

# La matemática al ingreso en la universidad. Un estudio comparativo de cuatro Facultades en el Uruguay

WALTER ÁLVAREZ VILLAR

EDUARDO LACUÉS

MAGDALENA PAGANO

Universidad Católica del Uruguay

ADA CZERWONOGORA

GABRIELA ISOLABELLA

JULIA LEYMONIÉ

Universidad de la República, Uruguay

---

## Introducción

En el presente trabajo se muestra el análisis de los resultados obtenidos por estudiantes que realizaron las pruebas de evaluación diagnóstica al ingreso en 4 Facultades pertenecientes al ámbito público o privado del Uruguay: la Facultad de Medicina (FM) y la Facultad de Ciencias (FC) de la Universidad de la República (UDELAR), y la Facultad de Ingeniería y Tecnologías (FIT) y la Facultad de Ciencias Empresariales (FCE) de la Universidad Católica del Uruguay (UCU).

Constituye un hecho inédito y auspicioso para el país que cuatro facultades unifiquen esfuerzos para construir pruebas comunes que les permitan evaluar los desempeños de estudiantes que pretenden insertarse en carreras diferentes y además que provienen de bachilleratos con distintas orientaciones. Cabe destacar que la intención de estas pruebas realizadas al ingreso del primer año universitario, con características obligatorias pero no eliminatorias, consiste en evaluar distintas competencias o capacidades de los estudiantes a través de ejercicios o problemas sobre los conocimientos que han adquirido. A su vez cumplen con la finalidad de proporcionar a estudiantes y docentes información útil sobre la formación académica al ingreso que pueda ser usada como insumo para el diseño de actividades de apoyo a la inserción de los estudiantes en el medio universitario.

En este trabajo se analizan comparativamente los resultados generales de los desempeños de los estudiantes de las distintas Facultades tomando como parámetro los índices de dificultad y de discriminación. Además se compararon los desempeños de estudiantes en relación con el bachillerato de origen, es por esta razón que la población de la Facultad de Ciencias se dividió en dos subpoblaciones: Físico-Matemática y Biología. Dentro de la primer subpoblación se agruparon los estudiantes que ingresan a las Licenciaturas en Física y Matemática pues casi todos estos estudiantes provienen de la orientación científica de Bachillerato Diversificado; el resto de los ingresantes a Facultad de Ciencias (licenciaturas en Biología,

Bioquímica, Geología y Geografía) se agruparon en una misma subpoblación pues mayoritariamente provienen de las orientaciones biológicas del Bachillerato.

## Antecedentes

En el mes de diciembre de 2004 la Unidad de Enseñanza de la Facultad de Ciencias (UE-FC) realizó un seminario-taller sobre "Enseñanza de las Ciencias y el ingreso a la Universidad", en el que participaron docentes de bachillerato de la Enseñanza Media y docentes de primer año de las Facultades Ingeniería (FI) y Química (FQ) de la UDELAR además de las mencionadas FM y FC, así como docentes de la FIT y de la FCE de la UCU. También se contó con la participación de docentes integrantes de las Unidades de Enseñanza de FI y FQ y del Departamento de Educación Médica (DEM) de la FM.

A partir de este encuentro se formó un grupo de trabajo integrado por docentes de Matemática de las distintas facultades de ambas Universidades e integrantes de las unidades de enseñanza (UE-FC y DEM-FM).

De este grupo se originó un equipo que fue el que finalmente tomó a su cargo el diseño de la prueba, tratando de conseguir información acerca de cuestiones como las siguientes:

- a) Identificar diferencias en las poblaciones que ingresan a las diversas Facultades en relación con el conocimiento matemático.
- b) Incursionar en el diseño y posterior uso de instrumentos de diagnóstico para indagar acerca del nivel de desarrollo de competencias a través de preguntas sobre contenidos de índole matemática.
- c) Tratar de explicar las eventuales diferencias detectadas a partir de factores asociados con la enseñanza de la Matemática en las distintas opciones de bachillerato, como carga horaria de la disciplina, prácticas usuales de evaluación o diferentes exigencias asociadas con las expectativas que pueden asignarse a cada orientación.

## Metodología

### Implementación de la prueba

La prueba fue propuesta en las diferentes Facultades antes del inicio de los cursos, con la finalidad de evitar cualquier distorsión en los resultados atribuible a aprendizajes alcanzados en la Universidad.

El cuestionario completo consistió en treinta ítems de múltiple opción construido de acuerdo con el detalle que se presenta en la siguiente sección.

Se dio un plazo de dos horas para completar la prueba, y se permitió a los estudiantes contar sólo con materiales de escritura. Las respuestas fueron consignadas por cada estudiante en una hoja de corrección diseñada para ser procesada mediante un escáner.

Los índices de dificultad y de discriminación se definieron como en Álvarez *et al.* (2005), donde puede encontrarse también un estudio de otros parámetros de las preguntas de la prueba.

## Características del instrumento de diagnóstico

El equipo de trabajo elaboró un conjunto de 14 preguntas de múltiple opción, que se incluyeron en todas las pruebas de las diferentes facultades. Se eligieron ítems sobre contenidos disciplinares comunes debido a que la evaluación iba dirigida a alumnos con diversas orientaciones en el bachillerato. Algunas de las preguntas seleccionadas ya habían sido probadas en otras instancias de características similares con buenos resultados en lo referente a su capacidad de discriminación y nivel de dificultad.

En cada Facultad se complementaron los 14 ítems comunes con otros 16, para contemplar las especificidades de cada centro.

Estos 14 ítems comunes tienen como finalidad explorar el grado de elaboración conceptual que los estudiantes han conseguido en torno a ciertos temas considerados importantes por su relevancia en cursos posteriores de Matemática (funciones, lenguaje simbólico, estructuras lógicas, construcción de modelos).

Algunas preguntas se refieren a contenidos trabajados desde el comienzo de la enseñanza media básica, que en la etapa superior se retoman a un nivel de mayor rigor; otras estudian el nivel de razonamiento y comprensión del lenguaje matemático y otras exploran habilidades relacionadas con la ejecución de algoritmos.

En suma, las preguntas se enfocan no tanto a la determinación del conocimiento actual del estudiante que ingresa a la universidad como a averiguar acerca de su potencial para incorporarse al estudio universitario. En efecto, se reconoce que junto con la adquisición de contenidos disciplinares es importante el desarrollo de competencias que permitan al estudiante comportarse como aprendiz autónomo (Pozo y Monereo, 2003). Si bien es cierto que no hay relaciones de tipo determinístico entre la respuesta a un ítem y el grado de desarrollo en la competencia que se intenta indagar, es posible obtener al menos indicios en este sentido a partir de las contestaciones obtenidas. La complejidad de las redes conceptuales que los estudiantes hayan podido elaborar tiene que ver con el nivel de competencias que han desarrollado; por eso, las preguntas formuladas utilizan los contenidos disciplinares para tratar de inferir a partir de la respuesta dada qué capacidades y en qué grado se poseen.

Para atender a este aspecto, los ítems son clasificados en conceptuales, algorítmicos o de aplicación.

Los conceptuales tratan de cuestiones como procesos de traducción entre diferentes registros, uso de estructuras lógicas o adquisición de conocimientos declarativos (enunciado de definiciones o teoremas).

Los algorítmicos se refieren a los procesos de traducción para los que hay procedimientos generales, o al uso de fórmulas para llevar a cabo ciertos cálculos, o al planteo de operaciones definidas en forma arbitraria.

Los de aplicación tienen que ver con la construcción o el uso de ciertos modelos de la realidad, ya sea para proponer una toma de decisión o para establecer criterios de interpretación de los fenómenos descritos por estos modelos.

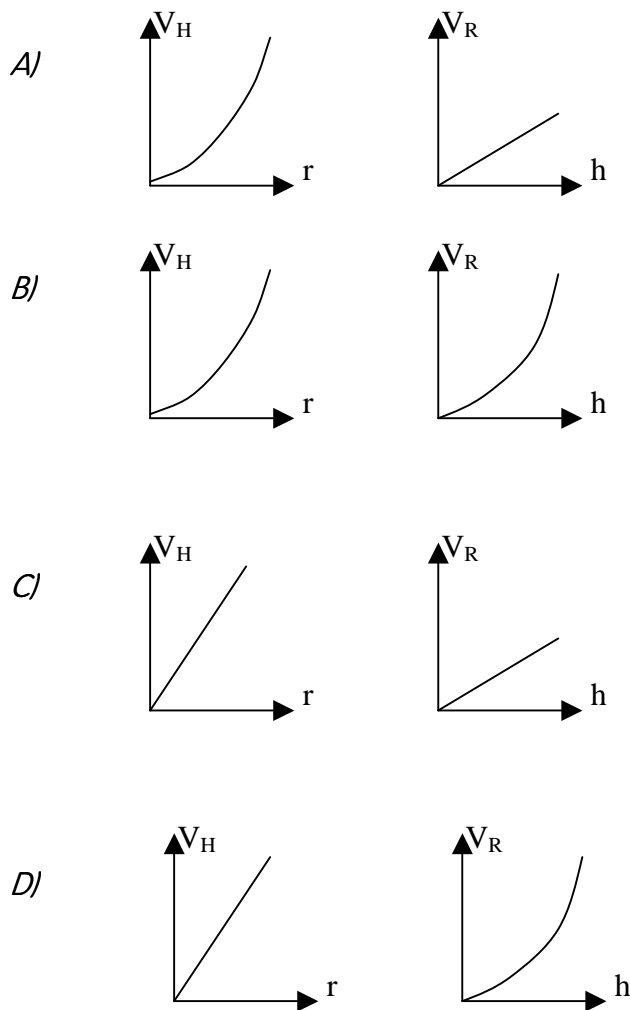
A continuación se muestran algunos ítems y se analizan desde la perspectiva antes presentada. Además, este análisis se complementa ubicando cada ítem en la descripción de niveles de desempeño elaborada por PISA (OECD-PISA, 2004). Se anexa también en cada uno de los ejemplos presentados un cuadro comparativo de los valores de los diferentes índices por facultades.

Primer ejemplo:

*La fórmula para el volumen de un cilindro de radio  $r$  y altura  $h$  es  $V = \pi r^2 h$ . Suponiendo  $h$  constante, digamos  $H$ , se obtiene que  $V$  depende sólo de  $r$ , a través de la fórmula  $V_H = \pi r^2 H$ .*

*Si en cambio se supone  $r$  constante, pongamos  $R$ , resulta que  $V$  depende sólo de  $h$  de acuerdo con la fórmula  $V_R = \pi R^2 h$ .*

*Entonces, las gráficas de  $V_H$  y  $V_R$  son las siguientes:*



Este ítem fue clasificado como conceptual debido a que la comprensión de la consigna requiere el establecimiento de nexos entre el concepto de volumen como idea geométrica, la posibilidad de calcular un volumen a partir de una fórmula algebraica, el reconocimiento de la fórmula como una función, que a su vez es posible asociar con su representación gráfica. Para responderlo correctamente se requiere:

- Comprender información presentada en lenguaje coloquial.
- Traducir esta información a un registro algebraico.
- Reconocer que la misma formulación algebraica puede ser interpretada de diferentes formas según la elección de variables que se haga.
- Traducir de un registro algebraico a otro gráfico.

En la clasificación de PISA (OECD-PISA, 2004) correspondiente al área Cambio y Relaciones este ítem se ubicaría en el Nivel 4 dado que para responderlo correctamente es necesario:

- Analizar fórmulas que describen una situación del mundo real.
- Relacionar información dada en un texto con una representación gráfica y explicar sus conclusiones.
- Ser flexible al interpretar y al razonar.

|      |   |               |               |              |           |           |
|------|---|---------------|---------------|--------------|-----------|-----------|
| ÍTEM | 9 | MEDICINA (FM) | BIOLOGÍA (FC) | FIS-MAT (FC) | FIT (UCU) | FCE (UCU) |
|------|---|---------------|---------------|--------------|-----------|-----------|

|                          |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ÍNDICE DE DISCRIMINACIÓN | 39,44% | 50,00% | 73,85% | 85,71% | 46,51% |
| ÍNDICE DE DIFICULTAD     | 72,98% | 73,94% | 49,59% | 50,98% | 80,00% |
| PUNTAJE PROMEDIO         | 26,26% | 26,06% | 50,41% | 49,02% | 20,00% |
| DESVIÓ DE LOS PUNTAJES   | 72,98% | 43,94% | 50,10% | 50,24% | 40,13% |

Segundo ejemplo:

*En un viaje en taxi, cae una ficha cada 0.2 km. La "bajada de bandera" cuesta \$18 y cada ficha cuesta \$2 ¿Cuál de las siguientes funciones representa el costo del viaje en taxi? (x es la distancia recorrida en km.)*

a)  $f(x)=2+0,2x$

b)  $f(x)=18x+2$

c)  $f(x)=2x+18$

d)  $f(x)=10x+18$

Este ítem es de aplicación, ya que plantea la construcción de un modelo sencillo de una situación real. La obtención de la respuesta correcta permite suponer que se han desarrollado competencias como las siguientes:

- Traducción desde un registro verbal a uno algebraico (reconocimiento de variable independiente, asunción tácita de la hipótesis de linealidad, interpretación de los datos para obtener los valores de los parámetros del modelo).

Según PISA (OECD-PISA, 2004), este ítem podría catalogarse como de Nivel 4, en el que se propone que los alumnos han de poder:

- Analizar fórmulas que describen situaciones del mundo real.
- Interpretar y aplicar fórmulas; manipular y utilizar fórmulas lineales que representan relaciones del mundo real.

|      |   |               |               |              |           |           |
|------|---|---------------|---------------|--------------|-----------|-----------|
| ÍTEM | 2 | MEDICINA (FM) | BIOLOGÍA (FC) | FIS-MAT (FC) | FIT (UCU) | FCE (UCU) |
|------|---|---------------|---------------|--------------|-----------|-----------|

|                          |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ÍNDICE DE DISCRIMINACIÓN | 53,78% | 63,82% | 56,92% | 64,29% | 51,16% |
| ÍNDICE DE DIFICULTAD     | 59,85% | 60,99% | 45,04% | 33,33% | 55,00% |
| PUNTAJE PROMEDIO         | 39,83% | 39,01% | 54,96% | 66,67% | 45,00% |
| DESVIÓ DE LOS PUNTAJES   | 59,85% | 48,82% | 49,86% | 47,37% | 49,91% |

Tercer ejemplo:

La derivada de la función  $f$  dada por  $f(x)=g(x^2+1)$ , si  $g$  es derivable, es:

- $g'(x^2+1)$
- $g'(x^2+1).2x$
- $g'(x).2x$
- $g'(2x)$

Este ítem fue clasificado como algorítmico porque consiste en la simple aplicación de la regla de la cadena. Para resolverlo se ponen en juego las siguientes competencias:

- Reconocimiento de información presentada a través de una formulación algebraica (composición de funciones) que no está completamente explicitada.
- Comprensión de que parte de la información no está disponible explícitamente, por lo que el resultado debe expresarse en términos de los datos no especificados.
- Utilización de un algoritmo (regla de la cadena).

- De acuerdo con la ordenación PISA (OECD-PISA, 2004) mencionada antes, este ítem podría corresponder al Nivel 5 porque para obtener la respuesta correcta los estudiantes tienen que ser capaces de:
- Interpretar y conectar información compleja.
- Reflexionar sobre la relación entre una fórmula algebraica y datos implícitos.

| ÍTEM | 11 | MEDICINA (FM) | BIOLOGÍA (FC) | FIS-MAT (FC) | FIT (UCU) | FCE (UCU) |
|------|----|---------------|---------------|--------------|-----------|-----------|
|------|----|---------------|---------------|--------------|-----------|-----------|

|                          |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ÍNDICE DE DISCRIMINACIÓN | 6,37%  | 16,45% | 53,85% | 64,29% | 13,95% |
| ÍNDICE DE DIFICULTAD     | 84,39% | 83,16% | 69,42% | 57,84% | 80,63% |
| PUNTAJE PROMEDIO         | 15,50% | 16,84% | 30,58% | 42,16% | 19,38% |
| DESVÍO DE LOS PUNTAJES   | 84,39% | 37,46% | 46,17% | 49,62% | 39,65% |

## Resultados

El siguiente cuadro presenta un resumen del promedio de los diferentes índices según procedencia e institución:

| PROMEDIOS POR INSTITUCIÓN | MEDICINA (FM) | BIOLOGÍA (FC) | FIS-MAT (FC) | FIT (UCU) | FCE (UCU) |
|---------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------|-----------|
|---------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------|-----------|

|                          |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ÍNDICE DE DISCRIMINACIÓN | 34,55% | 44,74% | 55,60% | 54,08% | 37,87% |
| ÍNDICE DE DIFICULTAD     | 67,98% | 67,99% | 43,01% | 42,87% | 63,58% |
| PUNTAJE PROMEDIO         | 31,54% | 33,04% | 53,19% | 56,02% | 37,41% |
| DESVÍO DE LOS PUNTAJES   | 64,95% | 44,49% | 46,73% | 46,84% | 45,04% |

Observando los datos de este cuadro se encuentran escasas diferencias, en cuanto a dificultad y puntaje promedio obtenido, en los desempeños de los estudiantes que ingresan provenientes de las mismas orientaciones. Es así en el caso de los ingresantes a la carrera de Medicina y las licenciaturas en Biología, Bioquímica, Geología y Geografía de FC y la FCE, por un lado, o a las carreras de la FIT y las licenciaturas en Física y Matemática de FC, por otro.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del test de hipótesis de diferencia de medias entre las distintas poblaciones referidas anteriormente.

La segunda columna presenta la medida de las colas en una distribución t de Student habiéndose verificado previamente la homogeneidad de varianzas. Comparando con los valores clásicos de significación (0,01 y 0,05), se realizan las observaciones expuestas en la tercera columna.

| COMPARACIÓN        | PROBABILIDAD | OBSERVACIONES   |
|--------------------|--------------|---|
| 1) MAT-FIS vs FIT  | 0,603        | No existen diferencias significativas entre los rendimientos.     |
| 2) MED vs BIOLOGIA | 0,520        | No existen diferencias significativas entre los rendimientos.     |
| 3) FCE vs MEDICINA | 0,117        | No existen diferencias significativas entre los rendimientos.     |
| 4) FIT vs MEDICINA | 0,000        | Si existen diferencias muy significativas entre los rendimientos. |
| 5) FIT vs FCE      | 0,000        | Si existen diferencias muy significativas entre los rendimientos. |

## Conclusiones y discusión

A partir de los resultados comentados, es posible establecer algunas conclusiones y reflexiones, que dan origen a nuevas cuestiones a indagar.

Los alumnos provenientes de orientación científica de Bachillerato Diversificado muestran un desempeño claramente superior a los de cualquiera de las otras orientaciones. Esto podría explicarse por la mayor carga horaria de Matemática que tiene esta opción respecto de las otras. Sin embargo, es de hacer notar que gran parte de esta diferencia se dedica al tratamiento de temas de Geometría, que no fueron incluidos como contenidos a evaluar en este diagnóstico, ya que no son comunes a todas las opciones de bachillerato. Por lo tanto, si se aceptara que esta diferente carga horaria explica, al menos en parte, los diferentes desempeños, debería plantearse como interrogante si es que el tratamiento de estos temas proporciona ventajas a estos alumnos, al brindarles la posibilidad de construir una cultura matemática más elaborada que la de sus compañeros de otras orientaciones. En efecto, poner en juego las mismas estructuras lógicas, o aplicar las mismas estrategias de resolución de problemas, o ampliar el número de registros de representación en los que se maneja la información, es posible que contribuya a favorecer un mayor desarrollo de competencias.

Una explicación complementaria de la anterior puede surgir al considerar las prácticas de enseñanza, y en particular de evaluación, que son habituales. En ámbitos de actividad académica como seminarios o talleres donde participan profesores de bachillerato, es posible recoger informalmente aseveraciones que indican que los docentes aplican diferentes prácticas según la orientación de bachillerato de la que se trata, ya sea porque se tienen diferentes exigencias en la evaluación, o porque se omite tratar algunos contenidos o se desarrollan con diferente profundidad según las orientaciones. Un aporte a la discusión de este tema es el que hace Orrico (2003), al analizar las propuestas de evaluación de exámenes de Matemática en bachillerato desde la perspectiva de las percepciones de los alumnos.

El tema de las concepciones que sobre la enseñanza y el aprendizaje de Matemática tienen los profesores, la relación que estas concepciones tienen con la práctica docente, y la asociación entre estas prácticas y los aprendizajes conseguidos tiene gran tradición en otros países. De acuerdo con la discusión anterior, podría ser un elemento a tener en cuenta para explicar los resultados obtenidos.

Esta constatación lleva a la necesidad de repensar el currículo de Matemática en el bachillerato. La actual organización curricular propone alternativas con muy diferentes contenidos disciplinares y niveles de



exigencia. Cabría explorar la posibilidad de elaborar un diseño más comprensivo que coloque a todos los alumnos ante las mismas demandas de desarrollo de habilidades y de adquisición de conocimientos.

Para finalizar, desde una perspectiva ética, la búsqueda de la equidad debería conducir a propiciar una organización que no sesgue anticipadamente las elecciones futuras de los estudiantes. Si la explicación anterior fuera correcta, se estaría ante el caso que la decisión de cursar bachillerato científico favorecería la inserción del estudiante en el medio universitario, respecto a quienes cursan otras orientaciones.

## Bibliografía

- ÁLVAREZ, Walter; ISOLABELLA, Gabriela; LACUÉS, Eduardo, y PAGANO, Magdalena (2005): "Contrastación de los desempeños de alumnos ingresantes a la universidad en una prueba de evaluación diagnóstica, en relación con la orientación de bachillerato de la que proceden". Decimonovena Reunión de Latinoamericana de Matemática Educativa (RELME 19), 11-15 de julio, Montevideo, Uruguay.
- OECD-PISA (2004): La evaluación de la "Cultura Matemática" en PISA 2003: Marco conceptual y actividades de la prueba, Administración Nacional de Enseñanza Pública (ANEP), Gerencia de Investigación y desarrollo, Montevideo, Uruguay.
- ORRICO, Valeria (2003): "La evaluación en matemática en bachillerato desde la perspectiva de las expectativas de los estudiantes". *Serie "Aportes para la reflexión y la transformación de la Educación Media Superior"*. Cuaderno de trabajo n.º 21, Documento no oficial de la Comisión TEMS, Montevideo, Uruguay.