

## 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.

Walter Álvarez, Gabriela Isolabella, Eduardo Lacués, Magdalena Pagano.  
Universidad Católica del Uruguay (UCU); Uruguay; Universidad de la República(UDELAR); UCU; UCU, respectivamente.  
[walvarez@ucu.edu.uy](mailto:walvarez@ucu.edu.uy), [gisolabe@fmed.edu.uy](mailto:gisolabe@fmed.edu.uy), [elacues@ucu.edu.uy](mailto:elacues@ucu.edu.uy),  
[mapagano@ucu.edu.uy](mailto:mapagano@ucu.edu.uy)

Campo de investigación: Articulación enseñanza media-universidad  
Palabras clave: bachillerato, ingresantes, universidad, evaluación diagnóstica

### Resumen

En esta investigación se contrastan los desempeños de los alumnos ingresantes a la Facultad de Medicina (FMED) de la UDELAR con los de las Facultades de Ciencias Empresariales (FCE) y de Ingeniería y Tecnologías (FIT) de la UCU, en 14 ítems comunes a las pruebas de evaluación diagnóstica que cada Facultad de las mencionadas propone a los alumnos que ingresan a ellas.

Los alumnos ingresantes se han clasificado según su orientación en el bachillerato: Ingeniería, Ciencias Económicas y Medicina y en tres niveles, según su desempeño en la prueba diagnóstica: bajo, medio y alto. Se comparan los resultados obtenidos por los alumnos, con la finalidad de establecer si existe asociación entre la variable “orientación en el bachillerato” y la variable “desempeño en la prueba diagnóstica” Finalmente, se presentan algunas conclusiones y se plantean posibles continuaciones de esta investigación.

### Introducción

El marco teórico constituido por las nociones de Aprendizaje Significativo de Ausubel (Ausubel, D., 2001; Novak, J., 1998) y de Zona de Desarrollo Proximal (ZDP) de Vygotski (Vygotski, L.S., 1979) se usa en este trabajo para clasificar en tres tipos (algorítmicas, conceptuales, de aplicación) las tareas presentadas en los ítems analizados de las respectivas pruebas de ingreso. Estas nociones constituyen el marco teórico de este trabajo y se presentan brevemente en la primera sección.

La clasificación de las tareas se realiza en la segunda sección, justificando su clasificación a partir de las referencias teóricas señaladas.

En la tercera sección se analizan los resultados obtenidos, explicando la construcción de los índices utilizados y su significado, y se dan interpretaciones acerca de algunos hechos constatados.

Finalmente, se presenta un conjunto de consideraciones a modo de conclusiones y recomendaciones para investigaciones posteriores..

### Primera sección: marco teórico

Desde el punto de vista de la teoría de Ausubel un aprendizaje puede considerarse significativo si tiene poder de transferencia y promueve la creatividad. Esto es, los conocimientos adquiridos pueden aplicarse en situaciones nuevas y permiten, además, la adquisición de nuevos conocimientos actuando como ideas de anclaje.

La propuesta de tareas algorítmicas, conceptuales y de aplicación apunta a conseguir información acerca del grado de complejidad de las redes conceptuales construidas por el alumno.

En efecto, una tarea algorítmica puede, hasta cierto punto, ser resuelta repitiendo los pasos del algoritmo, incluso apelando exclusivamente a la memoria. Pero es posible proponer tareas algorítmicas que permitan explorar un poco más allá, diseñándolas de manera que la aplicación del algoritmo no sea directa, sino que requiera activar previamente relaciones conceptuales complejas. Al presentar la clasificación de las tareas se vuelve sobre esta distinción.

Por otro lado, las tareas conceptuales buscan información acerca de los contenidos declarativos aprendidos, o de los vínculos lógicos entre éstos, o de los procesos de traducción necesarios para representarse el mismo concepto en diferentes formatos o registros.

Finalmente, las tareas de aplicación proporcionan la oportunidad para explorar hasta qué punto conocimientos adquiridos en un contexto pueden utilizarse en otros.

Por otro lado, la determinación de la ZDP permite al profesor plantear las tareas al estudiante en condiciones en las que él puede abordarlas con los conocimientos que tiene, y construir nuevos conocimientos a partir de las tareas realizadas.

En relación con esta idea, una posible delimitación de la ZDP proviene de considerar la diferente dificultad entre dos tareas, una que consiste en la simple aplicación de un algoritmo y otra que requiere reconocer ciertas relaciones generales antes de poder ejecutarlo. Otro límite proviene al analizar la diferencia existente entre enunciar un contenido conceptual, por un lado, y por otro, poder establecer relaciones lógicas entre enunciados o moverse entre diferentes representaciones simbólicas del mismo concepto.

### **Segunda sección: clasificación de las tareas**

Las tareas propuestas figuran en el Anexo I clasificadas en tres categorías: algorítmicas, conceptuales y de aplicación. Todas las actividades propuestas apelan a una comprensión significativa de los conocimientos adquiridos; todas ellas van más allá de la memorización de un contenido o la aplicación de un determinado algoritmo. Aparecen involucrados procesos de traducción entre registros así como procesos de conversión al interior de un mismo registro (Duval, R., 1998). De acuerdo con Duval, un proceso de traducción es más que una simple codificación-decodificación entre registros; lo cual permite detectar aquellos conocimientos en los que los alumnos solo han desarrollado un aprendizaje memorístico y aquellos en los cuales han construido redes conceptuales más amplias.

Teniendo en cuenta que la evaluación iba dirigida a alumnos con diferentes orientaciones en el bachillerato, se eligieron los ítems sobre contenidos disciplinares comunes.

Se consideran algorítmicas las tareas de los ítems 2, 4, 6, 11 y 12.

El ítem 2 requiere una transcripción verbal de una fórmula algebraica, y el 6 necesita una traducción gráfica de una formulación algebraica; en ambos casos, el proceso de traducción es casi la única tarea a realizar.

El ítem 4, además de la traducción desde un registro verbal al algebraico, es imprescindible una transformación en este registro y una nueva traducción en sentido contrario al primero.

El ítem 11, en forma previa al cálculo algorítmico de la derivada, precisa del reconocimiento de ciertas relaciones que aparecen presentadas en forma simbólica (presencia de una composición entre una función dada explícitamente por medio de una fórmula con otra de la que sólo conoce su derivabilidad).

El ítem 12 presenta un cálculo directo a partir de la definición que se da en el propio enunciado de una ley de composición entre números naturales, por lo que sólo requiere la comprensión de la definición y ejecutar las operaciones.

Se consideran conceptuales las tareas de los ítems 1, 5, 7, 9, 10, 13 y 14.

Para responder correctamente el ítem 1 sólo es necesario reconocer un enunciado válido entre varios que se presentan en relación con la noción de valor absoluto.

El ítem 5 demanda correlacionar las definiciones de operaciones (unión, intersección) o relaciones (inclusión) entre conjuntos con el significado de estructuras lógicas (disjunciones, conjunciones y condicionales)

Los ítems 7 y 13 exploran acerca de la utilización de estructuras lógicas para vincular enunciados presentados en forma verbal o simbólica, permitiendo evaluar las nociones de condición necesaria o de condición suficiente.

El ítem 9 requiere la adecuada asociación entre una fórmula algebraica con dos parámetros y las representaciones gráficas de las funciones asociadas a la fórmula, a partir de asignar valor constante a cierto parámetro y considerar como variable al otro; por eso, sirve para establecer la existencia de nexos entre la representación algebraica y la gráfica.

Los ítems 10 y 14 necesitan de procesos de traducción entre diferentes formas de representar una función, y de correlacionar los cambios en un registro de representación con los de otro; por lo tanto, exploran acerca del nivel de complejidad de la red conceptual asociada a la noción de función.

Los ítems 3 y 8 fueron considerados como de aplicación.

El ítem 3 refiere a la comprensión de un modelo elemental que utiliza funciones lineales, por lo que responderla correctamente requiere reconocer el rol de cada variable y el significado de los datos numéricos que se dan.

El ítem 8 pide la toma de una decisión a partir del valor dado de un parámetro, de manera que exige comprender un cierto enunciado y resolver una inequación.

Considerados en su conjunto, estos catorce ítems permiten explorar el grado de elaboración conceptual que los estudiantes han conseguido en torno a ciertos temas que se consideran importantes, desde la perspectiva teórica asumida, para el desarrollo posterior de los cursos de Matemática: funciones, lenguaje simbólico y estructuras lógicas.

### **Tercera sección: análisis de los resultados**

Para construir los índices se consideraron los catorce ítems comunes a las pruebas de las diferentes facultades.

El índice de dificultad de un ítem se define como la frecuencia relativa de respuestas incorrectas, es decir, como el cociente entre el número de respuestas incorrectas y el número total de respuestas. Por lo tanto, este índice es un número comprendido entre 0 y 1. Es una manera de medir el grado de dificultad: un índice cercano a 1 indica un ítem de gran dificultad, en tanto uno próximo a 0 señala uno fácil. Por otro lado, el índice de dificultad promedio de los ítems de la prueba sirve para medir la dificultad global de la misma.

El índice de discriminación tiene una definición un poco más complicada. En primer lugar se constituyen dos grupos, que se llaman de los sobresalientes y de los deficientes, constituidos respectivamente por quienes han obtenido una puntuación comprendida en el 27% superior o inferior de las registradas en la aplicación de la prueba. La elección de este porcentaje del 27%, que parece arbitraria, tiene que ver con el uso estadístico de este índice como estimador de la probabilidad de que un ítem tenga un índice de dificultad intermedia. El índice de discriminación se define como la diferencia entre la

frecuencia relativa de respuestas correctas en el grupo de los sobresalientes y la frecuencia de respuestas correctas en el grupo de los deficientes. Por lo tanto, éste índice es un número comprendido entre  $-1$  y  $1$ . Un ítem cuyo índice de discriminación sea negativo no cumple con la finalidad de distinguir a los que han tenido un buen resultado en la prueba de los que no. Entre tanto, un ítem con un índice de discriminación mayor que  $0,4$  se considera altamente discriminador.

Se admite, además, que calidad de la prueba está relacionada directamente con la cantidad de ítems que discriminan adecuadamente. De la misma manera que para el índice de dificultad, el promedio de los índices de discriminación es un indicador del poder global que tiene la prueba para distinguir entre buenos y malos desempeños.

La noción de confiabilidad de una prueba hace referencia a dos factores: el primero es la condición de que los resultados efectivamente obtenidos en ella no difieran mayormente de los que obtendrían los mismos participantes en una prueba equivalente; el segundo es que estos resultados no dependan del azar.

Dado que es muy difícil establecer que dos pruebas son equivalentes, una forma de analizar la confiabilidad de una prueba es a través del procedimiento de dividirla en dos mitades al azar y comparar estadísticamente los resultados de los participantes en estas dos mitades como si fueran dos pruebas separadas. Este procedimiento da origen al llamado coeficiente de Spearman-Brown. La confiabilidad de la prueba resulta estar directamente relacionada con el valor de este coeficiente. El cálculo de estos índices para esta prueba se presenta en el Anexo 5.

Las tablas con los respectivos índices de discriminación y dificultad se presentan en los Anexos, como se detalla más adelante, así como las tablas de doble entrada donde se muestra el cruce de las variables rendimiento en la prueba de diagnóstico y orientación en el bachillerato

A los efectos de ver si la orientación del bachillerato está asociado con el rendimiento en la prueba de diagnóstico clasificamos los rendimientos en tres clases: Bajo entre el  $0$  y  $40\%$ , Medio entre  $40\%$  y  $60\%$  y Alto de más del  $60\%$ . A los efectos de ver si las proporciones de rendimiento son las mismas en las diferentes opciones de bachillerato se utilizó la estadística  $U$  de Pearson aproximada por  $\chi^2$ .

Un primer resultado surge del análisis para establecer si existen diferencias significativas entre los grupos formados a partir del bachillerato cursado. La variable "orientación en el bachillerato" se clasificó en tres niveles Ingeniería, Ciencias Económicas y Medicina y también en tres niveles se separó el desempeño en la prueba diagnóstica: bajo (los que consiguieron menos de un  $40\%$  de respuestas correctas), medio (los que consiguieron entre  $40\%$  y  $60\%$  de respuestas correctas) y alto (los que consiguieron más de un  $60\%$  de respuestas correctas). Cabe señalar que el límite inferior del nivel alto fue establecido teniendo en cuenta la exigencia mínima que existe para aprobar un examen en cualquiera de las facultades donde se llevó a cabo este estudio.

La tabla del Anexo 2 muestra claramente que existen diferencias significativas entre los tres grupos. La proporción de alumnos que cursaron Ingeniería que se ubican en el nivel alto más que triplica a la de los Ciencias Económicas en ese nivel, que a su vez casi triplica a los de Medicina que alcanzan este rendimiento. En el nivel medio los porcentajes son casi iguales en las tres orientaciones, y en el nivel bajo el porcentaje en Ingeniería es menos de la mitad que el de Ciencias Económicas y un poco mayor que la tercera parte de los de Medicina.

Era esperable que existieran diferencias entre estos grupos, sobre todo teniendo en cuenta las diferentes cargas horarias dedicadas a Matemáticas en cada una de las orientaciones. Sin embargo, es bastante sorprendente la magnitud de diferencias

constatadas. Esto lleva a pensar que quizás no sea suficiente el argumento de la diferencia de dedicación a Matemática en las diferentes opciones, sino que resulte necesario explorar más detenidamente si no existen diferencias en los estilos de enseñanza y de evaluación que practican los profesores en las distintas orientaciones. Este tema escapa al alcance de este trabajo, pero es una de las cuestiones que queda abierta a partir de los resultados conseguidos.

La conclusión anterior se ve reforzada si se considera la información de la tabla del Anexo 3, en la que se presentan los promedios de respuestas correctas por cada ítem y cada orientación de bachillerato. En todos los ítems los promedios de Ingeniería superan a los demás. En general, salvo en el ítem 4, el desempeño de los estudiantes de Ciencias Económicas supera o es poco inferior al de los de Medicina. Teniendo en cuenta el enunciado del ítem 4, que hace referencia a resistencia de fluidos en un tubo, una posible explicación a esta discrepancia es que los alumnos de Ciencias Económicas hayan sentido que eran necesarios conocimientos de Física para responder, y eso haya actuado afectivamente en contra de sus posibilidades de responder correctamente. Si esta explicación es correcta, es un llamado de atención en el momento de elaborar pruebas de diagnóstico como la que se está analizando. Más adelante se señalarán otros elementos de reflexión en este mismo sentido.

Las tablas del Anexo 4 muestran los índices de dificultad y los de discriminación.

En el mismo sentido que las conclusiones anteriores, los índices de dificultad muestran que a los estudiantes de Ingeniería todos los ítems les resultaron más fáciles que a los de las demás orientaciones, y que de nuevo con la excepción del ítem 4, los alumnos que cursaron Ciencias Económicas encuentran menos difíciles o apenas más difíciles las tareas propuestas que los de Medicina.

Finalmente, en la presentación de los índices de discriminación aparecen algunos elementos a destacar. En relación con los estudiantes de Ingeniería, todos los ítems discriminan en forma adecuada. Sin embargo, los ítems 10, 11 y 14 no discriminan correctamente ni en el grupo de alumnos de Ciencias Económicas ni en el de Medicina. Aunque más adelante se analizan estos ítems entre otros, vale la pena efectuar aquí un comentario.

El conjunto de índices de discriminación es un indicador de la calidad de una prueba; en este sentido, resultaría que el cuestionario propuesto es un buen instrumento aplicado a los estudiantes de Ingeniería y no lo sería tanto aplicado a los estudiantes de Ciencias Económicas o Medicina. Esto pone un toque de alerta en relación con la construcción de pruebas estandarizadas, ya que señala que una prueba que resulta de alta calidad en un grupo de estudiantes, puede no serlo en otro, por lo tanto no parece lógico hablar genéricamente de la calidad de una prueba; variables como la orientación en el bachillerato deberían ser tenidas en cuenta.

Pasando a la consideración de los ítems, aparecen algunos elementos notables.

El ítem 3 está clasificado como de aplicación y plantea la construcción de un modelo más bien elemental utilizando funciones lineales; resultó difícil para todos los estudiantes, y los promedios de respuestas correctas entre los estudiantes de Ciencias Económicas y de Medicina están entre los más bajos. Teniendo en cuenta que el contenido matemático es más bien elemental, resulta llamativo este resultado. Una posible explicación es que este tipo de tareas no integra las prácticas de enseñanza más extendidas, y por eso haya extrañado a los estudiantes.

El ítem 11 trabaja como contenido conceptual la regla de la cadena, y fue clasificado como algorítmico porque requiere el uso de dos procedimientos: el reconocimiento de una composición de funciones (que aparece un poco disimulada) y posteriormente la aplicación de la propia regla de la cadena. Resultó difícil para todos los estudiantes,

pero, como se comentó antes, discriminó bien sólo en el grupo de los que cursaron el bachillerato de Ingeniería. Este resultado puede interpretarse en un sentido parecido al anterior: podría ocurrir que las tareas más habitualmente propuestas a los estudiantes incluyan sólo la aplicación directa de la regla de la cadena, sin referencias a otra justificación que no sea la del uso de tablas; si esto fuera así, sería explicable el fracaso en esta tarea, al no poder reconocer la composición que aparece encubierta y, por lo tanto, no tener disponible el recurso de cálculo algorítmico.

La consideración conjunta de los ítems 6, 10 y 14 permite efectuar otras reflexiones. Los tres giran en torno a la representación gráfica de funciones. El 6 fue clasificado como algorítmico porque sólo necesita de la lectura de datos en una gráfica y la comparación de los valores leídos, mientras que tanto el 10 como el 14 se consideran como conceptuales porque plantean procesos de traducción entre distintos registros de representación (gráficos, verbales o algebraicos). El ítem 6 resultó fácil para todos los estudiantes y discrimina bien en cada uno de los tres grupos, mientras que los otros dos resultaron difíciles para todos, y no discriminan bien ni en el grupo de los que cursaron el bachillerato de Ciencias Económicas ni en el de los que eligieron el de Medicina. Teniendo en cuenta que la capacidad de transitar entre diferentes representaciones de un mismo concepto es un indicador de la complejidad de la red conceptual construida, estos resultados estarían mostrando un aprendizaje más bien superficial. Puede plantearse como explicación a este hecho una similar al argumento esgrimido a propósito del ítem 11. En efecto, teniendo en cuenta el peso que tienen en los cursos de cálculo diferencial en cualquiera de los bachilleratos las tareas de representación gráfica a partir del estudio analítico de una función, podría especularse que la enseñanza enfatiza sólo los aspectos algorítmicos de la representación gráfica, y pospone los que se refieren a la comprensión de las relaciones entre las diferentes formas de representación.

En el análisis de los ítems se ha insistido en que una posible explicación de los resultados obtenidos tiene que ver con los estilos de enseñanza habituales, incluyendo en ellos las prácticas más comunes de evaluación. Tal como se señaló antes, esta cuestión es imposible de resolver con este estudio y podría integrarse en una investigación que tuviera por objeto la identificación de estilos y prácticas de enseñanza usuales en la enseñanza media.

### **Conclusiones y recomendaciones**

En este trabajo se compararon los desempeños de alumnos ingresantes a la universidad provenientes de distintas orientaciones en el bachillerato (Ingeniería, Ciencias Económicas, Medicina) en una prueba de diagnóstico sobre contenidos matemáticos comunes a estas orientaciones.

Por un lado, se constató que existen diferencias entre los tres grupos, siendo el grupo de los que cursaron bachillerato de Ingeniería el de mejor desempeño, seguido por el del Ciencias Económicas; aunque esta situación era esperada, resultó sorprendente la magnitud de las diferencias constatadas.

En segundo término, se pudo consignar que los estudiantes tienen dificultades para enfrentar tareas que requieran el uso de relaciones entre diferentes conceptos, o de las que existen entre diferentes representaciones del mismo concepto.

La tercera reflexión surge al considerar la calidad de la prueba. Resultó que para el grupo de estudiantes egresados del bachillerato de Ingeniería, la prueba fue de adecuada dificultad y todos los ítems discriminaron correctamente. Sin embargo, algunos de ellos resultaron con un índice de discriminación muy bajo en los otros dos grupos de

estudiantes. Esto es un llamado de atención en el momento de elaborar pruebas estandarizadas.

Una conjetura que puede ser objeto de investigación es que es posible correlacionar los estilos de enseñanza y de evaluación en enseñanza media con el desempeño de los estudiantes en la prueba. En particular, es de interés preguntarse acerca del lugar y la importancia que tienen en las prácticas habituales de enseñanza la propuesta de tareas no rutinarias y de problemas, que requieran del estudiante el desarrollo de redes conceptuales complejas.

### **Bibliografía**

Alvarez, W; Lacués, E; Pagano, M. (2003) Diseño y validación de un instrumento predictor del éxito académico de alumnos ingresantes a la universidad, Reporte de investigación presentado en la RELME XVII, julio 2003, Santiago de Chile, Chile.

Ausubel, D. (2001) Adquisición y retención del conocimiento, Paidós, Madrid.

Duval, R., Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En Fernando Hitt Espinoza (editor) Investigaciones en Matemática Educativa II, México. Grupo Editorial Iberoamérica.

Ebel, R., Fundamentos de la medición educacional. Editorial Guadalupe. Buenos Aires, 1977.

Gronlund, N.(1973). Medición y evaluación de la enseñanza. Editorial Pax. México.

Novak, J. (1998) Conocimiento y aprendizaje. Madrid. Alianza.

Vygotski, L.S. (1979) El desarrollo de los procesos psicológicos superiores, Barcelona: Grupo editorial Grijalbo.