



EEI

Espacio Editorial
Institucional UCU



SECRETARÍA DE
**CENCIA Y
TECNOLOGÍA**
Universidad de Concepción del Uruguay

ARTÍCULOS ACADÉMICOS Y CIENTÍFICOS

PRINCIPIOS Y ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA EN EL PRIMER NIVEL DE LAS CARRERAS DE GRADO

ADRIANA NOELIA POCO¹

¹ Ingeniera en Construcciones y Magister en Ingeniería en Calidad, egresada de la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional. Coautora de libros sobre Matemática universitaria con aplicaciones a la Arquitectura y a la Economía (Editorial UCU). Secretaria de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Concepción del Uruguay, docente titular de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, del Facultad de Ciencias Económicas y de la Facultad de Ciencias Médicas.

RESUMEN

Este trabajo es una síntesis de la tesis presentada en la Facultad Regional Concepción del Uruguay, de la Universidad Tecnológica Nacional, para la Maestría en Ingeniería en Calidad. Su objetivo es formular un modelo didáctico de la enseñanza de la matemática para el primer nivel universitario basado en principios y estándares de calidad, cuya aplicación y logro garanticen tanto la efectividad de las acciones formativas como el efectivo cumplimiento de criterios pedagógicos de personalización de la enseñanza, mediante procedimientos didácticos de monitoreo y andamiaje cognitivo adecuados al nivel superior. Se focaliza en la calidad de la enseñanza de la Matemática, contemplando estrategias útiles para el docente de la disciplina en el primer año de una carrera universitaria, con el fin de orientar el proceso de enseñanza y aprendizaje hacia la calidad y el éxito, incidiendo directamente sobre el desempeño de los estudiantes, minimizando los fracasos, disminuyendo consecuentemente el índice de repitentes y los porcentajes de deserción. El enfoque que orienta al estudio es el análisis concreto y profundo de la situación de la enseñanza y la descripción de los procesos consecuentes, para identificar las principales causas de dificultades en el aprendizaje y las estrategias didácticas con mayor probabilidad de lograr efectos formativos significativos y completos. El modelo provisional generado es desarrollado en forma explícita, relacionándolo permanentemente con los principios generales y particulares de calidad inherentes al proceso didáctico y aplicado a la enseñanza de dos unidades temáticas concretas: “Derivadas” y “Aplicaciones de las derivadas”. Su puesta en práctica, como primera experiencia controlada, permite detectar fortalezas y debilidades con el objetivo de optimizar su diseño y, la posterior validación, confirma su eficacia y eficiencia.

PALABRAS CLAVE

Calidad Educativa - Educación Matemática - Modelo didáctico - Principios y estándares de calidad para la enseñanza y el aprendizaje matemático.

ABSTRACT

This work is a synthesis of the thesis presented at the Universidad Tecnológica Nacional, Concepción del Uruguay Regional Faculty, for the Master's Degree in Quality Engineering. Its objective is to formulate a didactic model of mathematics teaching for the first university level based on principles and quality standards, whose application and achievement guarantee both the effectiveness of training actions and the effective fulfillment of pedagogical criteria of personalization of teaching, through didactic procedures of monitoring and cognitive scaffolding appropriate to the higher level of education. It focuses on the quality of mathematics teaching, contemplating useful strategies for the teacher of the discipline in the first year of a university degree, in order to guide the teaching and learning process towards quality and success, directly affecting the performance of

students, minimizing failures, consequently decreasing the rate of repeat students and the dropout rates. The approach that guides the study is the concrete and in-depth analysis of the teaching situation and the description of the consequent processes, in order to identify the main causes of learning difficulties and the didactic strategies with the greatest probability of achieving significant and complete formative effects. The generated provisional model is developed explicitly, permanently relating it to the general and particular principles of quality inherent to the didactic process and applied to the teaching of two specific thematic units: "Derivatives" and "Applications of derivatives". Its implementation, as a first controlled experience, allows to detect strengths and weaknesses in order to optimize its design, and the subsequent validation confirms its effectiveness and efficiency.

KEYWORDS

Educational Quality - Mathematical Education - Didactic model - Principles and quality standards for teaching and learning mathematics.

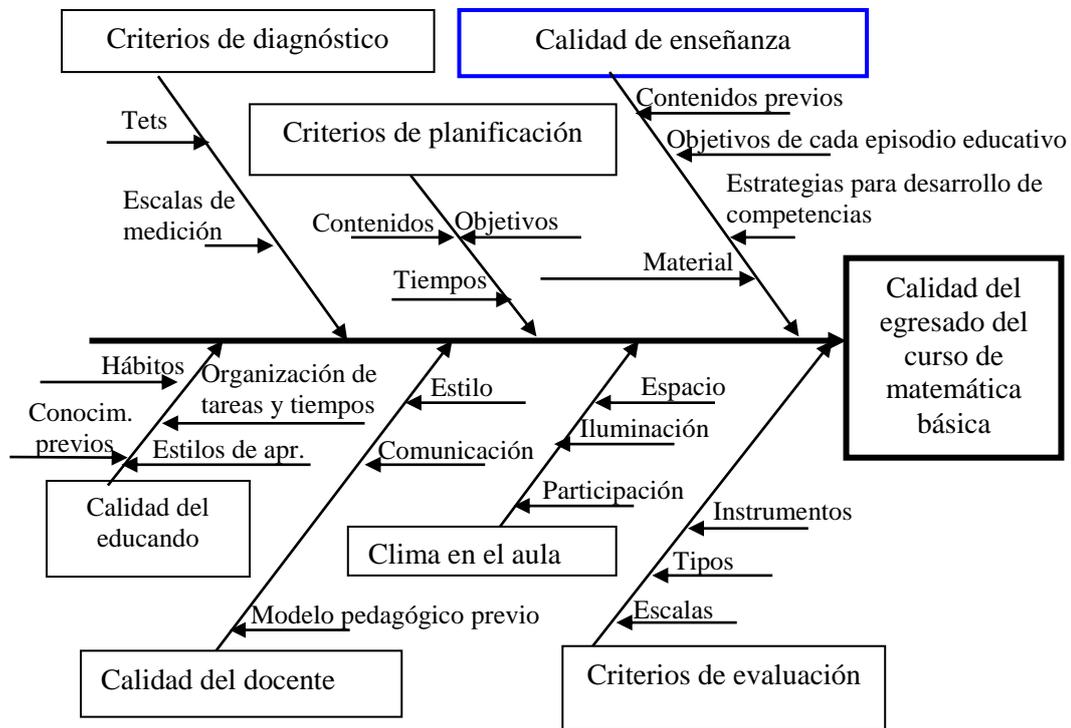
INTRODUCCIÓN

La investigación tiene como fin principal proponer un modelo didáctico de enseñanza y aprendizaje de la Matemática basado en principios o criterios de calidad, contextualizado en el primer año de las carreras de grado. Los principios y estándares propuestos intentan ser una guía o referencia criterial para quienes deben tomar decisiones en el campo de la enseñanza de la Matemática y son responsables de la mejora continua en la calidad del proceso instructivo y la adquisición de competencias en el área. Se centra en el conocimiento de los fenómenos y procesos relativos a la enseñanza de la disciplina para examinarlos y optimizar el aprendizaje de los alumnos (Gálvez, 2002). Partiendo del análisis y sistematización de concepciones generales sobre la Calidad, la Calidad educativa y las teorías y modelos pedagógicos de relevancia histórico-teórica, presenta una indagación de las características de la Matemática como disciplina, señalándose la importancia del pensamiento matemático y de la resolución de problemas en la actual Sociedad del Conocimiento. Basa sus conclusiones en observaciones concretas del trabajo didáctico en las aulas universitarias, contrastando y articulando la información recabada y las exigencias lógico-inferenciales de las teorías formativas para la elaboración de los principios y estándares de Calidad que reglan el diseño del Modelo Didáctico emergente. Su entidad de estudio es la “situación didáctica”, (Brousseau, 1982), concepto trascendente para la selección y comunicación de los conocimientos matemáticos desde un enfoque sistémico (Godino, 2003). El análisis de resultados, realizado por métodos cuantitativos y cualitativos conduce a conclusiones determinantes acerca de los beneficios alcanzados mediante la aplicación concreta del Modelo Didáctico. Evidencia de esto lo son la curva obtenido en el marco de la pedagogía “Jota”, que señala que el mayor número de alumnos se concentra en la zona de mayores notas y, desde una perspectiva estadística, se puede afirmar con un 99% de confianza, que existe diferencia significativa entre los promedios de las evaluaciones sumativas de los grupos con enseñanza tradicional y aquellos en los que se ha aplicado el nuevo modelo.

1) Diagnóstico y antecedentes en la educación matemática

En la etapa de diagnóstico se reflexiona sobre los diferentes aspectos que intervienen en una enseñanza de calidad de la Matemática y su interrelación para el éxito de los estudiantes. Durante la búsqueda de antecedentes sobre el tema/problema, se ha llegado a la conclusión de que son numerosos los criterios que intervienen en el diseño de un proceso instruccional y se los ha resumido mediante un diagrama de Ishikawa, que es una de las siete herramientas de la calidad, conocido también como “diagrama de espina de pescado”, por su forma. Este diagrama se muestra en la Figura 1.

Fig. 1 Diagrama de Ishikawa de los factores que inciden en la calidad de la enseñanza y del egresado de un curso de Matemática²



En el diagrama, denominado como de las “7 C”, se puntualizan las causas que inciden con mayor fuerza en la calidad del alumno, una vez cursada y aprobada la asignatura. La investigación se focaliza en la calidad del proceso de enseñanza, es decir de la intervención del docente y sus alumnos en el ámbito áulico, en el cómo dirigir una clase, los principios didácticos, los modelos pedagógicos, las estrategias de enseñanza, de evaluación, los estilos de aprendizaje de los alumnos; es decir en todo aquello que incide en forma directa o indirecta en la calidad de una clase y del proceso educativo en general. Para conducir una clase en forma exitosa es importante que el docente conozca los diferentes modelos pedagógicos y las estrategias disponibles para ser usadas en el dictado de la Matemática.

El paradigma que fundamenta la propuesta didáctica es el **Constructivismo** que promueve la adquisición de nuevos conocimientos mediante la puesta en juego de conflictos cognitivos; esto quiere decir que el sujeto que va a adquirir un nuevo conocimiento tiene que tener claro que todo lo que él produce esta propenso al

² Diagrama de Ishikawa o de causa - efecto: Ishikawa fue un químico y filósofo japonés de reconocido renombre en el control de calidad, considerado el padre del análisis científico de las causas de problemas en procesos industriales. En el año 1943 diseñó una representación gráfica que permite establecer las causas y sub-causas que intervienen en la calidad final de un producto o servicio, la que lleva su nombre. Elaboración propia.

cambio. La enseñanza se basa en el proceso de construcción del conocimiento, y se destaca el **papel activo del alumno** y la interacción del mismo con el medio como vía de desarrollo cognitivo.

Se indagan y explicitan conceptos fundamentales tales como: “**calidad educativa**”, “**calidad en la enseñanza de la matemática**”, “**principio y estándar de calidad**” para evaluar el constructo y traducirlo a valores medibles. La observación se orienta a identificar aspectos centrales de los procesos de enseñanza y de aprendizaje que sirven como instrumentos mediadores para el proceso instruccional en su visión sistémica. Para presentar una visión integradora sobre el tema se examinaron diversas teorías psicopedagógicas, que se han sucedido a través del tiempo y se resaltaron los conceptos clave de sus planteamientos. Se exploraron las teorías de Piaget (García González, 2001), Vygotsky (Bixio, 1999), Ausubel (1997), Bruner (1999), entre otros y los modelos de Dewey (Smith, 2001), Gardner (Smith, 2002), Dick y Carey (1979), Reigeluth (2000), Brousseau (1986) y Chevallard (Berlanda, 2005), para comprender el avance y las transformaciones generadas en torno a los procesos instruccionales, debido a los cambios socioculturales.

La visión actual de las universidades se orienta hacia la acreditación de la calidad, lo que se traduce en el logro de la excelencia en el servicio que brindan. La Ley Federal de Educación, la Ley de Educación Superior y la Norma IRAM 30000, sirven de marco legal y normativo al trabajo.

Los principios didácticos generales orientados a asegurar la calidad de la enseñanza, desde la visión del docente y del aprendizaje, en el contexto del alumno, son:

Enseñanza para internalizar el conocimiento: el modelo emergente es un instrumento de guía para el profesor hacia la consecución y verificación del logro de objetivos a través de la retroalimentación continua para verificar que el alumno pueda apropiarse de los nuevos conocimientos, modificar y mejorar sus estructuras mentales y agregar valor significativo a sus competencias conceptuales (Minnick, 1994).

Enseñanza sobre el hacer: esto apunta a la enseñanza de los procedimientos, los que están relacionados con el uso de herramientas tecnológicas, computacionales o gráficas, es decir con el manejo de instrumentos concretos que complementan el logro de competencias observables.

Enseñanza orientada al ser: En todas las disciplinas el alumno es un ser social. Debe aprender a valorar su trabajo y el de los demás, a ser parte de un pequeño grupo, de un curso y de una sociedad. La Universidad debe proveer al graduado incumbencias profesionales, pero sin dejar de lado los aspectos morales, de convivencia en la sociedad, de trabajo cooperativo para la solución de problemas, y de un espíritu colaborativo.

2) Aspectos básicos del modelo didáctico

Los **Principios y Estándares de Calidad** pretenden ser una guía para toda persona vinculada con la docencia universitaria de grado en su primer nivel, describiendo las características principales de una educación matemática de calidad.

Los **principios** describen los rasgos fundamentales de una educación matemática de calidad y los **estándares** detallan los contenidos matemáticos, de procesos y las actitudes que los estudiantes deberían adquirir al cursar la asignatura.

Juntos, los principios y los estándares brindan una visión de la educación matemática a impartir en el primer nivel universitario para los educadores en particular y las instituciones en general.

El modelo propuesto organiza el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática con una visión sistémica de sus tres elementos esenciales: alumno, docente y contenidos, relacionándolos con el currículo y la institución educativa.

Se presenta en el **Anexo A** un **cuadro resumen del modelo didáctico** y debajo de cada cuadro se detallan los **Principios de enseñanza (PE)** y **Principios de aprendizaje (PA)** correspondientes, según la enumeración y explicación que se muestran en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Principios de enseñanza	
1- Lograr equidad: detectar diferencias personales en el grupo - aula y actuar en consecuencia.	5- Actuar en la zona de desarrollo de competencias: respetando tiempos de maduración de conocimientos de cada alumno.
2- Referenciar organizadores previos: evaluar en forma permanente los contenidos previos de los alumnos.	6- Evidenciar interrelaciones entre temas: mostrando siempre la continuidad entre los contenidos abordados.
3- Detectar necesidades: seleccionar contenidos y actividades de acuerdo a intereses y perfil de la carrera.	7- Generar espacio de participación y una comunicación fluida: utilizando la mediación social y una instrumental.
4- Explicitar objetivos instruccionales: compartir con los estudiantes los objetivos de cada tema o episodio educativo.	8- Implementar pedagogía correctiva: usar la evaluación como herramienta de retroalimentación.

Tabla 2. Principios de aprendizaje	
1- Alcanzar el conocimiento significativo: que sea comprensible y se ensamble en las estructuras mentales del alumno.	4- Obtener autonomía en el procesamiento de la información: que cada estudiante pueda ser artífice en la construcción de su conocimiento.

<p>2- Enseñar estrategias para aprender a aprender: hacer que el alumno analice su forma de adquirir el conocimiento y reflexione sobre sus métodos propios.</p>	<p>5- Adquirir el conocimiento de orden superior: es decir que el alumno sea capaz de transferir los conocimientos de una situación problémica a otra, estableciendo analogías y diferencias entre casos.</p>
<p>3- Lograr el pensamiento estratégico: que el alumno aborde los problemas con un plan y no impulsivamente.</p>	<p>6- Establecer relaciones, secuencias y jerarquías: entre conceptos, procedimientos y actitudes, para percibir al proceso con enfoque sistémico.</p>

Los estándares a verificar en el modelo se basan en la noción de **Estándar educativo**, como un enunciado que proporciona definiciones claras y específicas de los conocimientos, habilidades y actitudes que los estudiantes deben adquirir durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Son las metas, en función de logros de aprendizaje, que el sistema educativo espera que alcancen los estudiantes al finalizar el primer nivel de su carrera de grado.

Los estándares definidos se pueden categorizar de la manera mostrada en la Tabla 3:

<p>Tabla 3. Estándares educativos</p>
<p>1- Estándares cognitivos: son los estándares de conocimiento, que especifican qué contenidos deben adquirir los estudiantes durante cada evento educativo.</p>
<p>2- Estándares de contenido: determinan los conceptos que deben formar parte del “saber matemático” de los estudiantes que cursan el nivel en análisis. En ellos se incluyen diversas actividades como las de conceptualización, de reconocimiento de definiciones correctas entre muchas dadas, de detección de analogías y diferencias entre conceptos similares, de transferencia de conceptos de un evento educativo a otro similar u opuesto.</p>
<p>3- Estándares de procedimiento: son los que determinan qué habilidades o destrezas deben lograr los estudiantes en el aprendizaje de la asignatura. Se incluyen las técnicas de resolución de ejercicios y problemas, de representación gráfica, el manejo de algoritmos y de herramientas computacionales.</p>
<p>4- Estándares de actitud: son los estándares que valoran los componentes afectivos y conductuales de una persona. En ellos se ponen en juego los sentimientos, las preferencias y los comportamientos de cada alumno ya sea en forma individual o como parte integrante de un grupo.</p>

De acuerdo a las opiniones de especialistas en la problemática de la enseñanza de la Matemática en primer año de las carreras de grado y a las observaciones de la realidad áulica, se han elaborado principios generales, los que se concretan en los

principios particulares de enseñanza y de aprendizaje. Cada uno de ellos rescata conceptos esenciales de las teorías pedagógicas y de las pautas de calidad de la enseñanza.

Para poder verificar el cumplimiento de dichos principios se elaborarán estándares, los que se categorizan en estándares de contenidos, de procedimiento y de actitud. Todo lo antes expuesto sirve de basamento al diseño del modelo de calidad, presentado en el anexo A.

3) Fase experimental

3.1 Puesta en acción del Modelo

El modelo propuesto se puso en práctica dos veces en la asignatura Análisis Matemático I, en diferentes cursos del primer año. En la primera oportunidad se dividió al total de alumnos de un curso en dos grupos; uno control, que continuó con su profesor el cursado de la materia en forma tradicional, y un grupo experimental, que cursó en horarios paralelos con esta nueva metodología. Los estudiantes fueron sorteados mediante una tabla de números aleatorios y se les permitió luego cambiarse a voluntad, siempre que se proponga un compañero para el intercambio, con el propósito de equilibrar los grupos. En la segunda oportunidad se lo validó el modelo tomando un curso completo de primer año de la carrera de Ingeniería Civil, el que se considera como grupo experimental, desarrollando en el mismo las unidades temáticas seleccionadas para el trabajo con el nuevo modelo. Por otro lado, el primero año de la carrera Ingeniería Electromecánica continuó con la metodología tradicional, siendo considerado como grupo control, para posteriormente hacer un estudio comparativo de los resultados obtenidos en cada curso.

Ambas experiencias se iniciaron después de haberse evaluado el segundo parcial de la materia, siendo las unidades temáticas abordadas para el trabajo de campo las denominadas: “Derivada” y “Aplicaciones de la Derivada”. Una vez finalizado el desarrollo de ambas unidades se evaluó el tercer parcial, siendo las notas de este parcial parte de los resultados examinados y comparados.

3.2 Etapas del trabajo de campo

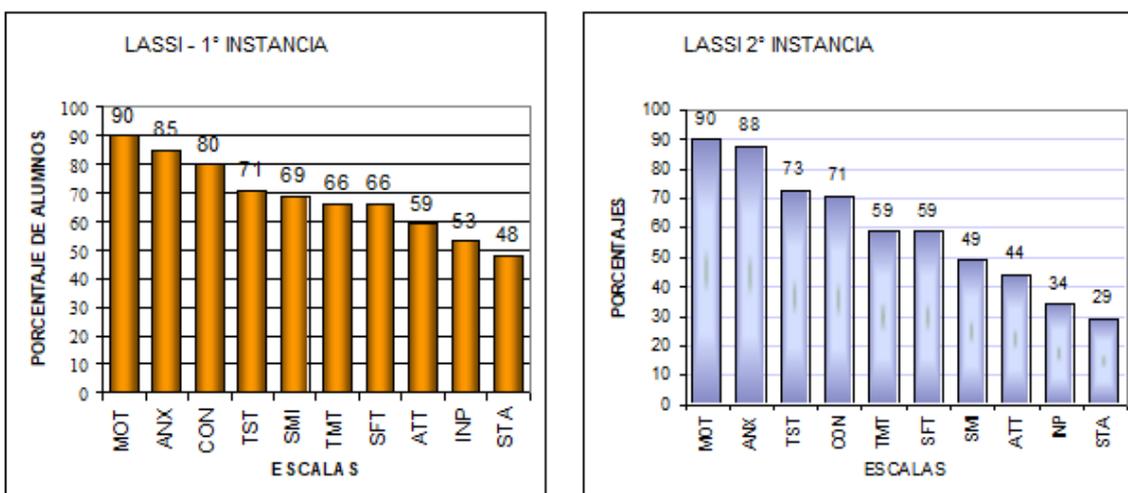
a) Diagnosticar la situación del grupo – aula:

Se efectuó el *test* “*Learning And Study Strategies Inventory*” (LASSI) para determinar fortalezas y debilidades de cada grupo. Dicho **Inventario** fue desarrollado por Claire E. Weinstein, Ann C. Schulte y David R. Palmer, del Departamento de Psicología Educacional de la Universidad de Texas (Austin, U.S.A.). Es una herramienta diseñada para medir el uso de Estrategias de Aprendizaje y Técnicas de Estudio por parte de los alumnos y un instrumento de diagnóstico y orientación que se focaliza en la evaluación de pensamientos y

conductas implícitas y explícitas que conducen a aprendizajes exitosos y que pueden ser modificados a través de intervenciones educacionales.

Los *test* fueron efectuados al iniciar la fase experimental en cada grupo de ambos cursos y en se vuelcan sus resultados en la Figura 2. En él se observan los percentiles obtenidos en el *LASSI* para la primera instancia, es decir cuando se dividió un mismo curso de una carrera en dos grupos y, en el gráfico de la derecha se muestran los resultado hallados al aplicar el *test* en la comisión de Análisis Matemático I de la carrera de Ingeniería Civil.

Fig. 2 Resultados del test “*Learning And Study Strategies Inventory*” para cada instancia o curso del trabajo de campo.



Se advierte que la motivación (MOT) es el ítem que muestra mayores deficiencias en ambos cursos. El 90% de los estudiantes no alcanza el percentil 70 (mínimo aceptable en las escalas del *test*), lo que implica que no están seguros de la carrera que han elegido, no llevan la materia al día, no leen lo dado antes de asistir a clase, no consultan bibliografía o no se propone alcanzar metas altas en sus estudios. Sólo un 10% asume sus responsabilidades y realiza las actividades académicas con expectativas de éxito.

En segunda instancia se encuentra la escala que corresponde a la Ansiedad (ANX) en la cual el 85% y el 88% de los alumnos no alcanza el percentil 70. Ya sea por su pobre preparación, por su falta de dedicación, por falta de adaptación al contexto universitario o por no tener a quién acudir en busca de ayuda cuando encuentra dificultades, la mayoría de ellos se paraliza frente al desafío. La ansiedad genera una actitud derrotista, dispersando al alumno de sus actividades.

Se detectan así dos grandes problemas que el docente debe revertir con estrategias áulicas generadoras de hábitos de estudio y de responsabilidad, sin descuidar el resto de los ítems relevados.

b) Identificar los objetivos generales de la instrucción:

Los objetivos generales son aquellos indicadores de competencias a lograr en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Tienen como función fijar metas para definir el éxito del proceso en su totalidad. Permiten establecer propósitos claros para solucionar las problemáticas detectadas mediante el *test* diagnóstico.

Según *Torshen* en su teoría “La Instrucción basada en las Competencias” (Birzea, 1984) la presentación de los objetivos da al alumno una visión clara de lo que se aspira con la instrucción y de los que el docente espera de él. Los objetivos pedagógicos son indicadores de competencia y están fuertemente relacionados con los estándares a acreditar en una etapa posterior a la enseñanza. Según la pedagogía de dominio, entendiéndose como tal aquella que considera al “dominio” como “el cumplimiento efectivo de los objetivos de aprendizaje por los alumnos”, el dominio es entendido como la realización de una actividad con el nivel de rendimiento previsto, y debe ser definido mediante objetivos pedagógicos precisos expresados por intenciones educativas planificadas.

c) Diagnosticar las necesidades instruccionales para jerarquizar contenidos:

En esta fase se analiza, de acuerdo al perfil del egresado y al diseño curricular al cual pertenece la asignatura, qué es lo que necesita el alumno. Acotar qué contenidos son los que deben enseñarse y con qué nivel de profundidad; examinar los tiempos disponibles para la enseñanza y señalar cuáles son las habilidades procesales y actitudinales a lograr.

d) Dividir la instrucción en episodios educativos (EE):

De acuerdo a las etapas anteriores se particiona cada unidad en grupos de temas afines, no sólo para enseñarlos, sino también para elaborar objetivos y evaluar estándares mínimos que miden el nivel de dominio alcanzado por cada estudiante.

e) Explicitar objetivos para cada evento educativo (EE):

Los objetivos específicos de cada EE están relacionados directamente con los estándares a comprobar. El docente señala en cada conjunto temático qué desea que sus alumnos aprendan y con qué nivel de profundidad, así como también los procedimientos y destrezas a desarrollar en forma particular con la enseñanza de los contenidos (Marton, 2004).

f) Establecer estrategias de acción para desarrollar competencias potenciales:

En esta etapa el profesor indaga a través de una evaluación inicial los aprendizajes previos de los estudiantes, lo que le permite organizar las secuencias de acciones a partir de las metas que se han fijado. Con la información recabada

diseña y pone en juego diversas estrategias para poder concretar sus objetivos e intervenir en el desarrollo de las competencias potenciales de sus alumnos. Todo esto permite planificar y coordinar las estrategias de desarrollo del programa y de la evaluación (Luchetti, 1998).

g) Elaborar recursos materiales para la instrucción:

Se debe prestar atención a lo que el grupo necesita para poder trabajar en armonía y ordenadamente. Antes de cada clase el docente debe preparar el material que será útil a los estudiantes y favorecerá el aprovechamiento del tiempo disponible. El programa está formado por un excesivo número de contenidos y el tiempo áulico es escaso. La mediación instrumental es uno de los aspectos importantes para el éxito de las estrategias de enseñanza.

h) Elaborar estándares mínimos de instrucción:

Esto significa establecer las competencias mínimas que los alumnos deben alcanzar para poder avanzar con el desarrollo del programa. Se deben planificar también medidas correctivas para aquellos estudiantes que no lo logren. Es decir, establecer una línea de medidas preventivas para evitar fracasos al final del proceso. Los estándares están estrechamente ligados con los objetivos de cada EE, ya que los *test* de verificación son una forma de medirlos y transformarlos en valores numéricos a manera de indicadores de conformidad. El docente decide así si un alumno está en condiciones de continuar con el desarrollo temático o si necesita clases de refuerzo. Dichas clases se planifican asegurando la equidad y la mejora continua basada en un control de calidad de proceso instruccional.

i) Diseñar estrategias de evaluación formativa:

Esto se relaciona con la actitud del docente hacia la verificación constante y permanente del proceso, lo que implica asegurar la calidad a través del tiempo. Cada EE merece ser examinado cuidadosamente y ajustado de acuerdo a la situación y con el fin de generar un ámbito áulico para reflexionar y pensar (Tishman, 1994).

j) Revisar y ajustar el proceso de enseñanza y aprendizaje:

Las respuestas de los alumnos a los interrogatorios informales en el aula, el seguimiento de los pequeños grupos, los coloquios grupales, el debate generalizado para poner en común una problemática investigada, la resolución de cuestiones en el pizarrón, la puntuación obtenida en los *test*, las conversaciones con los alumnos con dificultades en las tutorías, etcétera, sirven como herramientas para el replanteo de las situaciones didácticas (Constantino, 1995) y la reestructuración de líneas de acción del trabajo de campo realizado.

k) Organización de tutorías que refuerzan la enseñanza y mejoran el aprendizaje:

Las clases de refuerzo se orientan a mantener la equidad en la enseñanza, ya que su objetivo es salvar las diferencias personales existentes entre los alumnos. Del trabajo cotidiano en el aula y la corrección de los test de prueba de estándares mínimos, se detectan las deficiencias de los estudiantes y así se organiza un plan de intervención para ayudar a aquellos con mayores dificultades según sus necesidades particulares.

4) Análisis de Resultados y Conclusiones

En primera instancia se resumen las conclusiones de la primera experiencia, la que corresponde a la puesta en práctica del modelo didáctico propuesto, en el curso de primer año de la carrera Licenciatura en Organización Industrial que se dicta en la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional, en la asignatura Análisis Matemático.

En segundo lugar se presentan los resultados obtenidos en la validación del modelo, la que se ha efectuado en el primer año de la carrera Ingeniería Civil de la misma institución.

Se establecen además, comparaciones entre los grupos: grupo control contra grupo experimental, en la primera oportunidad; y del curso de Ingeniería Civil contra el de Ingeniería Electromecánica; en la segunda ocasión.

4.1 Análisis de la forma de la distribución

Es natural pensar que, como en todo proceso donde se observa el comportamiento humano, -en nuestro caso el de los alumnos en la clase de Matemática-, se quiera utilizar como instrumento de diagnóstico y clasificación a la “campana” de Gauss.

En lugar de advertir que los rendimientos de los alumnos, o sus competencias generan una campana de Gauss como herramienta descriptiva del suceso, los docentes deben tratar que, mediante su cotidiano accionar, se genere un cambio en dicha representación. De Landsheere (1971), ha definido lo que se conoce como “pedagogía en curva de jota”, lo que implica que en la cola izquierda de dicha distribución se debe concentrar el menor porcentaje posible de alumnos y la gran mayoría debe encontrarse en los niveles superiores de la variable.

Para la primera experiencia realizada considerando un grupo control y uno experimental, los resultados obtenidos en el parcial de Derivada y sus Aplicaciones, son mostrados en las Figuras 3 y 4:

Fig. 3 *Diagramas de barras de las calificaciones obtenidas por el grupo control*

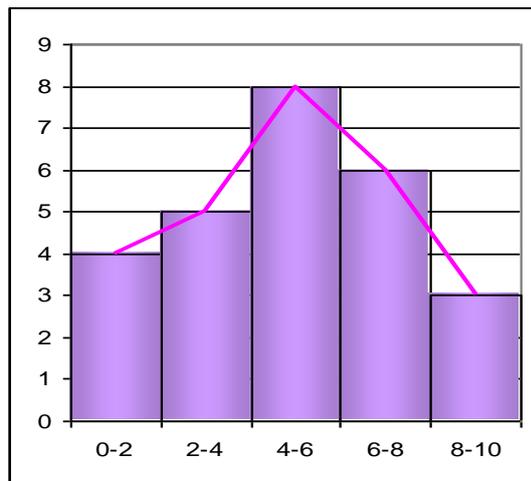
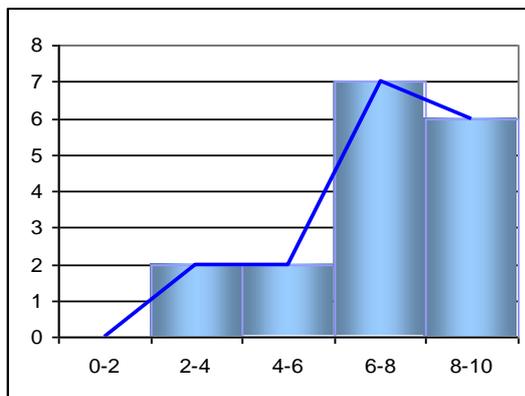


Fig. 4 *Diagramas de barras de las calificaciones obtenidas por el grupo experimental*



Si bien en el segundo gráfico no se obtiene una “perfecta jota”, se puede apreciar que la poligonal refleja un sesgo a la izquierda, o sea que la mayoría de los casos se concentran en la parte derecha de la distribución.

En la validación del modelo, es decir en la puesta en acción del modelo en un curso completo se observan los gráficos de las Figuras 5 y 6:

Fig. 5 *Diagramas de barras de las calificaciones obtenidas por el grupo control*

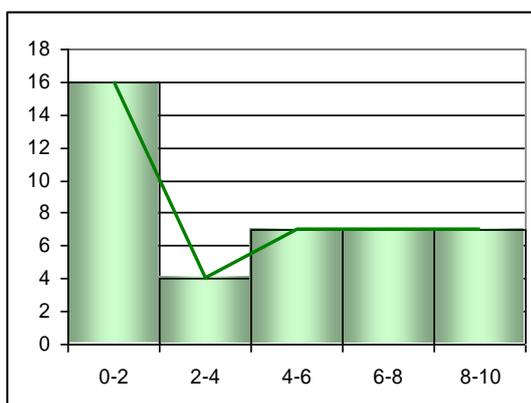
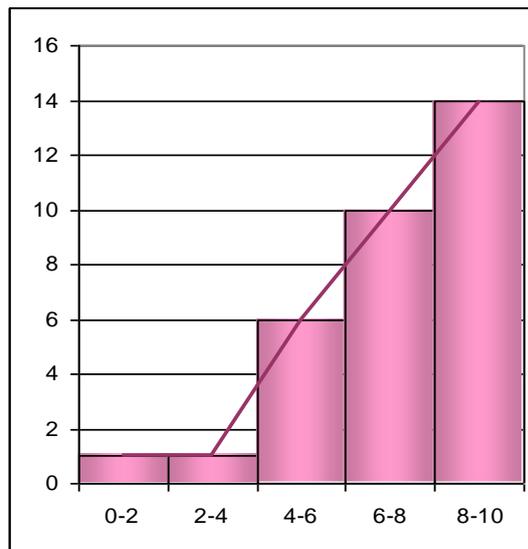


Fig. 6 Diagramas de barras de las calificaciones obtenidas por el grupo experimental



En este último gráfico poligonal se observa que la distribución de los casos sigue un comportamiento en forma de “jota”.

Todo este análisis confirma que el modelo aplicado rescata a una gran mayoría de alumnos y evita así el fracaso en Matemática. No discrimina entre aventajados y mediocres sino que trata de orientar hacia el éxito a los jóvenes, salvando diferencias personales, mejorando su desempeño y ajustando el proceso instruccional cuando las circunstancias así lo requieren.

4.2 Análisis estadístico

Para determinar si existe diferencia significativa entre las notas obtenidas por los alumnos del grupo control, en el que se ha aplicado la metodología tradicional de clase, y del grupo experimental en el parcial correspondiente a los temas “Derivada” y “Aplicaciones de la Derivada” se realiza una prueba de comparación de medias aplicando la distribución *t* de *Student*,

La hipótesis nula establecida es que “el promedio del parcial de los alumnos del grupo experimental es menor o igual que el promedio general del grupo control”.

La hipótesis alternativa es que “el promedio del parcial de los alumnos del grupo experimental es mayor que el promedio general del grupo control”.

Se simboliza con μ_1 al promedio de notas del grupo experimental, en el que se ha implementado el modelo didáctico de calidad y con μ_2 al promedio del grupo control.

Para la primera puesta en acción del modelo:

Hipótesis nula: $H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$

Hipótesis alternativa: $H_1 : \mu_1 > \mu_2$

Es decir que sí existe diferencia entre los promedios de ambos grupos.

En la Tabla 4 se muestran los valores característicos de cada grupo.

Tabla 4. Parámetros característicos de cada grupo en la 1° instancia			
	Tamaño	Promedio	Desviación estándar
Grupo experimental	$n_1=17$	$\bar{X}_1=6,47$	$s_1=2,18$
Grupo control	$n_2=26$	$\bar{X}_2=4,46$	$s_2=2,36$

El estimador de varianza combinada, hallado por la ecuación (1) es:

(1)

$$s^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{16 \cdot 4,75 + 25 \cdot 5,57}{17 + 26 - 2} = 5,25$$

El estadístico de prueba que se obtiene mediante la ecuación (2):

(2)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s^2 \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} = \frac{6,47 - 4,46}{\sqrt{5,25 \cdot \left(\frac{1}{17} + \frac{1}{26} \right)}} = 2,81$$

Entrando en la tabla t de *Student*, con 41 grados de libertad y un nivel de significación $\alpha=5\%$, el valor de t crítico, que deja a la derecha el 5% del área de la campana que representa a la distribución es: $t_{41} = + 1,683$.

Como el estadístico de prueba 2,81 es mayor que el estadístico crítico 1,683, se rechaza la hipótesis nula, por lo que existe diferencia significativa entre los promedios de ambos grupos, siendo el promedio del grupo experimental mayor que el del grupo tomado como control. Se evidencia que el estadístico de prueba está contenido en la zona derecha de rechazo de la hipótesis nula, por lo que, según la

evidencia muestral se puede rechazar la misma. Esto implica que si existe diferencia en los promedios de ambos grupos y que las mismas no son debidas al azar.

Se puede asegurar, con un 95% y hasta con un 99% de confianza, que la diferencia entre los promedios del tercer parcial, de los alumnos del grupo control y del grupo experimental son significativas, en ventaja del grupo del experimental y atribuibles al nuevo modelo aplicado.

Por otro lado, se analizó el coeficiente de promoción, realizando el cociente entre el número de estudiantes promocionados y el total que ha rendido el examen. En el **grupo control** de la primera instancia promocionaron 9 alumnos de un total de 26, lo que da un coeficiente de promoción de 0,35, mientras que en el **grupo experimental** el mismo fue de 0,76, ya que promocionaron 13 estudiantes de 17.

Para la validación del modelo, es decir en la segunda instancia de aplicación del mismo el análisis estadístico parte de las mismas hipótesis:

Hipótesis nula: $H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$

Hipótesis alternativa: $H_1 : \mu_1 > \mu_2$

Es decir que sí existe diferencia entre los promedios de ambos grupos.

La Tabla 5 muestra los valores que caracterizan a cada grupo:

Tabla 5. Parámetros característicos de cada grupo en la 2° instancia			
	Tamaño	Promedio	Desviación estándar
Grupo Ingeniería Civil	$n_1 = 32$	$\bar{X}_1 = 6,75$	$s_1 = 2,17$
Grupo Ingeniería Electromecánica	$n_2 = 41$	$\bar{X}_2 = 4,04$	$s_2 = 3,09$

El estadístico de prueba es:

$$z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} = \frac{6,75 - 4,04}{\sqrt{\frac{4,71}{32} + \frac{9,55}{41}}} = 4,396$$

El valor de Z crítico extraído de la tabla de la distribución normal estándar, pues en este caso se trata de muestra grande (con tamaño de muestras mayor que 30) es para $\alpha = 5\%$: $Z = +1,65$; y para $\alpha = 1\%$: $Z = +2,32$.

En ambos casos el valor de cálculo se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula y, mediante la evidencia muestral, no se acepta dicha hipótesis. Por lo expuesto se puede concluir que con un 95% y con un 99% de confianza, la diferencia entre el promedio del parcial correspondiente a las derivadas de los alumnos del grupo experimental y del grupo control, es significativa y atribuibles al nuevo modelo aplicado.

En la segunda experiencia **los alumnos del grupo experimental** tuvieron un coeficiente de promoción de 0,75 (promocionaron 24 alumnos de 32), mientras que el grupo control sólo alcanzó un coeficiente de 0,34, promocionando 14 de 41 estudiantes.

Desde diferentes análisis, se logró minimizar el porcentaje de alumnos con nota inferior a 6 (seis), es decir debajo de la calificación mínima para promoción, en los grupos que trabajaron con el modelo didáctico orientado a la calidad.

Esto evidencia la eficiencia del modelo didáctico propuesto y de las medidas preventivas frente a las correctivas.

Entre los aspectos relevantes se señalan:

- El análisis estadístico de los datos recabados en la fase experimental permite asegurar con un 95% y un 99% de confianza que la mejora en el desempeño de los alumnos se debe al modelo didáctico aplicado y no al azar.

- En el **grupo control de la primera instancia**, han obtenido nota de promoción - 6 o más - en el parcial correspondiente a Derivada y Aplicaciones de la derivada, el 35%, mientras que en el grupo experimental el 76%.

- En la validación, o segunda instancia, en el **grupo experimental** promocionaron el parcial el 75%, mientras **que en el grupo control** alcanzaron la promoción el 34%.

- Observando el rendimiento de los alumnos del grupo experimental, al finalizar el ciclo lectivo, su porcentaje de promoción de la materia completa ha sido del 59%, mientras que en el grupo control ha resultado del 48%. Cabe acotar que los estudiantes que han cursado bajo la nueva metodología han mejorado sus hábitos y estrategias de estudio manteniendo un buen desempeño hasta alcanzar la promoción total de la materia.

5) Implicaciones teóricas y prácticas

El trabajo pretende sugerir, desde una perspectiva teórica, un modelo para la enseñanza de la matemática en el primer año de una carrera superior, brindando diferentes estrategias para cada una de las etapas en las que se divide la instrucción. Toda persona interesada en la educación matemática, puede encontrar en los principios que lo avalan, los criterios de calidad pertinentes, tanto para su enseñanza - visión del docente - como para su aprendizaje - visión del discente.

La investigación procura acercar la teoría de la Calidad Total a la Enseñanza universitaria y sus procesos, detectando los aspectos que definen la calidad final de un alumno egresado de un curso de matemática del primer nivel, fijando criterios de evaluación y estándares mínimos de acreditación de los mismos.

Desde el punto de vista práctico, surge un cambio de actitud por parte de los estudiantes para abordar responsabilidades y compromisos acordes con el contexto universitario. Esto genera un beneficio a futuro, pues desarrolla en ellos competencias requeridas por la sociedad del conocimiento actual, para el progreso y el éxito académico en los años superiores.

6) Referencias

- Ausubel, D.P., J. Novak y H. Hanesian. Psicología educativa - Un punto de vista cognoscitivo” - Segunda edición. México, Trillas, 1977.
- Birzea, César. La pedagogía del éxito. Barcelona, Gedisa, 1984.
- Bixio, Cecilia. Enseñar a aprender - Construir un espacio colectivo de enseñanza – aprendizaje, Rosario, Homo Sapiens, 1998.
- Brousseau, Guy. Theory of Didactical Situations in Mathematics. Londres, Kluwer Academic Publishers, 2002.
- Constantino, Gustavo. Didáctica Cognitiva. Buenos Aires, CIAFIC ediciones, 1995.
- De Landsheere, Gilbert . La investigación pedagógica. Buenos Aires, Estrada, 1971.
- Gálvez, Grecia. La didáctica de las Matemáticas, en Parra C. e I. Saiz (comps). Didáctica de Matemáticas. Aportes y Reflexiones, Cap. II: 39 - 50. Buenos Aires, Paidós, 2002.
- García González, E. Piaget: La formación de la inteligencia. México. de: <http://www.cnep.org.mx/Informacion/teorica/educadores/piaget.htm>
- Godino, J. C. Batanero y V. Fonts. Análisis de Procesos de Instrucción basado en el enfoque ontológico - semiótico de la Cognición Matemática, de: http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-emioticas/analisis_procesos_instruccion.pdf
- Learning & Study Strategies Inventory, (LASSI) de: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/72840/CONICET_Digital_Nro.ecce0a61-9230-42c1-aea3-8f8b3360ee46_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Luchetti, Elena y Berlanda, Omar. El diagnóstico en el aula. Buenos Aires, Magisterio del Río de la Plata, 1998.

- Marton, Ference y Tsui, Amy. Classroom Discourse and the Space of Learning. London, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, 2004.
- Minnick Santa, Carol y Alvermann, Donna. Una didáctica de las Ciencias, Procesos y aplicaciones. Buenos Aires, Aique Grupo Editor S.A., 1994.
- Reigeluth, Charles. Diseño de la Instrucción - Teorías y modelos. Madrid, Santillana, 1994.
- Smith, M. - "John Dewey" – 2001, de: <http://www.infed.org/thinkers/et-dewey.htm>
- The Porcess of Education – A landmarkin educational Theory – Jerome S. Bruner – Harvard University Press de:
<https://books.google.com.ar/books?id=S6FKW90QY40C&printsec=frontcover&dq=bruner&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjXlaKOv9bvAhVpGbkGHbj4BWI4ChDoATABegQIAhAC#v=onepage&q=bruner&f=false>
- Tishman, Shari; Perkins David y Jay,Eileen. Un aula para pensar. Buenos Aires, Aique Grupo Editor S.A., 1994

