

Conocimientos de Química y perfil motivacional: diagnóstico al ingreso a la Facultad de Ingeniería

ABSTRACT (Knowledge of Chemistry and motivational orientations: diagnosis at the admission to the Faculty of Engineering)

The Faculty of Engineering (that will be referred as FI, its acronym in Spanish) of the University of the Republic (with acronym UdelaR in Spanish) applies diagnostic tests for admission since 1992, evaluating knowledge in areas of Physics and Mathematics. Since the year 2004, questions in Chemistry are joined to the diagnostic test to evaluate knowledge of Chemistry, agreeing from the year 2005, a "Diagnostic Tool at the Admission" (acronym HDI in Spanish) integrated with diverse components (Physics, Mathematics, Chemistry, Reading Comprehension, Written Expression, Motivation and Cognitive Styles) valuing this way the different competences that were understood basic by the specialists of the areas to be evaluated.

The authors, as academics of the university, think about how to improve the comprehension of the complex phenomenon of the transition high school-university with this tool. These tests are applied before the beginning of the curricular courses to all the students who are admitted to the FI. In this article we present the results obtained from the application of the questions of Chemistry included in the diagnostic tests to the admission applied in the FI of UdelaR for 2005 and 2006 and the responses are analyzed about the motives for which the students show to be enrolled in the Faculty of Engineering.

KEY WORDS Chemistry, motivation, diagnosis, admission, Faculty of Engineering

Marina Míguez, Silvia Loureiro y Ximena Otegui¹

Introducción

Hace más de veinte años que las universidades en diferentes partes del mundo se han preocupado por el bajo nivel con el que llegan los estudiantes, desarrollando diferentes métodos de diagnóstico y actividades asociadas a mejorar este nivel de desempeño en el ingreso. En la década de los noventa se comenzó a incursionar en el estudio de la población estudiantil que ingresa al primer año de algunas Facultades de la UdelaR, implementando diversos estudios de indagación y relevamiento de información sobre dicha población. Desde el año 1992 la FI aplica, al inicio de cada año lectivo, pruebas diagnósticas. Estas pruebas tienen carácter obligatorio para todos los estudiantes que ingresan, no siendo eliminatorias. Esta prueba tiene como objetivo principal realizar un diagnóstico global de cada generación, permitiendo a cada estudiante una autoevaluación y, a su vez, a los docentes de los primeros cursos un acercamiento inicial a las competencias que traen sus estudiantes cada año. Si bien tradicionalmente las pruebas

diagnósticas estudian los desempeños en las disciplinas más directamente relacionadas con la carrera en cuestión, Física y Matemática para el caso de Ingeniería, la incorporación de otras componentes brinda información complementaria para comprender las dificultades en el tránsito enseñanza media-universidad. Es por ello que desde el año 2005 la FI de la UdelaR aplica una HDI integrada por diversas componentes que valoran las diferentes competencias que se entendieron básicas por los especialistas que la diseñaron, buscando mejorar la comprensión del complejo fenómeno de la transición enseñanza media-universidad. Las componentes a evaluar con la HDI son: Física, Matemática, Química, Comprensión Lectora, Expresión escrita, Motivación y Estilos Cognitivos. El marco conceptual y fundamentación teórica de la metodología y validación del instrumento desarrollado puede consultarse en Míguez, Crisci, Curione, Loureiro y Otegui, 2007. Dentro de la oferta de carreras de la FI están incluidas Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, por lo que se entendió necesario incorporar preguntas de Química en la HDI, teniendo en cuenta además que los estudiantes que ingresan provienen de un bachillerato con una carga horaria importante en esta disciplina. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en las preguntas de Química que integraron la HDI 2005 y 2006 y se analizan las respuestas acerca de los motivos por los cuales los estudiantes manifiestan haberse inscripto en la FI.

Recibido: 19 de marzo de 2007; **aceptado:** 1 de noviembre de 2007.

¹ Unidad de Enseñanza de Facultad de Ingeniería – Universidad de la República. Julio Herrera y Reissig 565. CP 11300. Montevideo. Uruguay.

Correo electrónico: uni_ens@fing.edu.uy

Tabla 1. Descripción básica de la población al ingreso (porcentajes).

Año	Cantidad de estudiantes que realizaron la prueba	Sexo		Procedencia				
		M	F	Geográfica		Institución de Enseñanza Media		
				Capital	Interior*	Pública	Privada	Escuela Técnica
2005	1,024	70.0	30.0	55.0	45.0	58.0	35.0	7.0
2006	900	81.0	19.0	57.0	43.0	58.0	33.0	9.0

*Interior hace referencia a todos los departamentos del país exceptuando a la capital Montevideo.

Tabla 2. Porcentaje de estudiantes según nivel de suficiencia en la HDI 2005-2006.

	Insuficiencia (%)	Suficiencia (%)
2005	82.1	17.9
2006	85.0	15.0

Metodología

La HDI se compone por 12 preguntas de Física, 12 de Matemática, 10 de Química y cinco preguntas de Comprensión Lectora, todas de respuesta de opción múltiple con una opción correcta y tres distractores; se solicita la redacción de idea principal a partir de un texto breve y se incluye un cuestionario de 69 preguntas sobre Estrategias de aprendizaje y Motivación. El proceso de elaboración de la HDI en general y de las preguntas de Química en particular fue realizado en forma conjunta por docentes de FI y de Enseñanza Media utilizando como referencia preguntas de bancos de datos nacionales e internacionales (ver referencias en Anexo), que se emplean para evaluar aprendizajes de estudiantes de bachillerato y de ingreso a la universidad. Este proceso implicó: consenso de contenidos y desempeños a evaluar; ajuste de criterios de pertinencia y relevancia de contenidos, y nivel de dificultad; obtención del conjunto de preguntas para integrar la prueba a partir de la realización de ensayos piloto en años anteriores con grupos equivalentes a partir de los cuales se realizó el proceso de validación de la herramienta. Se calculó el Índice de dificultad (I_{dif}), el índice de discriminación (I_{dis}), y el Alfa de Cronbach de cada pregunta de la prueba. Los temas seleccionados para la elaboración de las preguntas

son básicos en las disciplinas y están incluidos en los Programas Oficiales de Enseñanza Media, por lo que se espera sean manejados con solidez por los estudiantes. Para determinar el nivel de suficiencia de la prueba se utilizó el método de Nedelsky (Cusimano, 1996), apropiado para ser usado con pruebas de opción múltiple. Para la componente Química, corresponde a un 70%. Se decidió evaluar dos niveles de desempeño: adquisición de información (nivel 1) e interpretación de la información (nivel 2).

Resultados

En el 2005 y el 2006 la prueba se aplicó a toda la población estudiantil al ingreso. En la tabla 1 se presentan algunas características que permiten describir la población sujeto de este estudio.

En las tablas 2 y 3 se muestra la distribución de los estudiantes (%) según el nivel obtenido en la prueba diagnóstica, teniendo en cuenta las componentes Física, Matemática, Química y Comprensión Lectora (CL) en forma global.

En las gráficas 1 y 2 se muestra la distribución de los estudiantes (en porcentaje) según la cantidad de respuestas correctas de Química obtenida en los dos años analizados.

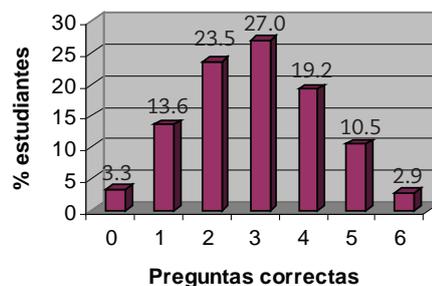
En las gráficas 3 y 4 se muestran los resultados obtenidos en la prueba de Química (Puntaje HDI Química) en relación con los resultados obtenidos conjuntamente en Matemática y Física (MF) para los años 2005 y 2006

Entre las dos variables: Puntaje en Química – Puntaje en Matemática + Física, se encontró una relación significativa positiva, tanto para el 2005 (Chi-cuadrado 788,45, $p < 0,001$; Coef. de Spearman = 0,422) como para el 2006 (Chi-cuadrado = 599,46, $p < 0,001$; Coef. de Spearman = 0,477).

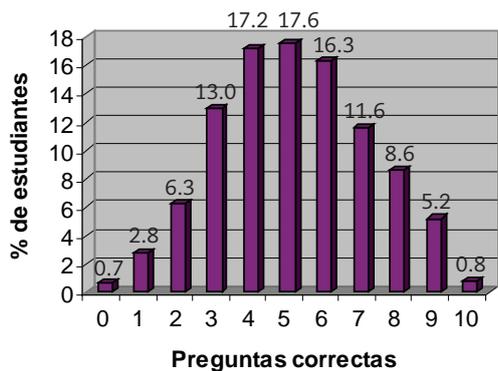
Tabla 3. Porcentaje de estudiantes según nivel de suficiencia en cada una de las componentes donde se resaltan los porcentajes obtenidos en la componente Química.

	Año 2005		Año 2006	
	Insuficiencia	Suficiencia	Insuficiencia	Suficiencia
Matemática	85,8	14,2	88,2	11,8
Química	68,7	31,3	73,9	26,1
Física	72,2	27,8	65,3	34,7
CL (mo)*	19,5	80,5	31,3	68,7
CL (IP)**	64,4	35,6	70,5	29,5

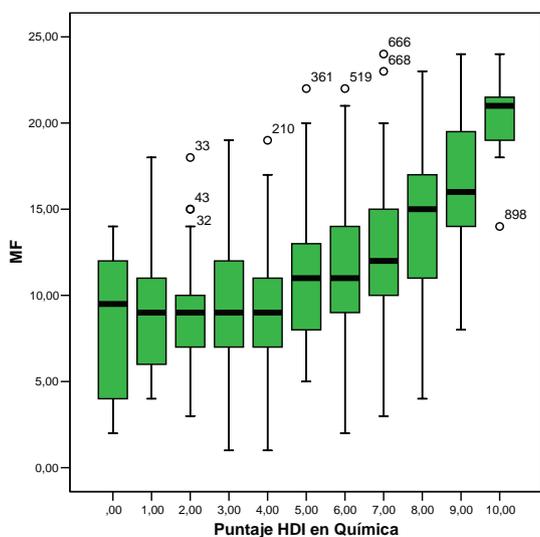
*mo: múltiple opción **IP: Idea Principal



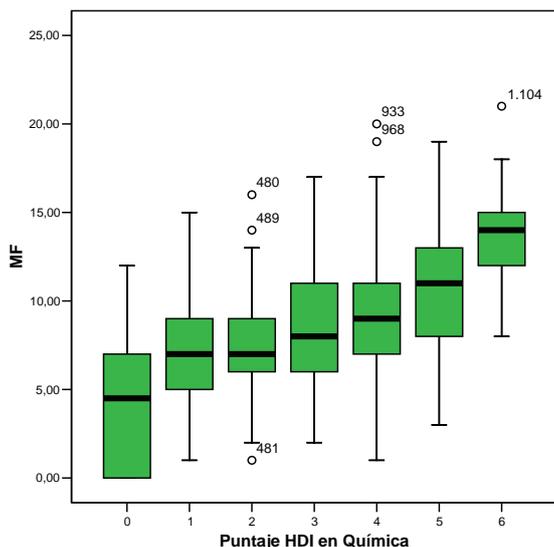
Gráfica 1. Distribución de estudiantes según respuestas correctas (2005).



Gráfica 2. Distribución de estudiantes según respuestas correctas (2006).



Gráfica 3. Año 2005.



Gráfica 4. Año 2006.

Tabla 4. Distribución de estudiantes que obtuvieron suficiente e insuficiente en la prueba de Química según la carrera a la que se inscribieron en el 2005. 49 estudiantes que realizaron la prueba en ese año no contestan la pregunta acerca de la carrera de Ingeniería a la que se han inscripto.

Carrera	Total de estudiantes inscriptos en la carrera (Año 2005)	Insuficiencia (%)	Suficiencia (%)
Agrimensura	3	100	0
Alimentos	80	65.0	35.0
Civil	127	63.8	36.2
Computación	396	71.2	28.8
Eléctrica	133	59.4	40.6
Mecánica	97	64.9	35.1
Naval	5	100	0
Química	134	64.2	35.8
Total	975		

Se estableció también el resultado obtenido en la componente Química según la carrera en la cual se han inscripto los estudiantes en los años presentados en este estudio. En las tablas 4 y 5 se muestra la distribución de estudiantes (% sobre el total de estudiantes inscriptos en cada carrera) en las categorías suficiencia e insuficiencia en función de la carrera a la cual se ha inscripto.

En las tablas 6 y 7 se presentan los resultados (%) obtenidos en cada pregunta de la componente Química, discriminados por opción y por año, destacándose en gris la opción correcta (las preguntas se encuentran en el Anexo).

En la tabla 8 se muestra un cuadro comparativo que muestra los porcentajes de respuestas correctas obtenidos para cada pregunta en los años analizados.

Tabla 5. Distribución de estudiantes que obtuvieron suficiente e insuficiente en la prueba de Química según la carrera a la que se inscribieron en el 2006. 22 estudiantes que realizaron la prueba en ese año no contestan la pregunta acerca de la carrera de Ingeniería a la que se han inscripto.

Carrera	Total de estudiantes inscriptos en la carrera (Año 2006)	Insuficiencia (%)	Suficiencia (%)
Agrimensura	11	81.8	18.2
Alimentos*	1	100.0	0
Civil	122	69.7	30.3
Computación	458	78.6	21.4
Eléctrica	153	63.4	36.6
Mecánica	92	77.2	22.8
Naval	8	75.0	25.0
Química*	33	63.6	36.4
Total	878		

*Sólo a este número de estudiantes le correspondía rendir la prueba en la FI en ese año.

Tabla 6. Año 2005.

Pregunta	Opciones				No contesta
	A	B	C	D	
1	76.8	6.3	12.8	2.8	1.3
2	11.9	44.1	25.0	16.6	2.4
3	25.0	12.6	32.6	18.8	11.0
4	6.8	11.5	8.3	64.8	8.6
5	52.7	25.1	13.1	5.0	4.1
6	10.2	35.0	43.6	7.5	3.7

Tabla 7. Año 2006.

Pregunta	Opciones				No contesta
	A	B	C	D	
1	79.4	6.1	11.2	2.2	1.1
2	11.8	48.8	25.3	12.8	1.3
3	42.1	11.4	27.6	11.8	7.1
4	7.2	13.1	10.3	64.0	5.4
5	52.4	25.1	13.9	5.0	3.6
6	34.6	7.4	8.9	45.3	3.8
7	20.4	19.5	28.7	24.0	7.4
8	2.5	45.1	11.0	34.6	6.8
9	12.2	8.3	63.2	5.4	10.9
10	0.33	23.8	71.4	0.90	3.6

Tabla 8. Cuadro comparativo entre los dos años estudiados del perfil de respuesta correcta.

Pregunta	2005	2006
1	76.8	79.4
2	44.1	48.8
3	32.6	42.1
4	64.8	64.0
5	25.1	25.1
6	43.6	45.3
7	—	28.7
8	—	45.1
9	—	63.2
10	—	71.4

Relación entre rendimiento académico en Química y perfil motivacional

El perfil motivacional de los estudiantes es una variable usualmente descuidada en el nivel educativo universitario, tanto durante el proceso de aprendizaje como en el estudio de rendimiento estudiantil. Es así que, entre las componentes de la HDI, se incluyeron preguntas que permiten un primer acercamiento a esta variable. Se analiza aquí en este sentido, el resultado obtenido en la prueba de Química (suficiente o insuficiente) en relación con las respuestas acerca de los motivos que manifestaron los estudiantes para inscribirse en una carrera de Ingeniería. En los gráficos 5 a 8 se presentan las respuestas obtenidas en el 2006, agrupadas en dos categorías para facilitar el análisis (ver Análisis de resultados).

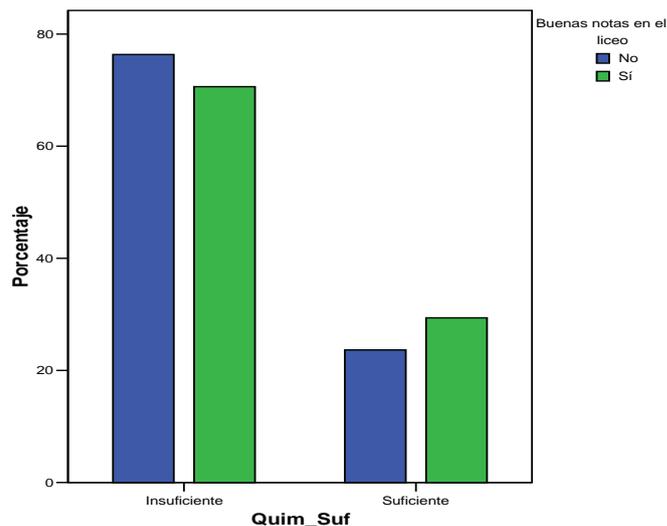


Gráfico 5. Distribución de los estudiantes que se inscriben a FI porque obtuvieron buenas notas en Enseñanza Media en función del resultado obtenido en la componente de Química (suficiente o insuficiente)

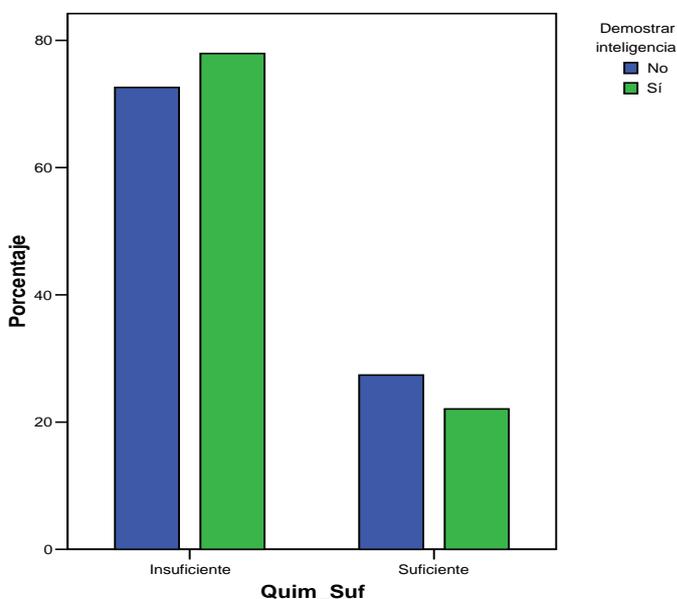
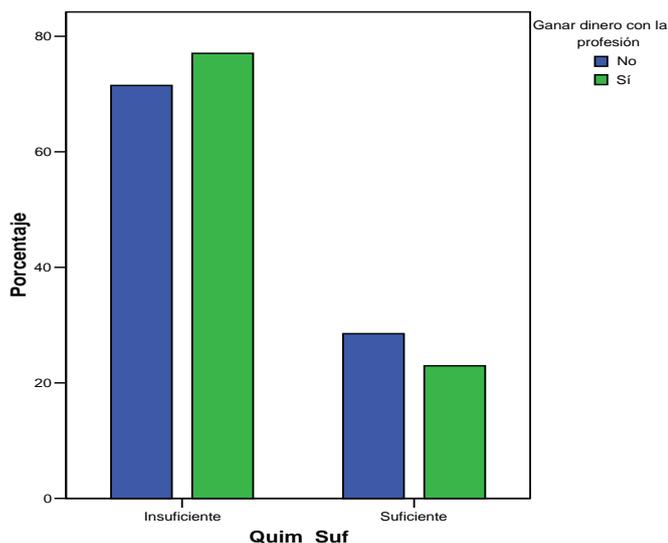


Gráfico 6. Distribución de los estudiantes que se inscriben a FI para demostrar su inteligencia en función del resultado obtenido en la componente de Química (suficiente o insuficiente).

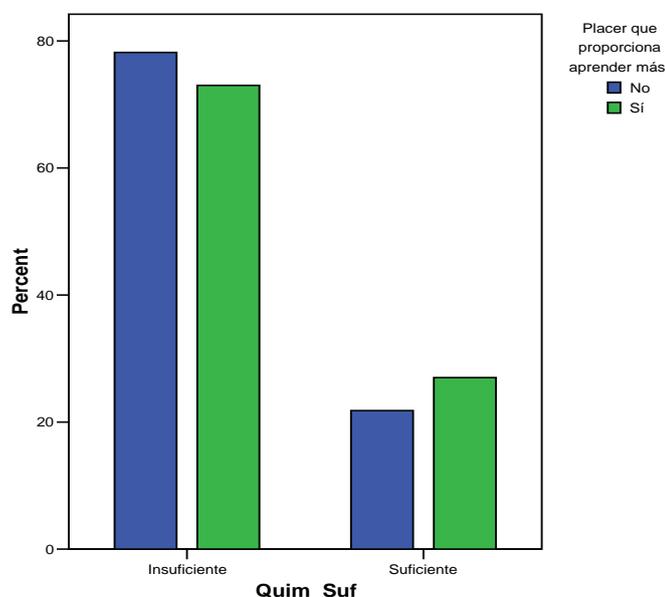
Análisis de resultados

Se calculó Índice de dificultad (I_{dif}), índice de discriminación (I_{dis}), y Alfa de Cronbach de cada pregunta de la prueba, según figura en UEFI, 2005 y 2006 y Loureiro, Míguez y Rodríguez Ayán, 2000–2001. En general se considera que si $I_{dif} > 0,85$, el ítem es muy difícil; y si $I_{dif} < 0,15-0,20$, el ítem es muy fácil, recomendándose presentar ítemes en toda la escala de acuerdo a los objetivos de las pruebas (ANEP-CDC, 1997).



Gráfica 7. Distribución de los estudiantes que se inscriben a FI para ganar dinero con la profesión en función del resultado obtenido en la componente de Química (suficiente o insuficiente).

Los mejores ítems son los que se encuentran en la franja de 0.4 a 0.6 de índice de dificultad y de 0.6 a 0.9 de índice de discriminación (ANEP, 1997). Con estos criterios se han seleccionado las mejores preguntas que se han ido incorporando a la HDI en los diferentes años de su aplicación. En la tabla 9 se muestra el I_{dif} , I_{dis} y Alfa de Cronbach para cada pregunta en el año 2006:



Gráfica 8. Distribución de los estudiantes que se inscriben a FI por el placer que proporciona aprender más en función del resultado obtenido en la componente de Química (suficiente o insuficiente).

Tabla 9. Comparación de los índices obtenidos en cada pregunta.

Pregunta	I_{disc}	I_{dif}	Alfa de Cronbach
1	0.37	0.21	0,781
2	0.54	0.51	0,780
3	0.56	0.58	0,781
4	0.58	0.36	0,781
5	0.45	0.75	0,779
6	0.66	0.55	0,779
7	0.45	0.71	0,776
8	0.74	0.55	0,775
9	0.57	0.37	0,776
10	0.29	0.29	0,781

Se analizan aquí los resultados obtenidos, en particular, para la pregunta 1 cuyo I_{dif} resultó menor a 0.4; para las preguntas 2, 3 y 6 con I_{dif} entre 0.4 y 0.6 e I_{disc} entre 0.6 y 0,9 y para las preguntas 5 y 7 que resultaron con I_{dif} mayores a 0.6. (Cada pregunta se presenta en el Anexo.)

La **pregunta 1**, cuyo contenido corresponde a transformaciones de la materia pretende evaluar la aplicación de los conocimientos adquiridos previamente acerca de este contenido (nivel de desempeño 1). Los conceptos implicados corresponden a los procesos físicos y químicos, temas que se trabajan con distinta profundidad en 1° y 3° año de Enseñanza Media. Fue considerada una pregunta fácil por los docentes que propusieron la misma, con un nivel mínimo de aprobación de 1 según Nedelsky. Esta pregunta se incluyó en las pruebas 2005 y 2006 obteniéndose respectivamente un 76.8% y 79.4% de respuestas correctas. Un 12.8% (2005) y un 11.2% (2006) de los estudiantes elige como opción correcta el distractor C (disolver azúcar), lo que pone de manifiesto un prejuicio típico de los estudiantes de 3er año de Liceo: considerar las disoluciones como procesos químicos. Sería de esperar que luego de cuatro años de química este prejuicio no apareciera.

La **pregunta 2**, cuyo contenido corresponde a estructura de la materia y estequiometría, pretende evaluar la interpretación de modelos (nivel de desempeño 2). Los conceptos implicados corresponden a conservación de la masa y relaciones estequiométricas, temas que se trabajan con diferente profundidad en 4° y 5° año de Enseñanza Media. Fue considerada de dificultad media por los docentes, con un nivel mínimo de aprobación de 1 según Nedelsky. Esta pregunta se incluyó en 2005 y 2006 presentando los siguientes porcentajes de respuesta correcta: 44.1 y 48.8 respectivamente. El distractor más frecuente (25.0% y 25.3% en 2005 y 2006 respectivamente) es el C, que incluye a la opción correcta pero con una relación estequiométrica incorrecta. Este tipo de cálculo estequiométrico sencillo se entendió que debería ser resuelto sin mayores dificultades por los estudiantes que ingresan, pero revela problemas en la comprensión del concepto de mol y/o en la diferenciación entre átomo y sustancia simple.

La **pregunta 3**, cuyo contenido corresponde a enlace químico, tiene como fin evaluar la aplicación de conocimientos adquiridos previamente de enlace químico y propiedades de las sustancias (nivel de desempeño 1). Los conceptos implicados corresponden a enlace iónico, enlace covalente, propiedades de las sustancias en función del enlace, temas que se trabajan con distinta profundidad en 3°, 4° y 6° año de Enseñanza Media. Fue considerada de dificultad media por los docentes que propusieron la misma, con un nivel mínimo de aprobación de 1 según Nedelsky. Esta pregunta se incluyó en la prueba diagnóstica de los años 2005 y 2006 obteniéndose un 32.6% y un 42,1% de respuestas correctas respectivamente. El distractor más frecuentemente elegido (25.0% opción A en el 2005 y 25.3% opción C en el 2006) implica la dificultad de reconocer cuándo una sustancia es polar y asociar además propiedades según esa característica.

La **pregunta 5**, cuyos contenidos son pH y escala de pH, tiene como finalidad evaluar la capacidad de interpretar la información presentada de diferentes formas (nivel de desempeño 2). Los conceptos implicados corresponden a acidez y pH, temas que se trabajan con diferente profundidad en 4° y 5° año de Enseñanza Secundaria. Fue considerada de dificultad media por los docentes que propusieron la misma, con un nivel mínimo de aprobación de 0,5 según Nedelsky. La pregunta 5 es considerada relevante y significativa en cuanto a evidenciar dificultades que manifiestan los estudiantes al ingreso. Se observa en esta pregunta el mismo perfil de respuestas obtenido en ambas generaciones de estudiantes analizadas. La mayoría de los estudiantes elige la misma opción incorrecta (52.7% en el 2005 y 52.7% en el 2006). Si bien el distractor elegido por la mayoría incluye dos afirmaciones correctas, es incompleta porque no se tiene en cuenta una tercera afirmación correcta, la que sí está incluida en la opción B (correcta). Los estudiantes que seleccionan la opción incorrecta no toman en cuenta el dato de que la escala de pH es logarítmica, a pesar de que este tema se trabaja en 5° año de Liceo.

La **pregunta 6**, cuyo contenido corresponde a concentración de soluciones, tiene como objetivo evaluar la aplicación de conocimientos adquiridos sobre expresión de concentración de soluciones (nivel de desempeño 1). El concepto correspondiente a concentración de soluciones se trabaja con diferente profundidad en 4° y 5° año de Enseñanza Media. Esta pregunta fue considerada de dificultad media por los docentes que la propusieron, con un nivel mínimo de aprobación de 1 según Nedelsky. Esta pregunta se incluyó en 2005 y 2006 con los siguientes porcentajes de respuesta correcta: 43.6 y 45.3 respectivamente, presentando un porcentaje medio de respuestas correctas. Si bien la mayoría elige la opción correcta, un 34.6% y un 35.0% elige una opción incorrecta (el distractor A en el 2005 es el mismo que el distractor B en el 2006), por lo que se infiere que no manejan la concentración como una proporción que no cambia a menos que se varíe la cantidad de alguno de sus componentes.

La **pregunta 7**, cuyos contenidos corresponden a cálculo de solubilidad y de concentración, tiene como objetivo eva-

luar la capacidad de interpretar la información presentada en un gráfico de solubilidad (nivel de desempeño 2). Los conceptos implicados corresponden a solubilidad, solución saturada, concentración de soluciones, temas trabajados con diferente profundidad en 3° y 5° año de Enseñanza Media. Fue considerada de dificultad media por los docentes que propusieron la misma, con un nivel mínimo de aprobación de 0.5 según Nedelsky. Esta pregunta se incluyó en 2006 presentando el 28.7 % de respuestas correctas, considerándose este porcentaje un valor bajo. Los distractores obtienen porcentajes similares de respuesta. La opción D (24%) corresponde a un error muy frecuente, por lo que lo convierte en el distractor esperable. La opción B implica no comprender el concepto de solubilidad y la opción A se considera la peor elección ya que implica que ni siquiera se comprende el significado de solución saturada.

Relación entre rendimiento académico en Química y perfil motivacional

La HDI incluye un cuestionario que indaga, entre otras variables, el perfil motivacional de los ingresantes. Las respuestas presentadas muestran un perfil diferencial para estudiantes agrupados según hayan alcanzado o no el nivel de suficiencia en la componente de Química. Como puede observarse en las gráficas 5 a 8 se presenta una inversión del perfil de respuestas dependiendo de la suficiencia o insuficiencia en esta componente. En el caso del motivo "porque obtuvieron buenas notas en Enseñanza Media" (gráfica 5) muestra mayor porcentaje de respuestas "Sí" en aquellos individuos que alcanzan la suficiencia, mientras que los insuficientes manifiestan un porcentaje mayor de respuestas "No".

En la gráfica 6 puede observarse que dentro de la categoría de estudiantes que no alcanzan la suficiencia en la prueba, hay un mayor porcentaje de respuestas afirmativas a la pregunta que refiere al inscribirse en la FI para demostrar su inteligencia. En el caso de ganar dinero con la profesión (gráfica 7) el perfil de respuestas afirmativas es mayor en el caso de los estudiantes insuficientes, lo que a su vez es contrario al obtenido al preguntar por el motivo que remite al placer por el aprendizaje, donde los ingresantes que seleccionan esta opción es mayor para los suficientes. Esto podría interpretarse visualizando el motivo por placer como un motivo de índole intrínseca mientras que el ganar dinero refiere a características esencialmente extrínsecas.

Conclusiones

Con la HDI a FI aplicada en los años 2005 y 2006 se evaluaron competencias y desempeños en aquellas áreas que se entendieron pertinentes y relevantes en el análisis de variables que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes. Si bien tradicionalmente las pruebas diagnósticas estudian los desempeños en las disciplinas más directamente relacionadas con la carrera en cuestión, Física y Matemática para Ingeniería, la incorporación de otras componentes como Química, Comprensión Lectora, Motivación y Estrategias de Aprendi-

zaje, brinda información complementaria para comprender las dificultades en el tránsito enseñanza media-universidad.

Considerando el universo de estudiantes que ingresa, sólo el 17.9% alcanzó el nivel de suficiencia en Física, Matemática, Química y Comprensión Lectora en el año 2005 y un 15.0% en el 2006. Si se considera la prueba de Química, un 31.3% logró la suficiencia en esta componente en el 2005 y un 26.0% en el 2006, encontrándose una relación significativa positiva entre la suficiencia en la componente Química y la suficiencia en Física y Matemática conjuntamente, para los dos años estudiados (gráficas 3 y 4 respectivamente). Las gráficas 1 y 2 muestran que la mayoría de los estudiantes responde correctamente la mitad de las preguntas de las pruebas propuestas en los dos años estudiados, encontrándose bajos porcentajes de estudiantes que no responden ninguna pregunta bien (3.3% en el 2005 y 0.7% en el 2006), así como en los que responden todas las preguntas bien (2.9% en el 2005 y 0.8% en el 2006).

A partir de los resultados obtenidos en la prueba de Química se estudió el nivel de suficiencia en función de la carrera a la cual se ha inscripto el estudiante. De estos análisis surge que, independientemente de la carrera, los porcentajes de suficiencia son bajos y similares entre las Ingenierías Química y de Alimentos con el resto de las Ingenierías. En el año 2005 se obtuvo un 35.8% de suficiencia entre los estudiantes de Ingeniería Química, un 35.0% de suficiencia entre los de Ingeniería en Alimentos y un 33.0% de suficiencia entre los del resto de las carreras de FI (tablas 4 y 5).

El porcentaje de suficiencia obtenido en la componente de Química se considera bajo en el entendido de que se propusieron preguntas, que a juicio de expertos, son de nivel de dificultad medio y bajo y que los desempeños evaluados se refieren a la adquisición e interpretación de información. Las preguntas de análisis e interpretación de información presentada en forma de cuadros y de gráficas (preguntas 5 y 7) son las que resultan con menor porcentaje de respuestas correctas. Esto estaría mostrando que en aquellas preguntas donde los estudiantes tienen que emplear mecánicamente la memoria, se obtienen porcentajes más elevados de respuestas correctas que en aquellas preguntas donde se requiere el empleo de estrategias más complejas como la interpretación de gráficos y del lenguaje simbólico propio de la disciplina.

En función de los resultados se puede concluir que los estudiantes que ingresan a la FI mantienen algunas ideas erróneas acerca del concepto de mol, átomo y sustancia simple; no han logrado incorporar la idea de pH como escala logarítmica; no manejan el concepto de concentración de soluciones como una proporción que se mantiene mientras no varíe la cantidad de alguno de los componentes.

En cuanto al diseño de la prueba de Química se puede concluir, analizando la tabla 8, que las preguntas que se han propuesto en los dos años estudiados no presentan una variación importante en el perfil de respuestas. Cada una de las preguntas, salvo la pregunta 5, es respondida correctamente por la mayoría de los estudiantes. Dentro de los distractores seleccionados para cada ítem, los estudiantes eligen mayorita-

riamente la opción esperable a excepción de la pregunta 7 (tablas 6 y 7).

En el análisis de motivos por los cuales los estudiantes manifiestan haberse inscripto en la FI encontramos una interesante relación positiva entre el puntaje obtenido en la componente química HDI y dos motivos que nos indican el interés e involucramiento inicial de los estudiantes, lo que estaría manifestando un perfil motivacional predominantemente intrínseco, más favorable hacia actitudes positivas durante los procesos de aprendizaje. Podemos observar esta tendencia a partir del perfil invertido relativo a las respuestas obtenidas referente a las buenas notas obtenidas en la Enseñanza Media, así como por el placer que les proporciona estudiar los temas relacionados con la carrera que han elegido (gráficas 5 y 8). Como puede observarse, en aquellos estudiantes que obtuvieron la suficiencia en esta componente de la HDI predomina la respuesta afirmativa mientras que en el grupo de estudiantes que no logró la suficiencia predomina una respuesta negativa a ambas preguntas.

En forma similar podemos analizar la respuesta a la pregunta acerca de ganar dinero con la profesión (gráfica 7), lo que remite a motivación de tipo predominantemente extrínseco, observando en este caso cómo el perfil es inverso al mostrado en las dos preguntas anteriores, reafirmando la tendencia predominante del perfil motivacional intrínseco de los estudiantes que obtuvieron el nivel de suficiencia en la componente Química de la HDI. Es importante el hallazgo en este sentido, dado que típicamente los docentes de los primeros años universitarios en particular, y los colectivos académicos en general, tienen la creencia de que los estudiantes ingresan a una carrera universitaria predominantemente por descarte y desmotivados desde el inicio. Esto nos posiciona en un nivel muy diferente para trabajar con los estudiantes ingresantes, quienes poseen un perfil motivacional favorable al aprendizaje al iniciar sus estudios universitarios y es a partir de allí que debe trabajarse en el sentido de sostener y potenciar este punto de partida, y no retroalimentar en forma negativa este proceso.

Finalmente, merece destacar la respuesta a la pregunta acerca de la creencia sobre la inteligencia (gráfica 6); es bien sabido que las creencias sobre la propia capacidad es uno de los factores que integran el complejo proceso motivacional (Huertas, 1997; Míguez, 2005). Aquellos individuos que creen que la inteligencia es un factor heredado, no flexible y que no puede desarrollarse, demuestran comportamientos diferentes en el desarrollo de sus procesos motivacionales por el aprendizaje que aquellos que consideran que la inteligencia puede desarrollarse y depende de factores controlables por el propio individuo. Los primeros buscan reafirmar su autoconcepto por lo que un fracaso en una prueba se percibe como algo muy negativo y que socava la autoestima; esto ocasiona mucha mayor tensión ante una situación de prueba, actuando como un factor negativo a la hora del rendimiento.

En este mismo sentido, estos sujetos que entienden el resultado en una prueba como demostración de su inteligencia

se encuentran en la categoría de locus de control externo, considerando que no pueden hacer nada por desarrollarla (constituye un factor fijo y heredado). Se ve dificultado así su tránsito por el sistema educativo, viviendo los fracasos como una clara señal de su insuficiente nivel de inteligencia para llevar adelante y enfrentar los desafíos que implica una carrera como la que han elegido. Estos resultados nos muestran la importancia de considerar estas variables tanto en los diagnósticos que tradicionalmente realizan las instituciones educativas, como durante el desarrollo de los procesos de aprendizaje.

Bibliografía

- Administración Nacional de Educación Pública. *La reforma de la Educación. Documento VI*, Montevideo, 1997, p. 48.
- Cusimano, M.D. Standar Setting in Medical Education, *Academic Medicine*, 71(10) 112-120, 1996.
- Huertas, A. Motivación: querer aprender. Aique, Buenos Aires, 1997.
- Míguez, M. El núcleo de una estrategia didáctica universitaria: motivación y comprensión, *Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa ieRED*, 1(3), Universidad del Cauca, Colombia, 2005, <http://revista.iered.org>
- Míguez, M.; Loureiro, S.; Rodríguez-Ayán, M. Análisis y calificación de evaluaciones múltiple opción, *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, XIV. San Luis, Argentina, 2000-2001, pp. 67-72.
- Míguez, M.; Loureiro, S.; Otegui, X. *Aprendizaje, enseñanza y desempeño curricular en la Facultad de Ingeniería. Análisis cuantitativos y cualitativos*. Serie Análisis de Datos. ISBN 9974-0-319-9. Capítulo 2, 2005, pp. 20-38.
- Míguez, M.; Crisci, C; Curione, K.; Loureiro, S.; Otegui, X. HDI a Facultad de Ingeniería: motivación, estrategias de aprendizaje y conocimientos disciplinares, *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, 8(14) 29-37, 2007.
- Rodríguez, H.; García, E. *Evaluación en el aula*. Trillas. México, 1992.
- Sampascual, G. Las pruebas objetivas. *Un procedimiento para evaluar el rendimiento escolar*. Anaya. España, 1985.
- National Center for Education Statistics (NCES). *Trends in international Mathematics and Science Study (TIMSS)*. <http://nces.ed.gov/timss>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). <http://www.inep.gov.br/basic/enem>
- UEFI. *Informe al Consejo sobre resultados de la Herramienta Diagnóstica al Ingreso*. Facultad de Ingeniería, 2005 y 2006.

Agradecimientos

A la Lic. Carolina Crisci (Unidad de Enseñanza y Laboratorio de Probabilidad y Estadística del Instituto de Matemática y Estadística "Rafael Laguardia") por los estudios y análisis estadísticos realizados.

A la Lic. Karina Curione (Unidad de Enseñanza, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay) por los

aportes y análisis realizados sobre el cuestionario de Estrategias de aprendizaje y motivación y sus resultados.

ANEXO

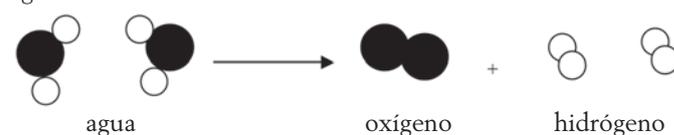
PREGUNTAS SELECCIONADAS PARA ANÁLISIS

1. Indica cuál de los siguientes procesos corresponde a una reacción química:

- Oxidar un clavo
- Hervir agua
- Disolver azúcar
- Fundir cera

Tomada y traducida de TIMSS 1999. Assessment – 8th Grade. Science.

2. Este modelo representa el proceso de descomposición del agua:



Se plantean las siguientes afirmaciones:

- La masa se conserva en el proceso
- Las moléculas se conservan en el proceso
- Los átomos se conservan en el proceso
- Si se descomponen dos moles de agua se producen dos moles de oxígeno.

Las únicas afirmaciones correctas son:

- I y II
- I y III
- I, III y IV
- II, III y IV

Adaptada de Censo Nacional Aprendizajes 1999 en los 3^{os} años del Ciclo Básico, ANEP.

3. Teniendo en cuenta los enlaces que presentan las siguientes sustancias: cloruro de sodio (NaCl) y cloro (Cl₂), se plantean las siguientes afirmaciones:

- El cloruro de sodio es una sustancia iónica
- El cloro es una sustancia polar
- Ambas son buenas conductoras de la corriente eléctrica
- El cloro presenta menor punto de fusión que el cloruro de sodio.

Las únicas afirmaciones correctas son:

- I y IV
- III y IV
- I y II
- II y IV

Herramienta Diagnóstica al Ingreso. 2005. Unidad de Enseñanza de Facultad de Ingeniería.

5. La lluvia en los lugares no contaminados es levemente ácida. En las regiones donde los niveles de contaminación son altos, los valores de pH de la lluvia pueden llegar a estar por debajo de 5,5, recibiendo la denominación de lluvia ácida. Este tipo de lluvia causa perjuicios en las más diversas áreas: construcciones civiles, agricultura, monumentos históricos, entre otras.

La acidez de la lluvia está relacionada con el pH de la siguiente forma:

Concentración molar de iones hidrógeno = $10^{-\text{pH}}$, donde el pH puede tener valores entre 0 y 14.

Un centro de investigación realizó un monitoreo de la lluvia de Campinas (San Pablo) en los meses de marzo, abril y mayo de 1998.

En la siguiente tabla se muestran cuatro de los valores obtenidos:

Mes	Muestra	pH
Marzo	6 ^a	4
Abril	8 ^a	5
Abril	14 ^a	6
Mayo	18 ^a	7

A partir del análisis de la fórmula y de la tabla se plantean las siguientes afirmaciones:

- I. Desde la 6^a a la 14^a muestra ocurrió un aumento del 50% en la acidez.
- II. La muestra 18^a es la que presenta menor carácter ácido de las expuestas.
- III. La 8^a muestra es diez veces más ácida que la 14^a.
- IV. Las únicas muestras de lluvia denominadas ácidas son la 6^a y la 8^a.

Las únicas afirmaciones correctas son:

- A. II y IV
- B. II, III y IV
- C. I, II y IV
- D. I, y III

Adaptada de ENEM 2002. Prova 1 – Amarela. Ministerio Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais.

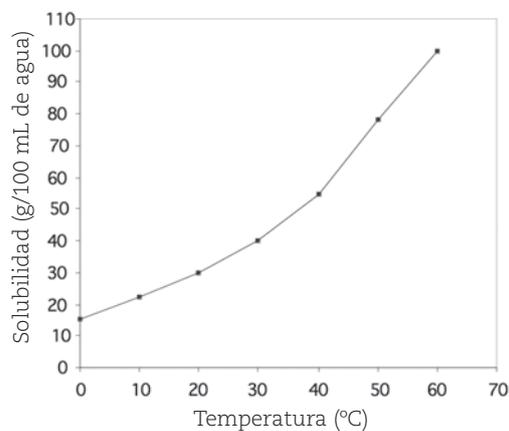
6. El suero fisiológico es una solución acuosa de concentración 9,0 g/L en cloruro de sodio (NaCl). En un hospital se preparan 500 mL de suero fisiológico con el fin de distribuirlo entre cinco pacientes, administrándole a cada uno de ellos 100 mL.

La concentración del suero fisiológico administrado a cada paciente es:

- A. 0,9 g/L
- B. 1,8 g/L
- C. 4,5 g/L
- D. 9,0 g/L

Herramienta Diagnóstica al Ingreso. 2005. Unidad de Enseñanza de Facultad de Ingeniería.

7. Se colocan 60 g de KNO_3 en 120 mL de agua a 30°C. Teniendo en cuenta la curva de solubilidad en agua de KNO_3 en función de la temperatura, el sistema que se obtiene es una solución acuosa:



- A. no saturada
- B. de concentración 0,50 g/mL en KNO_3
- C. saturada con 12 g de KNO_3 en exceso
- D. sobresaturada.

Herramienta Diagnóstica al Ingreso. 2006. Unidad de Enseñanza de Facultad de Ingeniería.