

EL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICA CON HERRAMIENTA COMPUTACIONAL EN EL MARCO DE LA TEORÍA DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE

Ana María Craveri

Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la Universidad Nacional de Rosario (FCEyE UNR). Rosario. Pcia. De Santa Fe. República Argentina
craveri@arnet.com.ar

Mercedes Anido

Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la Universidad Nacional de Rosario (FCEyE UNR). Rosario. Pcia. De Santa Fe. República Argentina
anidom@fceia.unr.edu.ar

Resumen: El trabajo que se presenta abarca un período de cinco años, en el que se lleva a cabo una investigación sistemática en grupos de alumnos del primer año de la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la Universidad Nacional de Rosario, considerando una población de análisis de más de 1000 alumnos del primer curso de Matemática. El objetivo es analizar el rendimiento del aprendizaje, con la utilización de herramientas CAS (Computer Algebraic System) y su relación con los Estilos de Aprendizaje, según la concepción de Honey-Alonso. Se sintetizan, en esta presentación, las fases relativas a la observación orientada a las modalidades de trabajo en el Laboratorio de Computación, de la que surgen en forma natural los diferentes estilos (“activo”, “reflexivo”, “teórico” y “pragmático”) y la utilización de las herramientas computacionales, adecuada a las predominancias puestas de manifiesto. Se concluye que, en el contexto descrito, la consideración de estos aspectos en la enseñanza mejora el rendimiento académico en temas de Álgebra Lineal y potencia los procesos propiamente matemáticos de reflexión y abstracción.

Palabras-claves: Matemática. Herramientas CAS. Estilos de Aprendizaje

Mathematics learning with computational tool in the mark of the theory of the learning styles

Abstract: the submitted work covers a five-year period of a systematic investigation of groups of first grade students of the (Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la Universidad Nacional de Rosario) Faculty of Economic Sciences and Statistics of the National University of Rosario, considering an analysis population of over 1000 first grade students of Mathematics. The goal is to analyze the learning performance using CAS tools (Computer Algebraic System) and its relation with the Learning Styles, according to the conception of Honey-Alonso. This presentation synthesizes the stages related to the observation oriented to the work modalities in the Computer Laboratory, from which the different styles (“active”, “reflective”, “theoric” and “pragmatic”) naturally emerge, and the use of computer

tools adapted to the stated predominations. We conclude that, in the context we have described, the consideration of these aspects in teaching improves the academic performance of Linear Algebra topics and promotes the properly mathematical processes of reflection and abstraction.

key words: Mathematics. CAS tools, Learning Styles.

1. Introducción y algunos fundamentos teóricos

La Matemática está presente, en mayor o menor medida, en cada uno de los avances científicos e innovaciones tecnológicas del mundo contemporáneo. Hay una estrecha correlación entre el desarrollo tecnológico en una sociedad y el grado de inserción de la Matemática en sus técnicas. El avance de las ciencias básicas, el mejoramiento de sus métodos de enseñanza y la incorporación de la herramienta informática constituyen una condición necesaria para el desarrollo de un país.

En los últimos años, la enseñanza y el aprendizaje de Matemática en el nivel universitario ha sido tema de discusión en ámbitos internacionales. *The international commission on mathematical instruction* (ICMI) destaca numerosos cambios que han tenido lugar hacia fines de siglo. Entre ellos, y teniendo en cuenta nuestra realidad universitaria, cabe mencionar los siguientes:

- 1) incremento del número de estudiantes que actualmente cursan estudios terciarios,
- 2) importantes cambios pedagógicos y curriculares en el nivel pre-universitario,
- 3) crecientes diferencias entre la educación matemática de nivel secundario y la de nivel terciario, con respecto a sus propósitos, objetivos, métodos y enfoques de enseñanza,
- 4) rápido desarrollo tecnológico,
- 5) presiones sobre las universidades para que den cuenta públicamente de sus acciones. (ICMI, 1998).

Todos estos cambios de carácter general afectan también a otras disciplinas. Sin embargo, el caso de Matemática adquiere una significación especial, ya que es una materia que forma parte de los planes de estudios de numerosas carreras de grado de las Universidades.

Otro factor a considerar, es el problema de enseñar Matemática a estudiantes que no pertenecen a una Licenciatura en Matemática; esto plantea un desafío que frecuentemente ha sido ignorado. Se trata de resistir la tentación de desarrollar los contenidos de Matemática como si los alumnos fueran potenciales matemáticos para, en su lugar, buscar metodologías alternativas, que mantengan los beneficios de la educación en un pensamiento lógico y, al mismo tiempo, aprovechen la riqueza de los modelos matemáticos en la resolución de problemas en su área de interés.

Este problema se acentúa en algunos temas, especialmente abstractos, como los relativos al Álgebra Lineal que deben desarrollarse, ya, en un primer año.

En relación a estos estudiantes, para los que la Matemática tendría un carácter preferentemente instrumental, nuestra experiencia revela que generalmente se pone énfasis en la exposición de contenidos teóricos y en su aplicación acotada a una ejercitación repetitiva. En general no se logra dar sentido al conocimiento matemático en el campo de interés de los alumnos, de manera que permita afrontar en su presente y en su futuro profesional nuevos desafíos cognitivos. La metodología de enseñanza actual pone énfasis en aprender ciertos algoritmos o teoremas y aplicarlos (a veces mecánicamente) antes que desarrollar estrategias que potencien las capacidades para afrontar nuevas situaciones problemáticas.

Es indiscutible que, en el nivel universitario, se requiere de un aprendizaje eficiente en tiempo y esfuerzo. El área de la Matemática, para lograr ese aprendizaje eficiente, debería priorizar la formación de conceptos y capacidad de aplicación del conocimiento, antes que el insumo de tiempo en cálculos rutinarios y operatoria estéril en sí misma. En particular, las Ciencias de la Administración y Economía se respaldan en teoría matemática de alto nivel; por ejemplo, el análisis económico, la estadística comparativa, los problemas de optimización y el control dinámico, requieren métodos matemáticos de: álgebra lineal, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y matemática discreta.

De los temas de investigación que surgen como propuesta del ICMI ante estos problemas nos parecen de especial interés las siguientes cuestiones:

- ¿Qué es la comprensión y el aprendizaje en matemáticas y cómo se logra?
- ¿Cuáles son las teorías subyacentes y cómo se relacionan con la enseñanza en el nivel universitario?
- ¿Cuáles son los obstáculos para hacer que la práctica de la enseñanza esté más informada y/o más influenciada por los hallazgos de estas teorías?
- ¿De qué formas puede cambiar la enseñanza para tener en cuenta las diferencias en formación, habilidades e intereses del alumno?
- ¿Qué métodos son efectivos para la enseñanza a clases numerosas?
- ¿Qué es lo que sabemos sobre la enseñanza y aprendizaje de tópicos específicos como Cálculo o Álgebra Lineal? ¿Hay características que son relevantes sólo para tópicos específicos? ¿Hay características que son comunes a varios tópicos?
- ¿Cuáles son las creencias y actitudes de un estudiante sobre las matemáticas? ¿Qué las hace cambiar? ¿De qué manera afectan su decisión de inscribirse en cursos y su posterior desempeño en ellos?
- ¿Cuáles son los efectos del uso de la tecnología en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas? ¿De qué maneras puede usarse la tecnología para mejorar la comprensión?

En el marco de preocupaciones análogas, un grupo de investigadores del Proyecto Zero de la Universidad de Harvard desarrolló el marco conceptual de Enseñanza para la Comprensión (TfU). El trabajo fue el fruto de un proyecto colaborativo entre investigadores y docentes que tomó bases teóricas desarrolladas por investigadores del mismo Proyecto como David Perkins, Howard Gardner, Vito Perrone, y de otros, como S. J. Bruner, R. F. Elmore, M. W. McLaughlin, entre muchos más. Su propuesta didáctica se funda en una concepción explícita o implícita acerca del aprendizaje; y a su vez, en que toda concepción de aprendizaje tiene sus bases en la concepción que tenemos de “sujeto” y de su relación con el mundo (Pogré, 2007).

Esta afirmación, compleja en su enunciación, sin duda es aceptada por muchos docentes. Si esto es así ¿cuál es entonces la dificultad que hace que, a pesar de haber modificado nuestras concepciones acerca del aprendizaje y a pesar de que en los proyectos educativos escolares propiciamos formar estudiantes capaces de interactuar con la realidad en una relación crítica y constructiva, continuemos trabajando en las aulas como si pensáramos que aprender es repetir y recordar, y enseñar es “dar clase”?

Sin duda, como nos alerta David Perkins (1995) no es que no sepamos lo suficiente como para tener escuelas en las que un gran número de personas con diferentes capacidades, intereses y provenientes de medios socioculturales y familiares diferentes puedan aprender. El problema es que, más allá de los desarrollos acerca del aprendizaje, las investigaciones sobre las escuelas eficaces, los estudios sobre las posibilidades del cambio y la innovación en educación es muy complejo; hay un salto entre la enunciación de nuestros saberes y el “uso activo” de ellos (Pogré, 2007).

Pogré señala como un avance de la psicología cognitiva, que desafía la enseñanza y los paradigmas clásicos, que “el aprendizaje es un proceso complejo en el que cada sujeto resignifica la realidad a partir de una reconstrucción propia y singular” Esto significa que el aprendizaje no es algo que se “tiene o no se tiene”, cual posesión acabada, es un proceso y además, cada sujeto realiza este proceso de un modo propio y singular. Con esto queda rota la fantasía de la homogeneidad y del pensar la clase para el “alumno medio” o “el común de los estudiantes”, como si hubiese un modo “patrón” de aprender.

Por otra parte lo que interesa en la investigación no es sólo el diagnóstico de las formas de aprender, objeto de investigación en sí mismo, sino su influencia en los “diseños instruccionales”.

Al respecto, según el artículo de Tracey y Richey (2006), mientras que la teoría de inteligencias múltiples y sus aplicaciones en la enseñanza-aprendizaje estuvo disponible por dos décadas (Gardner, 1987) hasta ahora se carece de

modelos de currículum que combinen sistemáticamente los valiosos aportes tanto de la teoría de las inteligencias múltiples como de la teoría de los diseños instruccionales que promuevan la creación de un ambiente que permita a los estudiantes construir sus propios aprendizajes (Tracey y Richey, 2006).

Todas estas cuestiones nos han llevado, desde nuestra propia práctica docente, a buscar criterios que nos permitan un mayor conocimiento de las modalidades de aprendizaje predominantes en nuestros alumnos para poder hacer una enseñanza más efectiva y acorde a las exigencias de la sociedad actual.

2. El problema de investigación

Concretamente, la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la Universidad Nacional de Rosario de la República Argentina, establece en la currícula del primer año, común a las Carreras de Contador Público, Licenciatura en Economía y Licenciatura en Administración, el desarrollo de dos cursos de Matemática que abarcan temas que requieren de métodos matemáticos del Álgebra Lineal, del Cálculo Diferencial e Integral, Ecuaciones Diferenciales y de Matemática Discreta.

Esta investigación se focaliza en el aprendizaje de temas introductorios de Álgebra Lineal en razón de la importancia medular que ha adquirido el Álgebra Lineal en las últimas décadas en las aplicaciones al campo profesional, las dificultades de aprendizaje en virtud de su carácter abstracto y la potencialidad didáctica que ofrecen los programas CAS (Computer Algebraic System) para la operatoria matricial.

Esto último unido a la necesidad de desarrollar los contenidos en un tiempo reducido y para un gran número de alumnos, ha planteado además, en nuestro contexto, el problema de implementar cambios en la metodología de enseñanza a fin de optimizar tiempo y esfuerzo.

En este sentido, y acorde a lo señalado en la introducción a este trabajo, para poder enseñar con eficiencia es importante conocer cómo aprenden nuestros alumnos, "qué características son comunes" y "qué diferencias predominan". Esta reflexión nos ha llevado a un aspecto "muy concreto y actual" dentro de la problemática del Aprendizaje cual es el estudio de los "Estilos de Aprendizaje", su diagnóstico y la evaluación de los aprendizajes desde esta perspectiva.

El problema de investigación se circunscribe a partir de los siguientes interrogantes:

¿Cómo conocer las formas de aprender de nuestros alumnos?

¿Cómo lograr que cada alumno reflexione sobre su propia forma de aprender y genere estrategias que afiancen sus fortalezas y superen sus debilidades?

¿Cómo obtener un conocimiento a priori, en cursos masivos, de los estilos de aprendizaje de los alumnos, o por lo menos de las tendencias predominantes?

Si pudiésemos identificar esas predominancias en las formas de aprender:

¿Cómo se manifiesta el Estilo de Aprendizaje en el trabajo matemático realizado con herramientas computacionales?

¿Existe correlación entre estilos de aprendizaje predominantes y resultados del aprendizaje de Matemática con herramientas computacionales?

Como docentes de matemática nos identificamos con la reflexión del prestigioso matemático inglés David Tall:

“¿Cómo dar sentido en Educación Matemática al impacto de la Tecnología de la Información?” A esta pregunta planteada por Tall en el VIII Congreso Mundial de Educación Matemática el mismo se responde “Mi propia ruta de elección, es estar al tanto de todos los cambios tecnológicos y sus posibilidades como herramientas matemáticas, pero sobre todo ver cómo interactúan con la naturaleza del aprendizaje humano. Como educadores necesitamos, más que nunca, reconocer las realidades así como las posibilidades del aprendizaje humano en la era de la información tecnológica” (Tall, 1996).

3.Posicionamiento didáctico

El soporte teórico de esta investigación se funda en la idea de que, quien aprende, lo hace a partir de la actividad, el ensayo y el descubrimiento por lo que nuestro planteamiento didáctico para el aprendizaje de los temas de Álgebra Lineal es promover actividades en un laboratorio de informática que centren la atención en la creación intelectual, la cooperación social y el desarrollo afectivo, convirtiendo el salón de clases en un ámbito de trabajo cooperativo para la resolución de problemas, haciendo uso de la tecnología como herramienta cognitiva.

Supuesta así la herramienta computacional, como mediadora en el aprendizaje, el contexto dentro del cual se lleva a cabo el aprendizaje de temas de Álgebra Lineal correspondientes a la asignatura Matemática I de la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la Universidad Nacional de Rosario, es el laboratorio de computación de esta institución.

3.1 Los estilos de aprendizaje

Muchas investigaciones han comprobado la diversidad y relatividad del aprendizaje, condicionando el uso del tiempo, la organización física de los ambientes, la planificación diaria. Investigaciones cognitivas han demostrado que las personas piensan de manera distinta, captan la información, la procesan, la almacenan y la recuperan de forma diferente. Las Teorías de los Estilos de Aprendizaje han venido a confirmar esta diversidad entre los individuos y a proponer un camino para mejorar el aprendizaje por medio de la conciencia personal del docente y del alumno de las peculiaridades diferenciales, es decir, de los estilos personales de aprendizaje.

Existen distintas teorías de Estilos de Aprendizaje y cada una de ellas aporta su correspondiente instrumento de diagnóstico. En esta investigación nos alineamos con los Doctores Catalina M. Alonso García y Domingo J. Gallego por razones epistemológicas y de practicidad.

¿Qué antecedentes hemos considerado para esta toma de posición?

Carl Jung citado por Kolb (1984) nos dice que las complejas condiciones externas en donde nos desenvolvemos, así como las aún más complejas condiciones de nuestra disposición psíquica individual, rara vez permiten el flujo normal de nuestra actividad psíquica. Circunstancias externas y la disposición interna frecuentemente favorecen el ocultamiento de un mecanismo y la predominancia natural de otro. Si esta condición se presenta en una forma crónica, tendríamos la producción de un “tipo” en el que un mecanismo predomina, aunque, por supuesto, los otros no son completamente inhibidos.

A estas distintas predominancias de un mecanismo sobre otro, se refieren las investigaciones de Kolb (1984), Honey y Mumford (1986), Alonso (1992) y Alonso Gallego y Honey (1999). La experiencia, la observación del propio proceso de aprendizaje y la comparación con el proceso de aprendizaje de los demás, permite inferir diferentes “estilos de aprender” (Alonso, Gallego y Honey, 1999).

3.2 Los estilos de aprendizaje según Peter Honey Y Alan Mumford.

P. Honey y A. Mumford (1986) han partido de una reflexión académica y de un análisis de la teoría y cuestionarios de D. Kolb (1984), para llegar a una aplicación de los Estilos de Aprendizaje en la formación de directivos del Reino Unido, en el marco del International Management Center from Buckingham. Es importante situarse en estas coordenadas para comprender el enfoque de estos autores.

Les preocupa averiguar por qué en una situación en la que dos personas comparten texto y contexto una aprende y otra no. La respuesta, dicen, radica en la diferente reacción de los individuos, explicable por sus diferentes necesidades acerca del modo por el que se exponen al aprendizaje y aprehenden el conocimiento. Aquí aparece una explicación: los Estilos de Aprendizaje de cada persona originan diferentes respuestas y diferentes comportamientos ante el aprendizaje.

Honey y Mumford asumen gran parte de las teorías de D. Kolb, insistiendo en el proceso circular del pensamiento en cuatro etapas: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Destacan también la importancia del aprendizaje por la experiencia (recordemos que cuando Kolb habla de experiencia se refiere a toda la serie de actividades que permiten aprender).

En cambio, a estos autores no les parece totalmente adecuada la herramienta de diagnóstico de Kolb, el L.S.I. (Learning Style Inventory), ni sus descripciones de los Estilos de Aprendizaje para el grupo en concreto con el que trabajan. Tratan de buscar una herramienta, más completa, que facilite una orientación para la mejora del aprendizaje.

Al respecto, Alonso, Gallego y Honey (1999) sintetizan su diferencia con Kolb en tres puntos fundamentales.

- Sus descripciones de los Estilos son más detalladas y se basan en la acción de los sujetos.
- Sus respuestas al Cuestionario son un punto de partida y no un final. Un punto de arranque, un diagnóstico seguido de un tratamiento de mejora. Se trata de facilitar una guía práctica que ayude y oriente al individuo en su mejora personal y también en la mejora de sus colegas y subordinados.
- Describen un Cuestionario con ochenta items que permiten analizar una mayor cantidad de variables, que el cuestionario propuesto por Kolb.

Lo ideal, afirma Honey (1986), sería que todo el mundo fuera capaz, en la misma medida, de experimentar, reflexionar, elaborar hipótesis y aplicarlas. Es decir, que todas las virtualidades estuvieran repartidas equitativamente. Pero lo cierto es que los individuos son más capaces, en general, de una cosa que de otra. Los Estilos de Aprendizaje serían algo así como la internalización por parte de cada sujeto de una etapa determinada del recorrido cíclico del aprendizaje enunciado por Kolb.

Los Estilos, en consecuencia, para P. Honey y A. Mumford son también cuatro, que a su vez están relacionados con las cuatro etapas de un proceso cíclico de aprendizaje: activo, reflexivo, teórico y pragmático.

Esta clasificación no se relaciona directamente con la inteligencia porque hay gente inteligente con predominancia en diferentes Estilos de Aprendizaje. Parece útil la estrategia de Honey y Mumford de prescindir parcialmente de la insistencia del factor Inteligencia, que no es fácilmente modificable, e insistir en otras facetas del aprendizaje que sí son accesibles y mejorables. Las teorías actuales sobre Inteligencias Múltiples dan la razón a estos autores en relación a que el coeficiente intelectual no es excluyente ni suficientemente abarcador de las potencialidades cognitivas del individuo.

Honey y Mumford describen así los Estilos de Aprendizaje que ellos definen:

ACTIVOS: Las personas que tienen predominancia en Estilos Activo se implican plenamente y sin prejuicios en nuevas experiencias. Son de mente abierta, nada escépticos, acometen con entusiasmo las tareas nuevas y centran a su alrededor todas las actividades.

REFLEXIVOS: A los reflexivos les gusta considerar las experiencias y observarlas desde diferentes perspectivas. Recogen datos, analizándolos con detenimiento antes de llegar a alguna conclusión.

TEÓRICOS: Los teóricos adaptan e integran las observaciones dentro de teorías lógicas y complejas. Enfocan los problemas de forma vertical, escalonada por etapas lógicas.

PRAGMÁTICOS: El punto fuerte de las personas con predominancia en Estilo Pragmático es la aplicación práctica de las ideas. Descubren el aspecto positivo de las nuevas teorías y aprovechan la primera oportunidad para experimentarlas.

El Learning Styles Questionnaire (L.S.Q.) test diseñado por Peter Honey y Allan Mumford, es el antecedente del CHAEA (Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje) en el que el sujeto debe responder si está de acuerdo o en desacuerdo a todas las preguntas. La mayoría de los ítems son comportamentales, es decir, describen una acción que alguien puede realizar.

3.3 ¿Por qué es de especial interés en educación matemática la categorización de Honey y Alonso?

Epistemológicamente, consideramos que la aproximación de Estilos de Aprendizaje que ha promovido Kolb (1976, 1984) y la categorización de los mismos de Honey y Alonso, están vinculadas con la posición de Polya (1981) respecto al proceso de construcción del conocimiento matemático.

El recorrido cíclico de Kolb, constituye un proceso de aprendizaje, que consideramos es de especial interés en el aprendizaje de la Matemática. Como ya hemos mencionado, el que aprende necesita, si ha de ser eficaz, cuatro clases diferentes de capacidades que, entendemos, están en relación directa con los Estilos de Aprendizaje de Honey y Alonso:

- 1.- Experiencia concreta (Estilo Activo)
- 2.- Observación reflexiva (Estilo Reflexivo)
- 3.- Conceptualización abstracta (Estilo Teórico)
- 4.- Experimentación activa (Estilo Pragmático)

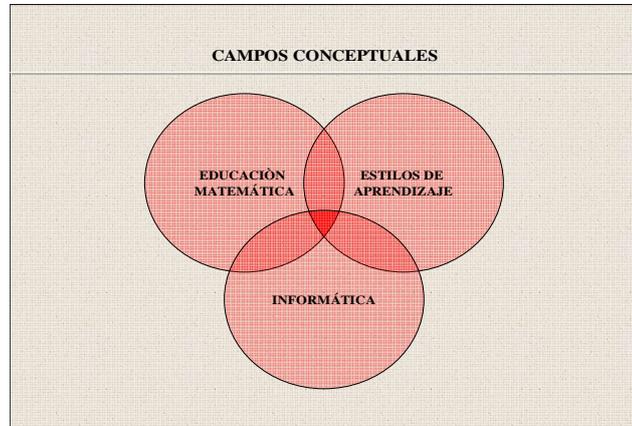
Vemos que estas etapas coinciden con la concepción de Polya (1981) quien afirma que la obra matemática se nos presenta, una vez terminada, como puramente demostrativa, consistente en pruebas solamente. No obstante, esta ciencia se asemeja en su desarrollo al de cualquier otro conocimiento humano. Hay que intuir un teorema matemático (inducción a partir de la experiencia concreta), hay que combinar observaciones (observación reflexiva), seguir analogías y probar una y otra vez (experimentación activa). El resultado de la labor demostrativa del matemático, es el razonamiento demostrativo (conceptualización abstracta), la prueba; pero si el "aprendizaje de las matemáticas" refleja en algún grado la invención de esta ciencia, debe haber en él un lugar para la intuición, para la inferencia plausible (Polya, 1981).

En cuanto a la practicidad, consideramos que es posible la aplicación de esta concepción y diagnóstico de los estilos de aprendizaje en cursos numerosos que es nuestra realidad universitaria.

4. Los elementos de nuestra investigación

Nuestro campo de investigación se ubica en la intersección de tres campos conceptuales.

Gráfico N° 1



En esta intersección se genera la Hipótesis de Investigación

Hipótesis general

El uso adecuado de las Herramientas CAS (*Computer Algebraic System*) en un proceso de enseñanza que considere los Estilos de Aprendizaje de los alumnos, mejora el aprendizaje del Álgebra Lineal

Hipótesis Secundarias

- El empleo adecuado de las Herramientas CAS ahorra tiempo de cálculo rutinario, posibilitando verificar e indagar sobre propiedades de la operatoria con matrices, determinantes y sistemas de ecuaciones lineales, relacionándolas con los modelos teóricos utilizados en problemas de aplicación profesional.
- La consideración de los Estilos de Aprendizaje del alumno en un ambiente de aprendizaje asistido con el computador, permite elaborar actividades adaptadas a los distintos estilos de aprendizaje, en forma que las virtualidades de cada estilo se equilibren y se potencie el aprendizaje.
- El uso de las herramientas CAS y el conocimiento del alumno de su propio estilo de aprendizaje motivan al alumno en el aprendizaje de Álgebra Lineal.

Para validar estas hipótesis y en correspondencia con ellas se plantean nuestros objetivos.

Objetivo general

Aportar elementos para evaluar el aprendizaje de la Matemática Básica, realizado con utilización de Herramienta Computacional, en cursos numerosos

Objetivos Intermedios

- Indagar los Estilos de Aprendizaje de los alumnos de 1º año de la FCEyE de la UNR.
- Aplicar el Cuestionario CHAEA como herramienta de diagnóstico, preparar Baremos de interpretación de sus puntajes y analizar los Estilos de Aprendizaje de los alumnos de 1º año de la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la Universidad Nacional de Rosario.
- Diseñar actividades de enseñanza con herramientas CAS en temas de Álgebra Lineal, que se adapten a los Estilos de Aprendizaje preponderantes y evaluar sus resultados.

5. Metodología

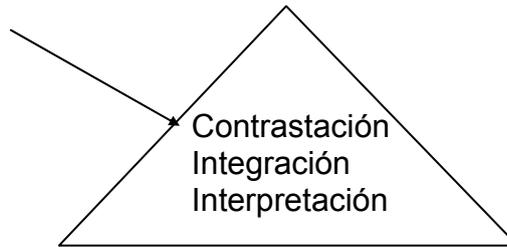
Fases de la Investigación

Fase	Instrumento de recolección de datos	Análisis de datos	Refiere al objetivo:
1. Observación Participante del trabajo de los alumnos en el Laboratorio	Grabador	Análisis de contenido de las desgrabaciones de los diálogos que genera cada problema y su relación con las sucesivas pantallas del computador	<ul style="list-style-type: none"> Indagar los Estilos de Aprendizaje de los alumnos de 1° año de la FCEyE de la UNR. Diseñar actividades de enseñanza con herramientas CAS que se adapten a los Estilos de Aprendizaje preponderantes en temas de Álgebra Lineal
2. Indagación de predominancias en Estilos de Aprendizaje	Cuestionario CHAEA	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de las distribuciones de los puntajes obtenidos por los alumnos en cada una de las categorías de Estilos de Aprendizaje (Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático). Cálculo de medidas descriptivas (media aritmética y percentiles) de cada una de las distribuciones, para posibilitar la caracterización del Estilo de Aprendizaje predominante en cada alumno. Determinación del criterio de interpretación del puntaje individual obtenido.(Baremo) 	<ul style="list-style-type: none"> Analizar los Estilos de Aprendizaje de los alumnos de 1° año de la FCEyE de la UNR. Preparación del baremo de interpretación
3. Evaluación del rendimiento.	*Planillas de calificaciones de exámenes parciales. *Datos del formulario de ingreso (edad y sexo). *Cuestionario CHAEA	Se evalúa la relación entre el rendimiento académico, el estilo de aprendizaje y el grupo de pertenencia (tratado o control). Análisis de correlación.	Diseñar actividades de enseñanza con herramientas CAS que se adapten a los Estilos de Aprendizaje de los alumnos y evaluar sus resultados

Estructura Investigativa

PERSPECTIVA CUALITATIVA

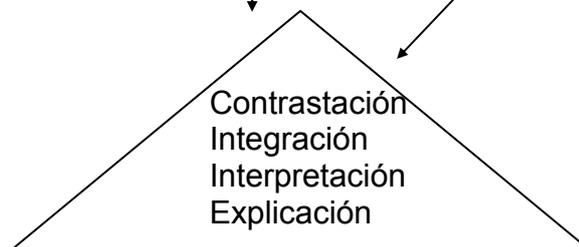
Observación
Participante
en el Laboratorio
de Computación



CUANTITATIVA

Indagación de
Predominancias
en Estilos de
Aprendizajes

Análisis
Comparativo
del
Rendimiento
Académico



DIMENSIÓN

C
O
N
C
L
U
S
I
O
N
E
S

Y

P
R
O
S
P
E
C
T
I
V
A

En lo que sigue nos ubicamos en el desarrollo de las Fases de esta Investigación

5.1 Perspectiva cualitativa. Observación participante en el laboratorio de computación

En el Laboratorio de Computación los alumnos trabajan en grupos de dos por ordenador en la resolución de una guía de problemas sobre operaciones con matrices, determinantes y sistemas de ecuaciones lineales. El análisis e interpretación de los registros de captación de datos permite integrar las diferentes actitudes puestas de manifiesto en cuatro grupos diferenciados de alumnos.

*Grupos de alumnos que interactúan con el computador con rapidez y casi con avidez.

*Grupos de alumnos que aguardan que el docente concluya las indicaciones para realizar el trabajo, consultan al docente y dialogan con su compañero.

*Grupos de alumnos que buscan explicar la respuesta del computador recurriendo al material teórico y quedan satisfechos cuando logran generalizar conclusiones particulares.

*Grupos de alumnos que sólo se entusiasman en el momento en que el docente plantea alguna situación de la vida real vinculada a los conceptos matemáticos.

¿Qué relación observable hay entre el aprendizaje de la Matemática, en el ambiente descrito, y las características propias de los Estilos de Aprendizaje?

Se puede concluir que, en lo que se refiere a los procesos propios del aprendizaje de matemática, puede establecerse una relación entre éstos y los cuatro Estilos de Aprendizaje que estamos considerando:

Activo → Manejo inmediato del programa y operatorio de los datos

Reflexivo → Relación con otros problemas

Teórico → Conocimiento de propiedades y capacidad de búsqueda de modelos abstractos

Pragmático → Ejecución y extensión del problema original en otros contextos de aplicación

La aplicación del CHAEA permite que la variable Estilo de Aprendizaje de naturaleza básicamente cualitativa pueda ser medida y analizada cuantitativamente dando lugar a la segunda y tercer fase de la investigación

5.2 Dimensión cuantitativa

Se desarrollarán las fases 2 y 3 del cuadro “Fases de la Investigación”

5.2.1 Indagación de la predominancia en estilos de aprendizaje

Se aborda aquí el problema de la interpretación de los resultados del Cuestionario CHAEA. Al momento de iniciar esta Fase, se contaba con los baremos presentados por Honey (1986) correspondiente a profesionales del Reino Unido, y con los determinados por Alonso (1999) sobre una muestra de estudiantes universitarios españoles. En esta investigación la población de análisis son los alumnos de primer año de una Facultad de Ciencias Económicas. Por esto ha sido imprescindible la preparación de un baremo de interpretación a partir de los resultados obtenidos con una muestra de 381 alumnos ingresantes a la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la Universidad Nacional de Rosario, que cuenta con un ingreso anual del orden de los 2000 alumnos.

Para cada estilo (Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático) se obtiene la distribución de frecuencias de la variable: Puntaje obtenido en el cuestionario CHAEA en cada uno de los Estilos.

La Tabla N° 1 contiene los límites de los intervalos para cada nivel de preferencia que resultan del análisis realizado sobre las estructuras de percentiles. El baremo obtenido nos permite clasificar a un determinado alumno en uno de los cinco grupos de “preferencia” propuestos por Alonso (1999) muy baja, baja, moderada, alta y muy alta, según el puntaje obtenido en el CHAEA.

Tabla N° 1

Baremo General. Preferencias en Estilos de Aprendizaje. Facultad de Ciencias Económicas y Estadística UNR

Estilo	Preferencia				
	Muy Baja	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
Activo	0-6	7-8	9-13	14-15	16-20
Reflexivo	0-9	10-12	13-16	17-18	19-20
Teórico	0-8	9-11	12-14	15-16	17-20
Pragmático	0-7	8-10	11-14	15	16-20

De acuerdo a estos resultados se interpreta que, un alumno de primer año de la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística (UNR) que obtuvo, por ejemplo 9 puntos en cada Estilo de Aprendizaje, tiene: preferencia moderada en Estilo Activo, preferencia muy baja en Estilo Reflexivo, preferencia baja en Estilo Teórico y preferencia baja en Estilo Pragmático

La tabla N° 2 contiene los puntajes promedios obtenidos en cada uno de los estilos de aprendizaje

Tabla N° 2

Promedios de los puntajes para cada Estilo de Aprendizaje. F.C.E.yE (UNR)

Estilo	Promedios
Activo	10.62
Reflexivo	13.70
Teórico	12.15
Pragmático	11.53

En nuestra Facultad, la puntuación media más alta corresponde al “estilo reflexivo”, a continuación se ubica el “estilo teórico” seguido del “pragmático” y por último el “estilo activo”

Peter Honey (1986) y Catalina Alonso (1999) hacen una descripción de las intercorrelaciones entre los cuatro Estilos de Aprendizaje. En esta investigación se calculan los coeficientes de correlación Pearson para contar con un elemento más que permita triangular esta investigación con la de Alonso y Gallego (1999).

Tabla N° 3

Matriz de correlación entre los cuatro Estilos de Aprendizaje.
F.C.E.y E. UNR

Estilo	Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático
Activo	1			
Reflexivo	0.083	1		
Teórico	0.004	0.618**	1	
Pragmático	0.473**	0.469**	0.513**	1

** Correlaciones significativas al nivel 0.01

El Estilo Pragmático está correlacionado positivamente con cada uno de los restantes estilos. También resulta ser significativa y positiva la asociación Reflexivo-Teórico. Esto nos dice que los alumnos que tienen puntuaciones altas (bajas) en Estilo Pragmático es de esperar que también tengan puntuaciones altas (bajas) en los restantes estilos, y que si tienen puntuaciones altas (bajas) en Estilo Reflexivo se espera que también éstas sean altas (bajas) en el Estilo Teórico.

Los coeficientes de correlación de las combinaciones Activo-Reflexivo (0.083) y Activo-Teórico (0.004) son cercanos a cero, de hecho ninguno resulta ser significativamente distinto de cero. Sobre estas combinaciones de estilos podemos concluir que no hay asociación entre ellas, al menos no del tipo lineal, pero tampoco hay indicios de que pueda existir entre ellos incompatibilidad, entendiéndose por esto el hecho de que en alumnos con puntuaciones altas, por ejemplo, en Estilo Activo se espere que puntúen bajo en Estilo Reflexivo o Teórico.

5.2.2 Análisis comparativo del rendimiento académico.

Uno de los objetivos de esta investigación es evaluar el aprendizaje utilizando herramientas CAS, de algunos temas de Álgebra Lineal desde la perspectiva de los Estilos de Aprendizaje de Honey-Alonso. A tal fin se propone la comparación entre las variables: "rendimiento académico" y "grupo de pertenencia". El análisis comparativo está referido, aquí (fase 3 del cuadro Fases de la Investigación), al rendimiento académico **correlacionado** con el estilo de aprendizaje. Para lo cual previo a la aplicación del "tratamiento" (utilización de la Herramienta computacional) se realiza el diagnóstico de los Estilos de Aprendizaje de los alumnos con el CHAEA en el grupo control y en el grupo experimental o tratado.

Siguiendo a Campbell y Stanley (1993) el diseño que se aplica es un diseño cuasi-experimental de comparación entre dos grupos. Las características del ambiente donde se desarrolla esta experiencia determinan que no haya una asignación aleatoria en sentido estricto de los sujetos a los tratamientos puesto que se trata de comisiones predeterminadas y a cargo de docentes preestablecidos. Las características del diseño son:

*se eligen los grupos de sujetos constituidos naturalmente

*se registran en estos grupos una medida pretratamiento

*se aplica el tratamiento al grupo experimental

*se registra en los grupos una medida postratamiento

*se llevan a cabo las comparaciones entre dichas mediciones a fin de conocer los efectos del tratamiento.

¿Qué definición adoptamos para estas variables?

*Rendimiento académico es el resultado obtenido dentro del sistema oficial de evaluación vigente (escala 0 a 10).

*Grupo de pertenencia adopta dos categorías:

*Grupo control: la metodología de enseñanza es la “habitual” para el desarrollo de las clases prácticas y la misma que se emplea para los restantes temas de la materia. Consiste en 2hs semanales de clases prácticas con el profesor explicando y resolviendo algunos de los ejercicios de la guía de trabajos prácticos en el pizarrón (metodología tradicional).

*Grupo experimental o tratado: la modalidad de enseñanza consiste en 2hs semanales de trabajo en el Laboratorio de Computación en grupos de dos alumnos por computadora con el profesor. El profesor explica el uso de los comandos del programa y los alumnos resuelven los problemas de la guía de trabajos prácticos. El docente interviene sólo si es requerido por el grupo.

¿Cómo incide el docente en el ambiente de aprendizaje?

En el diseño el docente se considera una variable controlada porque en el desarrollo de la experiencia participa un equipo de docentes investigadores, son los mismos docentes que trabajan en ambos grupos en distintos horarios y en uno de ellos se tuvo la facilidad de contar con un laboratorio de computación

Resultados

Tabla N° 3

Matriz de correlaciones. Estilos de aprendizaje- Rendimiento Académico. Grupo Control

	Actrivo	Reflexivo	Teórico	Pragmático	Nota Pre-test	Nota Pos-test
Activo	1					
Reflexivo	0.104	1				
Teórico	-0.008	0.613**	1			
Pragmático	0.494**	0.477**	0.501**	1		
Nota pre-test	-0.092	0.045	0.076	0.045	1	
Nota pos-test	-0.196*	0.172*	0.220**	-0.003	0.475**	1

**correlación significativa al nivel 0,01 *correlación significativa al nivel 0,05

Tabla N° 4

*Matriz de correlaciones. Estilos de aprendizaje, Rendimiento Académico.
 Grupo Experimental*

	Actrivo	Reflexivo	Teórico	Pragmático	Nota Pre-test	Nota Pos-test
Activo	1					
Reflexivo	0.104	1				
Teórico	-0.008	0.613**	1			
Pragmático	0.494**	0.477**	0.501**	1		
Nota pre-test	-0.092	0.045	0.076	0.045	1	
Nota pos-test	-0.196*	0.172*	0.220**	-0.003	0.475**	1

***correlación significativa al nivel 0,01 *correlación significativa al nivel 0,05*

Con respecto a la nota del pre-test, que corresponde a la evaluación de temas en los que ambos grupos (control y experimental) trabajan con metodología tradicional (clase expositiva habitual), en ninguno de los dos grupos se observan correlaciones significativas con los Estilos de Aprendizaje. Se diría que al momento previo a la implementación del tratamiento (utilización de la herramienta computacional) las variables “rendimiento académico” y “estilos de aprendizaje” no están asociadas (linealmente). (Tablas N° 3 y N° 4).

Con respecto a la nota del pos-test, cuando se evalúan los temas correspondientes a Álgebra Lineal desarrollados en el grupo experimental con utilización de la herramienta computacional y conocimiento del propio estilo de aprendizaje por parte del alumno (Tablas N° 3 y N° 4), vemos que en el grupo control se reitera nuevamente la no existencia de correlaciones significativas entre las variables “estilo” (puntaje obtenido en el CHAEA) y “rendimiento” (nota obtenida en el pos-test). En tanto que en el grupo experimental se observan correlaciones significativas ($p > 0.05$) entre las variables “estilo” y “rendimiento”.

6 Conclusiones

*En la observación del trabajo en el laboratorio, en relación al objetivo que hace referencia a: “Indagar y analizar los estilos de aprendizaje de alumnos de primer año”, desarrollada en el punto 5.1, surgen situaciones de interés para el conocimiento de la formas de aprendizaje. Algunos alumnos se manifiestan especialmente “activos”, utilizan la modalidad de indagación por prueba y error, constantemente, como forma personal de llegar a las soluciones. Otros aguardan con pasividad, frente a la pantalla del computador, que el docente concluya las indicaciones para realizar el trabajo; consultan frecuentemente al docente y son

cuidadosos en seguir las instrucciones. Son cautos, precisos y difícilmente llegan a situaciones de error; son alumnos que se manifiestan más “reflexivos” al actuar.

También se observan algunos alumnos que, ante una respuesta imprevista en la pantalla, buscan llegar a una explicación recurriendo frecuentemente al material teórico o al análisis de otros ejemplos sobre el tema; suelen dejar de lado el teclado del computador y trabajar con lápiz y papel; quedan satisfechos cuando logran generalizar, en una propiedad teórica, alguna conclusión extraída de situaciones particulares. Diríamos que se manifiestan como “teóricos”. Otros alumnos sólo se entusiasman en el momento en el que detectan en la guía, problemas que vinculan claramente los conceptos matemáticos a situaciones de la realidad, adoptando una actitud “pragmática”

En la observación orientada, de las modalidades de trabajo en el Laboratorio se delinean, desde una perspectiva cualitativa con metodología observacional, lo que Honey-Alonso categorizan como “estilos: activo, reflexivo teórico y pragmático”

*Por otro lado, el análisis de la información recabada a través del cuestionario CHAEA, ha permitido construir un baremo de interpretación de las puntuaciones personales de los alumnos en los cuatro Estilos de Aprendizaje según la categorización de Honey-Alonso.

Confrontados nuestros resultados con los obtenidos en las investigaciones de Alonso y Gallego (1999) con estudiantes universitarios españoles, se observan importantes coincidencias en las conclusiones arribadas en ambas investigaciones. Se destacan las referidas a las asociaciones entre las categorías de ‘estilo de aprendizaje’. El Estilo Pragmático está correlacionado positivamente con cada uno de los restantes Estilos, al igual que el Estilo Reflexivo y Teórico. Esto nos dice que los alumnos que tienen puntuaciones altas (bajas) en Estilo Pragmático es de esperar que también tengan puntuaciones altas (bajas) en los restantes Estilos, y que si tienen puntuaciones altas (bajas) en Estilo Reflexivo se espera que también éstas sean altas (bajas) en el estilo Teórico.

Los coeficientes de correlación de las combinaciones Activo-Reflexivo (0.083) y Activo-Teórico (0.004) son cercanos a cero, de hecho ninguno resulta ser significativamente distinto de cero. Sobre estas combinaciones de estilos podemos concluir que no hay asociación entre ellas, al menos no del tipo lineal, y que tampoco hay indicios de que pueda existir entre ellos incompatibilidad, entendiendo por esto el hecho de que alumnos con puntuaciones altas, por ejemplo, en Estilo Activo se espera que puntúen bajo en Estilo Reflexivo o Teórico.

*El análisis del ‘rendimiento académico’ vinculado con el ‘estilo de aprendizaje’ del alumno se ha arribado a interesantes conclusiones respecto a la

influencia del 'ambiente de aprendizaje' en el aprendizaje de temas relativos al Álgebra Lineal.

En un ambiente de aprendizaje 'tradicional' (clase expositiva) no hay evidencia de Asociación entre 'rendimiento académico' y 'estilo de aprendizaje'. Podría decirse que este ambiente no 'favorece más' o 'menos' a algún 'estilo' en particular.

En el ambiente de un Laboratorio de Computación, en cambio, los alumnos con predominancia en estilo reflexivo y teórico obtuvieron mejores puntajes (correlación significativa y positiva), lo contrario ocurre con los alumnos con predominancia en estilo activo (correlación significativa y negativa). Esto indicaría que el tratamiento (utilización de la herramienta computacional) favorecería a los alumnos con preferencia en estilo reflexivo y teórico, y no favorecería tanto a los estudiantes predominantemente activos.

La computadora, adecuadamente usada, potencia los procesos propiamente matemáticos de reflexión y abstracción y, contra lo que podría suponerse, no debería temerse que potencie las actividades de simple entrenamiento o manejo mecánico e impensado de las funciones de un *software*.

Además, respecto a la comparación entre pre-test y pos-test dentro de cada grupo, la asociación más fuerte observada en el grupo control y la asociación más débil observada en los alumnos del grupo experimental, indicaría que la herramienta computacional promueve una 'movilidad' en cuanto a 'mejorar' (correlación positiva) a aquellos alumnos que en el ambiente tradicional previo a la experiencia (puntaje del pre-test) no habían obtenido notas satisfactorias. Esto apuntaría a pensar que, algunos alumnos con modalidad adecuada, podrían superar las primeras dificultades en la materia.

Por lo expuesto entendemos que, en el contexto de referencia se ha validado la hipótesis planteada en esta investigación.

Bibliografía

- Alonso, C. M y Gallego, D. J. y Honey, P. (1999) Los Estilos de Aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora. Bilbao: Mensajero.
- Alonso, C.M. (1992) Estilos de Aprendizaje y Tecnologías de la Información y Comunicación. European Conference about Information Technology in Education: a Critical Insight. Barcelona.
- Anido, M (2002) Tesis doctoral. La enseñanza de la Matemática con Herramientas Computacionales. U.N.E.D. (Universidad Nacional de Educación a Distancia) España.
- Campbell, D. y Stanley, J. (1993) Diseños Experimentales y Cuasiexperimentales en la Investigación Social. Buenos Aires: Amorrortu Ed.

- Gardner, H. (1987) *La nueva ciencia de la mente: historia de la revolución cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Honey, P y Mumford, A. (1986) *The Manual of Learning Styles*. Maidenhead, Berkshire: P. Honey, Ardingly House.
- I.C.M.I (International Commission on Mathematical Instruction) (1998, Diciembre) "Sobre la Enseñanza y Aprendizaje de Matemáticas en el Nivel Universitario". Documento de Discusión Presentado en *Conferencia del Estudio*, Singapur.
- Kolb, D. (1984) *Experiential Learning. Experience as the source of Learning and Development*. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall.
- Lincoln, Y. S. y Guba, E. G. (1982) *Effective Evaluation*. San Francisco: Jossey-Bass Publisher.
- Perkins, D. (1995) *La escuela inteligente: del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona: Gedisa.
- Pogré, P. (2007) "¿Cómo enseñar para que los estudiantes comprendan?". En *Diálogo Educ. Curitiba* 7 (20), 25-32.
- Polya, G. (1981) *Matemática y Razonamiento Plausible*. Madrid.: Tecnos.
- Tall, D. (1996) *Information Technology and Mathematics Education: Enthusiasms Possibilities and Realities*. Plenary Lecture. ICME8. Sevilla. Proceeding
- Tracey, M. W. y Richey, R. C. (2006) *ID model construction and validation: a multiple intelligences case*. Association for Educational Communications and Technology 2006. Published online: 16 September 2006.

Recibido en: 30/11/2007
Aceptado en: 29/02/2008