del estudiante como responsable de su aprendizaje.
- C₂: Propiciar el intercambio grupal de significados.
- C₃: Otorgar mayor dinamismo al proceso de enseñanza aprendizaje, con un ritmo que mantenga la atención y el interés.

¹ “La potencia matemática incluye la habilidad para explorar, efectuar conjeturas, y razonar lógicamente; para resolver problemas no rutinarios; para comunicar ideas matemáticas, 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” (Traducción efectuada por las autoras, extraída del glosario de la versión electrónica de los estándares del N.C.T.M. (1995)).

- C₄: Presentar los contenidos de modo de facilitar el desarrollo de las capacidades y destrezas propias del conocimiento matemático favoreciendo el desarrollo de la potencia matemática (N.C.T.M., 1995). Tales capacidades son: definir y demostrar (habilidades que por su propia naturaleza establecen el vínculo primario con el sistema de conocimientos), identificar, interpretar, recodificar, graficar, algoritmizar y calcular (Delgado Rubí, 2001).
- C₅: Favorecer el cambio del rol docente, desde el de transmisor de conocimientos ciertos y acabados, al de facilitador de aprendizajes centrados en cuestionamientos, reflexión crítica y construcción de significados, con la capacidad de generar en la clase una atmósfera de coparticipación distendida y motivadora.
- C₆: Despertar el interés por los temas del Cálculo, basándose en el uso y necesidad práctica de los mismos para resolver problemas vinculados a la carrera y a la vida diaria.
- C₇: Diseñar los instrumentos de evaluación de los aprendizajes de modo que se aprecie la importancia que se conceden a los aprendizajes significativos.

Estos criterios responden, en gran medida, a un modelo docente fundamentado en una epistemología constructivista: el constructivismo psicológico, desde el cual se interpreta que enseñar matemática es brindar posibilidades para que los estudiantes construyan conocimientos matemáticos, a través de un proceso psicológico. En esta forma de constructivismo, se instrumentaliza la resolución de problemas como un medio para construir los nuevos conocimientos (Gascón, 2001).

Hipótesis

La problemática planteada orientó a enunciar la siguiente hipótesis sustantiva de investigación (Samaja, 2003):

Para contrastar esta hipótesis se enunciaron las siguientes hipótesis de trabajo:

- H: "Al implementar el material instruccional, la práctica didáctica satisface los criterios para la enseñanza de la Matemática derivados del marco teórico".
- H₁: "Durante las clases el grupo de alumnos evidencia un buen nivel de atención y participación y logra razonamientos de buen nivel cognitivo".
- H₂: "Las actividades incluidas en el material didáctico, son adecuadas para ser desarrolladas en las clases, en cuanto al número y al nivel de exigencias".
- H₃: "El docente se vale del error para favorecer la construcción de significados".
- H₄: "Las preguntas que formula el docente siempre obtienen alguna respuesta, correcta o incorrecta, por parte del alumno".
- H₅: "Al formular preguntas, el docente tiene una actitud democrática al seleccionar al alumno respondiente".

Metodología

Dado que el objetivo de este estudio fue la descripción de los aspectos más relevantes del proceso de enseñanza y aprendizaje en base a las notas de campo del diario del docente, esta investigación puede caracterizarse como un estudio de tipo descriptivo, no experimental o ex post-facto (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2000). La vertiente interpretativa del mismo se completará, en un trabajo posterior, al triangular los resultados obtenidos por esta fuente de información con los logrados de la encuesta implementada a los alumnos (Elliott, 1980).

Instrumento de recolección de datos: El diario del profesor

A partir de la observación participante de las clases, el docente volcó en el *diario* las acciones acontecidas en el aula, sus propios pensamientos, interpretaciones e impresiones, elaborando de esta manera las **notas de campo**. En el registro de estas notas se tuvieron presentes algunas de las técnicas sugeridas por Taylor y Bogdan (1987) para recordar detalles: *prestar atención, reproducir mentalmente las observaciones y escenas, tomar las notas tan pronto como resulte posible, grabar un resumen o bosquejo de la observación* sólo si hubiera retraso entre el momento de la observación y el registro de las notas de campo.

Para que la observación gozara de las cualidades de la observación científica, se la orientó hacia un objetivo determinado, estableciendo el siguiente sistema.

Sistema de observaciones: Se construyó un sistema con variables predeterminadas surgidas de los criterios establecidos, de las aportaciones de Brophy y Good (1986) y de la experiencia de las autoras (González de Galindo y Colombo de Cudmani, 2006). Se siguieron los pasos sugeridos por Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2000):

- a) **Definir con precisión el universo de aspectos, eventos o conductas a observar.** En este caso, el universo estuvo constituido por aspectos relativos al comportamiento verbal y no verbal del grupo de alumnos, al nivel cognitivo de sus razonamientos matemáticos, al material didáctico empleado y a aspectos relativos a las preguntas del docente.
- b) **Extraer una muestra representativa de los aspectos, eventos o conductas a observar.** En este caso, los aspectos considerados de interés en la investigación fueron: nivel de atención, de participación y cognitivo de los razonamientos de los alumnos, el material didáctico, el valor instructivo del error, el nivel de dificultad de las preguntas del docente y la modalidad de selección del respondiente.
- c) **Establecer las unidades de observación:** éstas fueron las notas del diario.
- d) **Establecer y definir variables y dimensiones de observación** (ver Tabla 1).
- e) **Elaborar la hoja para codificar los datos de cada clase.**
- f) **Realizar los análisis apropiados.**

Este procedimiento permitió diseñar un objeto modelo del objeto real de estudio, descrito en el párrafo siguiente.

El objeto modelo de la investigación

Se construyó el objeto modelo de investigación, tomando como base la concepción ternaria de ciencia apoyada por Pierce y Samaja (Villalonga de García y Colombo de Cudmani, 2006).

Samaja (2003) considera que todo *dato* de cualquier investigación empírica, posee una estructura compleja invariante de cuatro componentes: unidad de análisis, variables, valores e indicadores, que se denomina *matriz de datos* y en la cual el indicador es el procedimiento aplicado a cada dimensión relevante de la variable para efectuar su medición o valoración. Tales procedimientos incluyen desde el empleo de un indicio perceptivo simple, hasta la construcción, para variables complejas, de escalas o números índices que combinan muchos ítems o dimensiones. Este autor sostiene que toda descripción de un objeto complejo (en principio, todo objeto de estudio en el área educativa es complejo) puede realizarse mediante un *sistema de matrices de datos*, considerado como una clase especial de *modelo*.

Tabla 1: El objeto modelo de la investigación

Unidad de análisis	Variable	Indicador	
		Dimensión	Valor
L A N O T A D E L D I A R I O	Nivel de atención		Alto
			Medio
			Bajo
	Nivel de participación		Alto
			Medio
			Bajo
	Nivel cognitivo de los razonamientos de los alumnos		Alto
			Medio
			Bajo
	Material didáctico		Bueno
			Regular
			Malo
Valor instructivo del error		Aprovechado	
		Medianamente aprovechado	
		Desaprovechado	
Preguntas del docente	Nivel de dificultad de la pregunta		Adecuado
			Inadecuado
	Selección del respondiente		Adecuado
			Inadecuado

En este sistema al conjunto de variables que se escogen para describir el objeto de estudio se denomina *espacio de atributos*. El objeto modelo de la investigación queda delimitado por los distintos tipos de unidades de análisis

escogidas para la indagación, mediante la aplicación de un espacio de atributos propio de cada tipo de unidad de análisis. En base a estos principios se definen a continuación los elementos del sistema de matrices de datos de este estudio.

La **unidad de análisis** fue la nota de campo volcada en el diario del profesor.

Las **variables** fueron:

Con respecto al *desempeño del grupo de alumnos durante las clases* se definieron las siguientes variables: Nivel de atención, Nivel de participación y Nivel cognitivo de los razonamientos de los alumnos. Para cada una se presenta su definición conceptual y operacional, indicando el procedimiento empleado para valorarla (González de Galindo y Colombo de Cudmani, 2006):

Nivel de atención (dimensión relativa a los criterios C_3 y C_6): manifestaciones corporales y conductas visuales evidenciadas por los alumnos durante las clases en las que se desarrolló la guía, interpretándolas como síntomas del interés de los alumnos (esta dimensión responde a recientes investigaciones en metodología observacional, las que sostienen que los movimientos del cuerpo son índices válidos de distintos procesos psicológicos (Anguera Argilaga et al, 2000).

El nivel de atención asumió los valores Alto, Mediano y Bajo:

- *Alto*: Si el docente percibió que la mayoría de los alumnos estuvieron pendientes del desarrollo del tema y de los comentarios del docente y de los compañeros, comportamiento puesto de manifiesto a través de las posturas corporales y de la conducta visual de los alumnos que dirigían su mirada al interlocutor (procedimiento).
- *Mediano*: Si el docente percibió que fue similar el porcentaje de alumnos atentos que el de los distraídos, los que dirigían su mirada a cualquier otra parte (procedimiento).
- *Bajo*: Si el docente percibió que la mayoría se mostró distraído, aburrido, no dirigiendo su mirada al interlocutor (procedimiento).

Nivel de participación (dimensión relativa a los criterios C_1 , C_2 y C_5): grado en que los alumnos participaban, formulando preguntas relativas al contenido matemático en cuestión o respondiendo las de la misma índole formuladas por el docente, e intercambiaban significados para poder completar los “espacios en blanco” incluidos en la guía y resolver las situaciones problemas planteadas, evidenciando que reinaba un clima distendido en la clase.

Los valores e indicadores para esta variable fueron:

- *Alto*: Si el docente percibió que la mayoría participaba activamente, intercambiando significados.

- *Medio*: Si el docente percibió que fue similar el porcentaje de alumnos que participaron activamente que el de los que se mostraron indiferentes o reacios a participar.
- *Bajo*: Si el docente percibió que sólo una minoría participó activamente.

Nivel cognitivo de los razonamientos de los alumnos (dimensión relativa a los criterios C_4 y C_7): medida en que los alumnos lograron razonar, estableciendo conexiones entre distintos conceptos y movilizándose entre los diferentes sistemas de representación semiótica de la Matemática: verbal, simbólico y gráfico. Los valores e indicadores para esta variable fueron:

- *Alto*: Si el docente percibió que la mayoría de las preguntas y reflexiones elaboradas por los alumnos, se refirieron a los aspectos más complejos de los distintos conceptos matemáticos desarrollados en clase.
- *Medio*: Si el docente percibió que fue similar el porcentaje del tipo de preguntas y argumentaciones que apuntaban a aspectos complejos, que el porcentaje de aquellas relativas a aspectos considerados de fácil comprensión.
- *Bajo*: Si el docente percibió que sólo escasas preguntas de los alumnos apuntaban a aspectos complejos de los contenidos desarrollados.

Material didáctico: Esta variable se refería a la presentación y desarrollo de los contenidos de la guía (variable relativa a los criterios C_4 y C_7). Su definición conceptual fue la siguiente: correspondencia entre el número y nivel de exigencias de las tareas planteadas en la guía, y el número y nivel de las realizadas en clase.

Los valores e indicadores fueron:

- *Buena*: Si el docente comprobó que se desarrollaron la mayoría de las actividades diseñadas para las clases.
- *Regular*: Si el docente comprobó que sólo se desarrollaron alrededor de la mitad de las tareas.
- *Mala*: Si el docente comprobó que sólo se llevó a cabo un pequeño porcentaje de las actividades.

Con respecto al *desempeño del docente en la clase* se consideraron las siguientes variables: Valor instructivo del error y Preguntas del docente.

Valor instructivo del error (dimensión relativa al criterio C_5): Oportunidades en que el docente se vale del error para favorecer la construcción de significados recurriendo a procesos reflexivos. Los indicadores y valores son:

- *Aprovechado*: Si el docente constató que siempre aprovechó el error para favorecer el aprendizaje.
- *Medianamente aprovechado*: Si el docente constató que sólo a veces aprovechó el error para favorecer el aprendizaje.
- *Desaprovechado*: Si el docente constató que nunca se aprovechó el error para favorecer el aprendizaje.

Preguntas del docente (dimensión relativa al criterio C₅): Comportamientos instructivos del docente relativos al control que ejerce sobre las oportunidades de respuesta de los alumnos en situación de aprendizaje.

Las dimensiones de análisis fueron (Brophy y Good, 1986):

Nivel de dificultad de las preguntas: Para favorecer aprendizajes significativos, el grado de dificultad de las preguntas del docente debiera ser tal que permita al alumno dar alguna respuesta (correcta o incorrecta). Los valores e indicadores fueron:

- *Adecuado*: si el docente constató que se obtuvo alguna respuesta.
- *Inadecuado*: si el docente constató que no se obtuvo respuesta alguna.

Selección del respondiente: Actitud democrática del docente para elegir al alumno que responderá la pregunta. Los indicadores y valores fueron:

- *Adecuada*: si el docente seleccionaba a los alumnos en forma rotativa y facilitaba la participación activa aún de los que nunca solían ser voluntarios.
- *Inadecuada*: si el docente seleccionaba sólo a algunos respondientes.

Resultados

Al analizar el diario del profesor se consideró fundamental no sólo la descripción de lo ocurrido, sino las interpretaciones e impresiones del profesor-observador, pues son éstas las que permiten descubrir las razones profundas del comportamiento del docente (Kunzevich y Hosanna, 2005).

Con respecto al *desempeño de los alumnos en las clases* los resultados fueron:

Nivel de atención

En todas las clases el valor del indicador fue: Alto. Las notas aluden a que siempre los alumnos se mostraron interesados, dirigiendo sus miradas al docente o al compañero que hacía uso de la palabra.

Nivel de participación

El indicador tuvo el valor Alto en la última clase y Medio en las otras tres. Algunas notas fueron: *“En la primera clase algunos alumnos se mostraron temerosos de participar y emitir sus puntos de vista ante un grupo multitudinario”*; *“A partir de la segunda clase fue menor la resistencia a leer la guía, a expresar opiniones y se mostraron más distendidos”*.

Es de destacar que en todas las clases, el cierre del tema desarrollado fue realizado por los alumnos, bajo la supervisión del docente.

Nivel cognitivo de los razonamientos de los alumnos

Sólo para una clase el valor del indicador fue Medio, los restantes fueron Bajo. La estructuración de la guía intentaba privilegiar el descubrimiento del significado de los conceptos y la conexión entre ellos. Sin embargo, registros como: *“Los razonamientos y procesos reflexivos de integración de conocimientos, surgidos como respuesta a lo leído en la guía y a las indicaciones del docente, fueron elementales”*, pondrían en evidencia que avances importantes en el desarrollo del pensamiento lógico formal resultarían de un enfrentamiento permanente del alumno con situaciones del mismo tipo, ya que el proceder matemático frente a una situación problemática depende del tipo de tareas que se propongan al alumno, del trabajo con las técnicas matemáticas y de los cuestionamientos que sobre ella se hagan (Gascón, 2001).

Con respecto al *material instruccional* los resultados fueron:

Material didáctico

El valor del indicador de esta variable para todas las clases fue: Bueno. El número de las actividades y el nivel de exigencias requerido para resolverlas respondieron al tiempo disponible y al nivel cognitivo de los alumnos, respectivamente. Sin embargo, como se dijo en el párrafo anterior, los razonamientos surgidos durante el desarrollo de las clases no alcanzaron el nivel esperado.

Con respecto al *desempeño del docente en las clases* los resultados fueron:

Valor instructivo del error

El valor del indicador de esta variable para todas las clases fue: Aprovechado.

Frente al error en el que incurrían los alumnos, el docente intervenía induciéndolos a recordar y relacionar conceptos, hasta que proporcionaban la respuesta correcta. Se mencionan en el diario repetidas veces registros como el siguiente: *“Me preocupé por realizar la gestión de los errores que se presentaron”*.

Preguntas del docente. Los resultados en cada dimensión fueron:

- **Nivel de dificultad de la pregunta:** El valor del indicador de esta dimensión para tres clases fue: Inadecuado. Los datos del diario indicarían que en esas clases algunas de las preguntas del docente no obtuvieron ninguna respuesta, lo que se evidencia con el siguiente registro: *“Resultó un fracaso mi intención de que los alumnos realizaran una operación mental de síntesis graficando funciones seccionalmente continuas, que cumplieran diversas condiciones simultáneamente”*. Se evidenció así que estas preguntas eran de alto nivel cognitivo, es decir perseguían metas elevadas y trataban de poner en funcionamiento procesos mentales complejos. También es posible que la no respuesta de los alumnos se debiera a cuestiones de inhibición ante un grupo tan numeroso.
- **Selección del respondiente:** Siempre el valor del indicador fue: Adecuado. Sin embargo, las notas registradas hacen referencia a la dificultad en las dos primeras clases para lograr la participación activa de algunos alumnos y remarcan que el docente se esforzó por evitar el monopolio de los más capaces.

Conclusiones

El análisis de las notas de campo registradas en el diario del profesor y los valores de los indicadores para cada una de las variables, mostrarían que con la nueva estrategia metodológica, se cumplirían en gran medida los criterios establecidos. Resultaron satisfactorios: a) el grado de atención puesto de manifiesto por los alumnos durante las clases, b) la presentación y desarrollo en el material instruccional de los diversos contenidos del tema: “Función continua” y c) el desempeño del docente en cuanto a la importancia otorgada al valor instructivo del error y a la manera democrática para seleccionar al alumno respondiente.

En cuanto a la participación de los estudiantes se evidenció que la misma fue activa en lo relativo al intercambio de opiniones con sus compañeros. Sin embargo, fueron escasas las preguntas formuladas al docente. Este proceder podría atribuirse al hábito del alumno a desempeñar un rol pasivo o a inhibirse ante una clase tan numerosa. Por ello, es recomendable que el docente se esfuerce siempre en crear un clima distendido, en el que no tenga cabida el miedo a equivocarse.

En relación al nivel de dificultad de las preguntas del docente, la falta de respuestas a preguntas de alto nivel cognitivo podría superarse, según Montero (1992), formulando preguntas de bajo nivel cognitivo, ya que se consideran que las mismas facilitan el aprendizaje de objetivos de alto nivel.

De la lectura del diario se deduce que existió especial interés por conocer los puntos de vista de los alumnos y se priorizó la comprensión y conexión entre contenidos, favoreciéndose permanentemente el diálogo entre los distintos participantes.

El análisis de las notas del diario y la estructuración del material instruccional revelaron la concepción de educación y la concepción de la matemática sostenido por el docente, ya que ambos son elementos que determinan el desarrollo del currículo (García Ruso, 1998; Gascón, 2001). Se evidenciaría que aún trabajando con un curso multitudinario hay un intento de alejarse de la clase magistral dialogada, al recurrir a estrategias que permiten desarrollar *habilidades matemáticas*, considerando los conocimientos previos y trabajando en la *zona de desarrollo próximo* y asumiendo el docente el rol de facilitador de aprendizajes (Coll y Martí, 1994; Talízina, 1989; Montero, 1992). Con respecto al modelo docente se puede afirmar que responde al modelo del constructivismo psicológico (Gascón, 2001).

Los resultados obtenidos con esta estrategia didáctica que recurre al empleo de un material instruccional específicamente diseñado para el contexto de enseñanza, confirmarían lo que sostienen Coll y Solé (1992: 320): *“los alumnos... aprenden más cuando sus profesores estructuran el nuevo contenido a asimilar, les ayudan a relacionarlo con lo que ya saben, controlan sus realizaciones y proporcionan las correcciones necesarias en las actividades de práctica y aplicaciones independientes, ya sean éstas individuales o colectivas”*. Además concuerdan con las conclusiones obtenidas en otras investigaciones de las autoras (González de Galindo y Colombo de Cudmani, 2006; Villalonga de García, 2003).

Posteriormente se triangularán las conclusiones de este trabajo con las que se obtengan de la encuesta implementada a los alumnos que participaron de la experiencia (trabajo que se encuentra en proceso de elaboración).

Apéndice 1

Continuidad de una función en un punto

El análisis del siguiente problema brinda explicación de por qué sube la temperatura del organismo (fiebre) en caso de padecer una enfermedad bacteriana. ¿Eres capaz de deducirla?

Problema

En un cultivo están desarrollándose bacterias. El tiempo t (en horas) para que el número de bacterias se duplique (tiempo de generación), es una función de la temperatura T del cultivo, medida en $^{\circ}\text{C}$. Si esta función está dada por:

$$t = f(T) = \begin{cases} \frac{1}{24}T + \frac{11}{4} & \text{si } 30 \leq T \leq 36 \\ \frac{4}{3}T - \frac{175}{4} & \text{si } 36 < T \leq 39 \end{cases}$$

- a) grafica la función f ,
- b) estudia la continuidad de la función f cuando la temperatura T es $36 [^{\circ}\text{C}]$,
- c) interpreta el problema y brinda explicación de por qué sube la fiebre en caso de padecer una enfermedad bacteriana.

Para resolver situaciones como la planteada necesitamos estudiar los contenidos matemáticos relativos a la continuidad de una función.

Estudiaremos, en primer lugar, las condiciones para que una función sea continua en un punto.

Considera los siguientes gráficos y analiza en cada uno la existencia de $f(c)$ y del $\lim_{x \rightarrow c} f(x)$. Si existen, indica su valor.

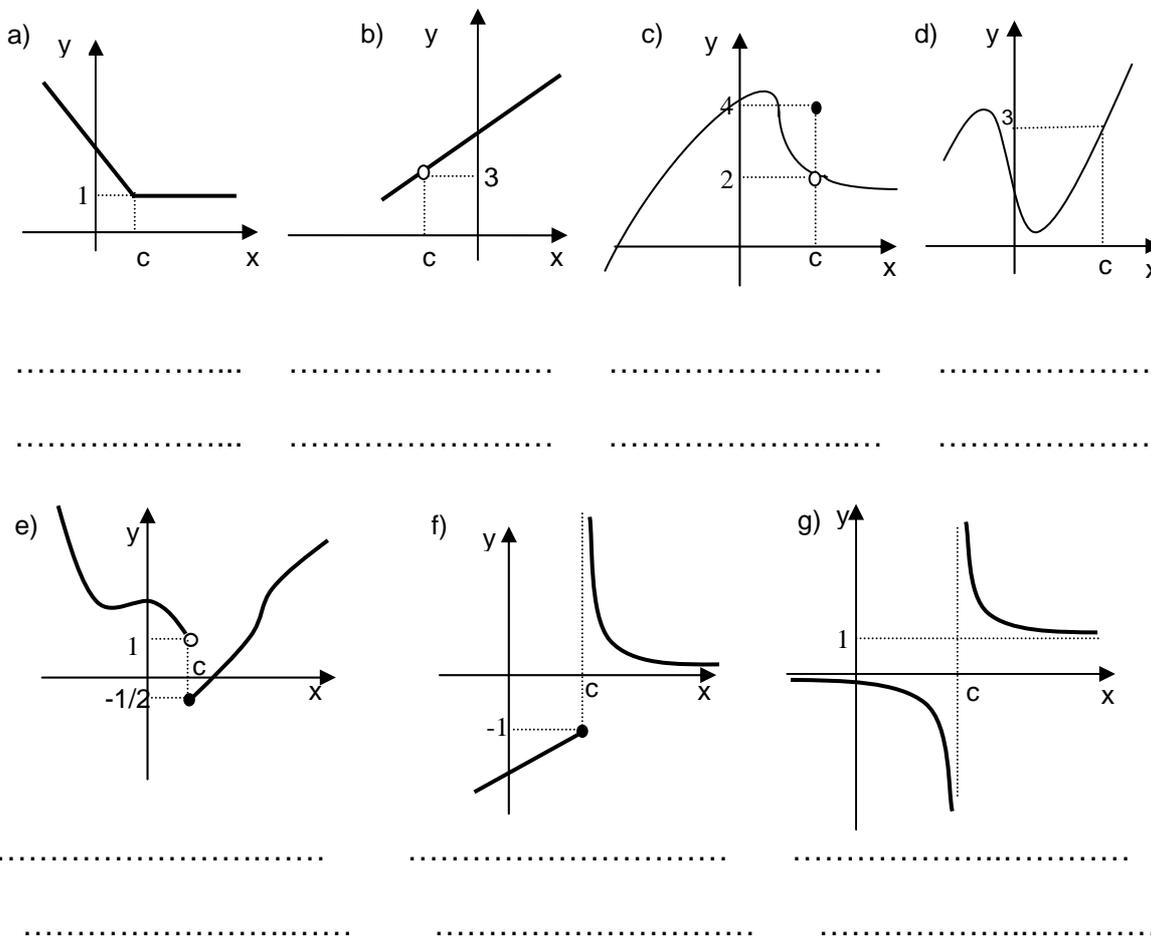


Figura 1

Según tu criterio, ¿cuáles corresponden a gráficos de funciones continuas en el punto c ?

.....

Para los mismos, ¿qué relación se verifica entre $f(c)$ y el $\lim_{x \rightarrow c} f(x)$?

.....

Esta conclusión te permite definir función continua en un punto:

Definición de función continua en un punto c

Sea f una función definida en un intervalo abierto que contiene al punto c . Se dice que f es continua en un punto c si:

$$\dots\dots\dots = \dots\dots$$

La igualdad anterior implica, en realidad, tres condiciones: dos de existencia y una de igualdad ¿Puedes escribirlas?

- i)
- ii)
- iii)=.....

Discontinuidad de una función en un punto

En cada uno de los gráficos de la Fig. 1 correspondientes a funciones discontinuas, ¿cuál o cuáles de las condiciones i), ii) y iii) no se cumplen?

- | | |
|-----------------|-----------------|
| . . .) i) | . . .) i) |
| ii) | ii) |
| iii) | iii) |
| . . .) i) | . . .) i) |
| ii) | ii) |
| iii) | iii) |
| . . .) i) | |
| ii) | |
| iii) | |

Reflexiona: ¿Cuántas condiciones deben dejar de cumplirse para que puedas afirmar que una función es discontinua?

.....

Podemos dar ahora la siguiente definición:

Definición de función discontinua en un punto c

“Una función f es discontinua en un punto c si

.....

Tipos de discontinuidades

En la fig. 1, observa los gráficos correspondientes a funciones discontinuas.

¿Cuáles son factibles de ser transformados en gráficos de otras funciones que sean continuas, o sea, en gráficas de funciones que puedan realizarse sin levantar la mano?

.....

En cada uno de estos gráficos ¿qué condición de existencia se cumple siempre?

.....

Este tipo de discontinuidad se denomina evitable. Las restantes discontinuidades, por no cumplir esa condición, se denominan inevitables. O sea las discontinuidades de una función en un punto pueden clasificarse en dos tipos:

Tipo de discontinuidades	
Evitable	No Evitable
Si.....	Si.....

Discontinuidad infinita

Se dice que una función f tiene discontinuidad infinita en un punto c si se cumple por lo menos una de las condiciones siguientes:

- a) $\lim_{x \rightarrow c^-} f(x) = \infty$; b) $\lim_{x \rightarrow c^+} f(x) = \infty$ c) $\lim_{x \rightarrow c^-} f(x) = -\infty$; d) $\lim_{x \rightarrow c^+} f(x) = -\infty$

Ejercicios: en cada una de las funciones que se definen a continuación, estudia la continuidad en el punto $c = 2$

a) $f(x) = x - 2$

b) $f(x) = \begin{cases} 2x & \text{si } x \neq 2 \\ 1 & \text{si } x = 2 \end{cases}$

c) $f(x) = \frac{1}{x-2}$

d) $f(x) = \frac{x^2 - 4}{x - 2}$

e) $f(x) = \begin{cases} 3 & \text{si } x < 2 \\ x+1 & \text{si } x \geq 2 \end{cases}$

Ahora estás en condiciones de resolver la situación problemática planteada al iniciar el tema.

Bibliografía

- A. Pérez Gómez (1992): Los procesos de enseñanza – aprendizaje: análisis didáctico de las principales teorías del aprendizaje. En: Gimeno Sacristán y Pérez Gómez (Eds), Comprender y transformar la enseñanza, 34-62 Editorial Morata. Madrid.
- C. Coll e I. Solé (1992): “La interacción profesor/alumno en el proceso de enseñanza y aprendizaje”. En: C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi: Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación, 121 - 139. Alianza Editorial. Madrid.
- C. Coll y E. Martí (1994): “Aprendizaje y desarrollo: la concepción genético-cognitiva del aprendizaje”. En: C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi: Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación, 121 - 139. Alianza Editorial. Madrid.
- G. Kunzevich y G. Hosanna (2005): El planteo de nuevas categorías observacionales en las clases de Educación Física. Profesores como sujeto y objeto de las prácticas. Documento en línea. http://www.efydep.com.ar/ed_fisica/planteo.htm.
- H. García Ruso. (1998): La investigación-acción y la autonomía profesional del profesor. Contextos Educativos, 155-162.
- J. Brophy y T. Good (1986): Teacher behavior and student achievement. Citado por Montero, M. L. (1992): “Los estilos de enseñanza y las dimensiones de la acción didáctica”. En: Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A.: Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la educación, 273-296. Alianza Editorial. Madrid.
- J. Delgado Rubí (2001): “Los procedimientos generales matemáticos”. En Hernández Fernández, H., Delgado Rubí, J., Fernández de Alaíza, B., Valverde Ramírez, L. y Rodríguez Hung, T. Cuestiones de didáctica de la matemática. Conceptos y procedimientos en la Educación Polimodal y Superior, pp 69-87. Homo Sapiens Ediciones. Argentina.

- J. Elliott (1980). Citado por M. Santos (1998): Hacer visible lo cotidiano. Teoría y práctica de la evaluación cualitativa de los centros escolares. 3ª edición. Ediciones Akal. Madrid - España.
- J. Gascón. (2001): Incidencia del modelo epistemológico de las matemáticas sobre las prácticas docentes. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. Vol. 4, Num. 2, pp. 129-159.
- J. Samaja. (2003): Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica. Eudeba. Buenos Aires.
- M. Fandiño Pinilla. (2003): Currículo y evaluación en matemáticas: hipótesis de base. Memorias del V Simposio de Educación Matemática. (pp.235-254). Chivilcoy- Argentina.
- M. L. Montero (1992): Los estilos de enseñanza y las dimensiones de la acción didáctica. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi: Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la educación 273-296. Alianza Editorial. Madrid.
- M. Moreira (1997): La teoría del desarrollo cognitivo de Piaget. En: Moreira, M. (Ed.), Enfoques teóricos. Monografías sobre aprendizagem e ensino. Material impreso sin paginar. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil.
- M. T. Anguera Argilaga, A. Villaseñor; J. L. Losada López y A. Hernández Mendo (2000): "La metodología observacional en el deporte: conceptos básicos". Revista Digital. Año 5. Nº 24.
- N. E. Pacheco (2005): Comprensión y aprendizaje en Matemática. Editorial de la Facultad de Educación Elemental y Especial. Mendoza. Argentina.
- N. Talízina (1993). Citado por C. Dolores (1997): "El desarrollo de ideas variacionales y la derivada en situación escolar". Actas de la XI Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa.
- 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. Versión electrónica. <http://standars.nctm.org/Previous/AssStds/Intro.htm>.
- N.C.T.M. (2002): Principios y Estándares para la Educación Matemática. Sevilla. Edición española de Principles and Standards for School Mathematics. (Tr. por Manuel Fernández Reyes). Sevilla: Sociedad Andaluza de Educación Matemática "Thales". (2000). (411 p.). Primera edición en castellano.
- P. Villalonga de García y L. Colombo de Cudmani (2006): Construcción del objeto modelo para un estudio de evaluación del aprendizaje de la matemática. Premisa. Revista de la Sociedad Argentina de Educación Matemática. Año 8- Nº 30. (pp 28-37).
- P. Sadovsky (2005): "La teoría de situaciones didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la matemática", en Alagia H., Versan A. y Sadovsky P. (Eds.) Reflexiones teóricas para la educación matemática (pp 13-65). Buenos Aires: Editorial Libros del Zorzal.
- P. Villalonga de García (2003). Un enfoque alternativo para la evaluación del Cálculo en una Facultad de Ciencias. Tesis de Magíster no publicada. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán-Argentina. (223 p.).
- P. Villalonga de García y S. González de Galindo (2005): Criterios derivados de teorías cognitivas, empleados como referentes al diseñar y validar una

- experiencia didáctica. Comunicación presentada en la Quinta Conferencia Argentina de Educación Matemática. Buenos Aires.
- R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio (2000): Metodología de la investigación. McGraw Hill. Méjico.
 - R. Porlán y J. Martín (2000): El diario del Profesor. Un recurso para la investigación en el aula. Diada Editora S. L. Sevilla.
 - S. González de Galindo (2003): Resignificación de las clases teóricas, en una facultad de Ciencias, dentro de un nuevo modelo de aprendizaje. Tesis de Magíster inédita. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán-Argentina.
 - S. González de Galindo y L. Colombo de Cudmani (2006): El análisis de la propia práctica didáctica. Enviado a la revista *Ired* el 30/10/06. (En proceso de evaluación).
 - S. González de Galindo, M. Marcilla y P. Villalonga de García (2006): Estructura de una estrategia didáctica y diseño seleccionado para su implementación en aulas multitudinarias. Memorias del XIII EMCI, V Internacional Educación Matemática en Carreras de Ingeniería. Misiones- Argentina.
 - S. J. Taylor y R. Bogdan (1987): Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados. Editorial Paidós. Buenos Aires.
 - Y. Chevallard, M. Bosch y J. Gascón (1997): Cuadernos de educación 22. Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje. Editorial Hosori.

González de Galindo, Susana, nacida en Tucumán, Argentina el 5 de marzo de 1948. Licenciada en Matemática, por la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Profesora en la Enseñanza Media, Normal y Especial (Especialidad Matemática). (UNT). Magister en la Enseñanza de la Matemática Superior. (UNT). Profesora Asociada de Matemática 1 y Matemática 2 de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Tucumán. Argentina. Es Directora del proyecto "Metodologías de enseñanza y evaluación que favorecen aprendizajes significativos para cursos masivos de primer año de una facultad de Ciencias" del Consejo de Investigaciones de la U.N.T. Ha dictado cursos de postgrado. Tiene publicados numerosos trabajos en el área Matemática y Educativa en Revistas Nacionales e Internacionales.
Email: sgalindo@fbqf.unt.edu.ar

Villalonga de García, Patricia, nacida en Tucumán, Argentina el 13 de abril de 1952. Licenciada en Matemática y Magíster en Enseñanza de la Matemática Superior egresada de la Universidad Nacional de Tucumán (U.N.T). Argentina. Profesora Asociada con dedicación exclusiva de las asignaturas Matemática 1 y Matemática 2 de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la U.N.T. Dictó cursos de postgrado. Actualmente es codirectora del proyecto "Metodologías de enseñanza y evaluación que favorecen aprendizajes significativos para cursos masivos de primer año de una facultad de Ciencias" del Consejo de Investigaciones de la U.N.T. Tiene publicados numerosos trabajos en el área Matemática y Educativa en Revistas Nacionales e Internacionales.
Email: pvillalonga@fbqf.unt.edu.ar