

**Mabel Rodríguez**

*Instituto del Desarrollo Humano,  
Universidad Nacional de General Sarmiento,  
Argentina  
mrodri@ungs.edu.ar*

## **Diseño y análisis de un port- folio en un curso preuniver- sitario de matemática**

### **Resumen**

En este trabajo se presentan la justificación, el diseño y los resultados de la aplicación de un portfolio como instrumento de evaluación de proceso utilizado como parte de la acreditación de un curso preuniversitario de matemática. Asimismo se analiza estadísticamente la posible dependencia entre un buen desempeño en la evaluación de proceso y la acreditación del curso.

### **Abstract**

*In this work we present the justification, the design and the results of the application of a portfolio as an assessment instrument used as a part of the requirements to pass a mathematics pre university course. Likewise the possible dependence among a good performance in the portfolio and the accreditation of the course is studied statically.*

**Palabras clave:** portfolio, evaluación matemática, nivel preuniversitario.

**Keywords:** portfolio, mathematical assessment, pre university level.

## 1. Introducción

### 1.1. Descripción del contexto

Este trabajo se llevó a cabo durante el 2004, en la Universidad Nacional de General Sarmiento, en el Curso de Aprestamiento Universitario (CAU). El CAU es la primera instancia que los estudiantes enfrentan al llegar a la Universidad y está conformado por dos asignaturas: taller de lectoescritura y matemática, ambas de 104 horas. Todos los estudiantes, cualquiera sea la carrera que elijan cursar, deben aprobar ambas asignaturas, que tienen como propósito general aprestarlos para la vida universitaria.

Siendo coherentes con nuestra concepción de la matemática, hemos definido el programa del curso a partir de dos ejes centrales: la argumentación y la resolución de problemas. Consideramos que ambas competencias son constitutivas de esta ciencia y deben estar presentes en cada contenido específico que se enseñe. Asimismo, entendemos que a través de ellas se promueve la apropiación de herramientas de trabajo matemático y recursos de aprendizaje que pueden ser reelaborados y reutilizados en la vida académica posterior. Con el énfasis puesto en la argumentación y resolución de problemas, el trabajo del alumno tiene un rol central y está enfrentado, no sólo con tareas de tipo algorítmicas, sino interpretativas, explicativas, deductivas, etc. Hemos elegido como vía para favorecer estas acciones la “modelización matemática”.

El curso está constituido por tres módulos. Cada uno de ellos incluye ciertos contenidos matemáticos y tiene definida una modalidad de enseñanza particular. El módulo I retoma contenidos propios del nivel medio (conjuntos numéricos, álgebra y geometría) sobre los cuales están planteados objetivos ambiciosos. Se pretende lograr que el alumno comience a ampliar el sentido numérico (Greeno, 1991), el sentido simbólico (Arcavi, 1994) y a manipular herramientas de argumentación y validación sobre contenidos que, de alguna manera, le son familiares. El álgebra es

aquí la primera herramienta de modelización que se trabaja a partir de problemas simples. El módulo II inicia el estudio de funciones numéricas alrededor de un trabajo sobre modelización matemática para describir alguna situación simplificada de la realidad. Los contenidos son: aspectos generales de funciones dadas en sus distintos registros semióticos (Duval, 1993) y función lineal y cuadrática, y no se plantea el estudio de nociones “descontextualizadas” de los problemas que se tratan. Finalmente, en el módulo III proponemos descontextualizar el estudio de las funciones numéricas ampliando las ya estudiadas con otras como polinómicas, racionales, exponenciales y logarítmicas. Para mayores detalles ver Almeida y otros (2004).

Desde los inicios del CAU, el sistema de evaluación y acreditación de la materia ha estado centrado en los resultados del aprendizaje, para lo que se aplicaban tres exámenes parciales. A partir de la experiencia que aquí se comunica se incorpora un instrumento de evaluación de proceso que se toma en cuenta para la acreditación del curso, obteniéndose a partir del mismo una cuarta nota que se promedia con las tres de los exámenes parciales (para mayores detalles sobre la acreditación del curso ver 13).

### 1.2. Planteo del problema

El problema de estudio se origina a partir de impresiones que los docentes manifiestan respecto del escaso compromiso asumido por los estudiantes sobre su aprendizaje. Esto se manifiesta principalmente en que no estudian ni hacen tareas de ejercitación fuera de clases. La mayoría de los docentes supone que esta es, en gran parte, la explicación del fracaso de quienes no acreditan el curso.

Frente a esta fuerte convicción, decidimos investigar la base de sustentación de tales impresiones. Para ello nos hemos propuesto:

- diseñar un instrumento de evaluación del proce-

so de enseñanza-aprendizaje que forme parte de los requerimientos para la acreditación del curso y que se complete fuera del horario de clases;

- aplicar el instrumento en la cohorte 2004 y,
- estudiar la independencia o dependencia entre la nota obtenida en el instrumento de evaluación de proceso y la acreditación del curso. Este es el objetivo central de este estudio.

El trabajo de investigación incluye una primera parte teórica y otra de tipo corroborativo. En esta última, la hipótesis a contrastar es que *hay relación entre las notas obtenidas en esta instancia de evaluación y la acreditación del curso*. Para avanzar con el trabajo hemos realizado un estudio bibliográfico, la ampliación del marco teórico, el diseño del instrumento, la aplicación de una encuesta a la totalidad de los estudiantes que terminaron el curso y un análisis estadístico para estudiar la hipótesis. En el apartado 2.1 describimos el diseño del instrumento; sobre la encuesta y el análisis estadístico informamos en la sección 3. Finalmente, en la sección 4 incluimos algunas conclusiones sobre el trabajo.

### 1.3. Marco teórico

En la sección 1.1. se presenta parte de nuestro marco teórico, acorde con el del programa de la asignatura.

Ampliando algunas cuestiones, entendemos que el aprendizaje de la matemática es una construcción social donde la actividad central, la *actividad matemática*, es desarrollada por los estudiantes (por ejemplo ver página web del NCTM o Godino, 1998). Consideramos como *actividad matemática* aquel tipo de actividad implicada en la solución de cierta clase de situaciones problemáticas de la cual emergen y evolucionan progresivamente los objetos matemáticos. Se pueden encontrar mayores detalles sobre la actividad matemática en el trabajo de Godino (1998). Consideramos que esta actividad matemática puede encararse centrando-

se en el desarrollo de habilidades y competencias matemáticas. A continuación aclaramos el sentido que le asignamos a estas nociones.

Para determinar habilidades matemáticas generales se tienen en cuenta tres cuestiones (Rubí, 1997): a) que sean propias del quehacer matemático; b) que sean generales como para estar presentes en distintos niveles de escolaridad y, c) que resulten imprescindibles para la formación matemática. Sin la pretensión de exhaustividad, mencionamos como ejemplos: describir comportamientos; comparar números, expresiones algebraicas o funciones; operar con números o con expresiones algebraicas; explicar, validar, etc. Las habilidades pueden clasificarse según su grado de complejidad. A continuación presentamos una clasificación ordenada de menor a mayor grado de complejidad. Podemos considerar habilidades para: recuperar, organizar, analizar, generar, integrar y evaluar información. Por ejemplo, las habilidades de integración requieren que el estudiante combine información con el fin de crear nueva información. Para ello apela a sintetizar, esquematizar, entre otros. Las habilidades metacognitivas se incluyen dentro de las del tipo de evaluación. Con ellas se espera que el estudiante evalúe trabajos ajenos, su propio trabajo, valore producciones, reflexione sobre sus dificultades, etc.

Por otra parte, consideramos que se debe enseñar al alumno a *ser competente* en Matemática. Esto significa que se pretenden enseñar *competencias matemáticas*. Una definición general de competencias tomada de Perrenoud (1999), establece que (una competencia es)

*...una capacidad de actuar de manera eficaz en un tipo definido de situación, capacidad que se apoya en conocimientos pero no se reduce a ellos. Para enfrentar una situación de la mejor manera posible, generalmente debemos hacer uso de y asociar varios recursos cognitivos complementarios, entre los cuales se encuentran los conocimientos.*

*Estos últimos, en el sentido común de la palabra, son representaciones de la realidad, que hemos construido y recopilado de acuerdo con nuestra experiencia y nuestra formación. Casi toda acción pone en movimiento ciertos conocimientos, a veces elementales y diseminados, a veces, complejos y organizados en redes. (...) Las competencias que ponen de manifiesto estas acciones no son conocimientos en sí; éstas utilizan, integran, movilizan conocimientos.*

Para nuestro trabajo consideramos las competencias de resolución de problemas y de argumentación coincidentemente con los ejes de la propuesta didáctica.

Importantes autores han estudiado el tema de la resolución de problemas tanto desde el punto de vista de habilidades que se ponen en juego como del uso que se les da en el ámbito de las clases de matemática. En este último sentido podemos sintéticamente (para más detalles ver Charnay, 1995; Schoenfeld, 1992 o Polya, 1981) resumir tres posibles usos: 1) aplicar conceptos ya aprendidos; 2) disponer de una fuente para adquirir pensamiento matemático y estrategias específicas para resolver problemas y, 3) contar con un método para manipular con tareas y conocimientos nuevos donde el método de solución es desconocido. El contenido que es útil para resolver el problema es desconocido para el estudiante pero está próximo a su conocimiento, de forma que pueda construirlo.

En este curso hemos elegido este último enfoque. El hecho de considerar la resolución de problemas como uno de los ejes centrales del diseño del curso responde a la necesidad de que el alumno comprenda que la matemática es una disciplina que ofrece herramientas para resolver ciertos problemas de la realidad. Pero tenemos en cuenta que centrarse exclusivamente en la utilidad hace perder de vista a la matemática como disciplina cultural, como práctica, como forma de pensamiento, como modo de argumentación. De este

modo, pensar en las aplicaciones como única fuente de sentido es renunciar a que el alumno comprenda que el conocimiento matemático también se produce para dar respuestas a problemas que surgen del interior de la disciplina y, esta renuncia reduce las posibilidades de comprender la lógica interna de la matemática. El otro eje está puesto en la argumentación, dado que ésta es imprescindible para el trabajo en matemática tanto se la conciba bajo la mirada instrumental como disciplinar. Las experiencias de explicitación, argumentación, revisión y validación brindan oportunidades para transformar el conocimiento y hacerlo más reconocible; de modo que consideramos que son elementos esenciales en la constitución del sentido de los conocimientos. Destacamos, tanto en la producción de argumentaciones para validar un enunciado como en el establecimiento de conjeturas la exigencia de precisión en el lenguaje, ya sea éste natural o simbólico, la interacción entre pares y la necesidad de encontrar acuerdos en lo que respecta a las características de la actividad matemática, entre otros.

Para clarificar nuestra posición respecto de la evaluación de los aprendizajes, acordamos con Camilloni (1998), quien resalta una serie de condiciones que garantizarían la calidad de la evaluación. Algunas de ellas son: que permita evaluar el aprendizaje que se espera que los alumnos alcancen; que tanto la presencia como la ausencia de respuesta den cuenta de los aprendizajes logrados; que se proponga rastrear el origen de los errores; que sea organizada de modo de poder derivar conclusiones sobre el desempeño del alumno en el momento y hacia el futuro, etc. Cada instrumento de evaluación atiende a estas cuestiones de manera particular.

## 2. Método utilizado

### 2.1. Diseño del instrumento

Para este trabajo hemos analizado una serie de instrumentos tales como las pruebas estructuradas, no estructuradas, semiestructuradas, listas de control, rubric y portfolios, de modo de elegir y diseñar el propio. Cada uno de estos instrumentos es en mayor o menor medida adecuado según el tipo de habilidades que se quiera evaluar. Las pruebas estructuradas y semiestructuradas responden mejor para evaluar habilidades de recuperación y organización de la información mientras que las otras agregan la posibilidad de evaluar, además de estas habilidades, otras más complejas como analizar, generar, integrar, etc. El instrumento que diseñamos es un tipo de portfolio. Según Gregori (1997): a) el portfolio intenta recoger información sobre qué pueden hacer los estudiantes; b) las actividades están diseñadas en función de objetivos predeterminados y pueden conformar apartados dentro del portfolio; c) los estudiantes establecen los criterios para mostrar sus producciones pudiendo elegir las mejores, las más complejas, etc. y, d) permite una dinámica que mejora los aprendizajes, eliminando el tiempo acotado de las evaluaciones tradicionales.

En nuestro trabajo, el portfolio se conforma por una carpeta de trabajos individuales domiciliarios de entrega periódica. Los trabajos consisten en una o dos actividades que requieren del desarrollo de las siguientes habilidades y competencias para los diferentes contenidos del curso.

**A-** Analizar una proposición planteada (sobre algún contenido del curso) para decidir y justificar sobre el valor de verdad de la misma (proposiciones con conectivas “y” y “o” y proposiciones con un solo cuantificador existencial o universal).

**B-** Resolver problemas simples (ya sea que se modelicen con alguna función elemental o que requieran sólo de la traducción del lenguaje coloquial al simbólico. Esto incluye análisis de la situación, considerar hipótesis adicionales si

son necesarias, verificación de la adecuación de la solución propuesta, etc.).

**C-** Obtener información de funciones elementales a partir de gráficos, fórmulas o tablas numéricas (ceros, positividad, asíntotas, puntos, gráficos, dominio, imagen).

**D-** Describir comportamientos de funciones elementales (cociente de incrementos constante en la función lineal, diferencia con el comportamiento de otra función polinómica, simetría y vértice en la cuadrática, diferencias entre la proporcionalidad directa e inversa, etc.).

**E-** Operar con números (sumas, restas, multiplicaciones, divisiones y potencias con distintos tipos de números) y con expresiones algebraicas (aplicar distributiva, cuadrado de binomio y diferencia de cuadrados, sumar, restar, multiplicar, dividir polinomios, factorizar).

**F-** Reconocer las operaciones con números y con expresiones algebraicas que facilitan la resolución de algún problema de origen tanto matemático como extramatemático (se espera que el alumno pueda decidir qué operación le resulta más conveniente llevar a cabo en función de la actividad que tiene que resolver).

Este listado corresponde a las habilidades y competencias mínimas que se espera que un estudiante adquiera para acreditar el curso.

Hemos preparado una grilla para que cada docente vuelque en ella la evaluación de las producciones de los alumnos, en términos de lo matemáticamente correcto (ver anexo).

Los trabajos son corregidos por el docente quien, en algunos casos, puede solicitarle al estudiante que rehaga la actividad o bien que corrija alguna parte. En cualquiera de estos casos se conservan en el portfolio ambas producciones. Decimos que el instrumento es un tipo de portfolio y no precisamente un portfolio porque no hemos incluido en esta primera implementación de la evaluación una reflexión metacognitiva sobre el trabajo completo presentado, ni los alumnos

han seleccionado un conjunto de actividades sino que han entregado la totalidad de las tareas otorgadas por el docente. El criterio con el que hemos optado por modificar el instrumento en este sentido se debió a que en todo momento los objetivos evaluados correspondieron a mínimos establecidos para acreditar la materia y nos interesaba ver la totalidad de la producción para estos objetivos.

De acuerdo con el sistema de acreditación que tiene la materia hemos conformado la cuarta nota, además de las tres notas de los parciales, a partir del *porcentaje de entregas* (normalizado entre 1 y 10) de los trabajos que constituyen el portfolio. De este modo, al considerar porcentaje de entregas y no incluir en esa nota la evaluación en términos de lo matemáticamente correcto, estamos valorando el trabajo constante y el esfuerzo personal. Esta decisión de cambiar el sistema de evaluación respecto de años anteriores ha recargado el trabajo de los docentes de modo que, para favorecer su implementación, hemos optado porque el pasaje de los resultados a las

grillas sólo se lleve a cabo en un 25 % del curso elegido al azar. De este modo, para el trabajo de campo, contamos con una muestra del 25 % de la totalidad de los estudiantes del curso de ingreso, cifra aceptable para los análisis estadísticos.

Trabajamos con un universo formado por los 1.122 estudiantes que terminaron la materia, sobre los que tenemos la muestra del 25 % estratificada por cursos.

### 2.1.1. Actividades del portfolio

Describimos aquí los trabajos que conforman el portfolio de un curso en el que la entrega fue semanal por considerar que es el más completo. Para las entregas se exceptuaron las semanas de exámenes. El portfolio quedó conformado por el diagnóstico inicial y diecisiete trabajos más.

La siguiente tabla describe el cruce de cada actividad seleccionada con las habilidades y competencias identificadas en la sección 1.1 como A, B, ...F.

|  | TP1 | TP2 | TP3 | TP4 | TP5 | TP6 | TP7 | TP8 | TP9 | TP10 | TP11 | TP12 | TP13 | TP14 | TP15 | TP16 | TP17 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Módulos</b>   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I    | I    | I    | I    | I    | I    | I    | I    |
| <b>Objetivos</b>   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>A. Argumentación</b>                                      | x   | x   | x   |     |     | x   | x   | x   |     | x    | x    | x    | x    |      |      | x    | x    |
| <b>B. Resolver problemas</b>                                 | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x    | x    | x    |      |      |      | x    | x    |
| <b>C. Obtener información de funciones elementales</b>       |     |     |     |     |     |     |     |     | x   | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| <b>D. Describir comportamientos de funciones elementales</b> |     |     |     |     |     |     |     |     | x   | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| <b>E. Operar con números y con expresiones algebraicas</b>   | x   | x   | x   |     | x   | x   | x   | x   | x   | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| <b>F. Reconocer operaciones que facilitan la resolución</b>  | x   | x   | x   |     |     | x   | x   | x   |     | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |

A modo de ejemplo incluimos algunas actividades del portfolio. Elegimos una correspondiente a cada módulo.

**Trabajo práctico 2**  
(correspondiente al módulo I)

1) El 27 % del volumen estimado de todos los océanos de la Tierra es de  $3,47112 \times 10^8 \text{ km}^3$  y el volumen de agua dulce de  $35.000.000 \text{ km}^3$ . **a)** ¿Cuál es el volumen estimado de todos los océanos?, **b)** ¿qué porcentaje representa el volumen de agua dulce respecto al de agua salada?, **c)** ¿qué porcentaje representa el volumen de agua salada respecto del volumen total de agua?

2) **a)** Decidir si la siguiente proposición es verdadera o falsa justificando adecuadamente:

“El producto entre  $5 + \frac{-3 + \sqrt{2}}{2}$  y  $\frac{3 - \sqrt{2}}{2}$

da por resultado un número irracional”.

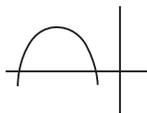
**b)** Decidir si la siguiente proposición es V o F justificando adecuadamente: “No existe ningún número que sea irracional entre los números

$\frac{3 \cdot (1,2)^{188}}{(1,2)^{187}}$  y  $11/3$ ”.

**Trabajo práctico 10**  
(correspondiente al módulo II)

1) Dada  $f(x) = -3 \cdot x^2 + bx + c$ , determinar, para cada ítem, si existen valores para  $b$  y  $c$  de forma que:

**a)** el gráfico de la cuadrática sea:



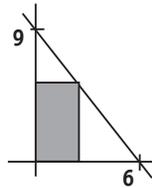
**b)**  $f(0) = f(-4)$

**c)** vértice = (1,4) y pasa por (2,6)

En cada caso, los valores  $b$  y  $c$ , ¿son únicos?

2) Un rectángulo se apoya sobre los ejes y toca el gráfico de una función lineal como lo muestra

la figura. ¿Qué dimensiones debe tener un rectángulo que respete esta disposición para que el área del mismo sea máxima?



**Trabajo práctico 13**  
(correspondiente al módulo III)

1) Encontrar un polinomio  $P(x)$  que cumpla con las siguientes condiciones:

**a)** la gráfica de  $P(x)$  corte al eje  $x$  únicamente en 0, 1 y 2 y sea de grado 3,

**b)** la gráfica de  $P(x)$  corte al eje  $x$  únicamente en 0, 1 y 2, sea de grado 3 y  $P(-2) = 12$ .

2) Factorizar totalmente el polinomio  $f(x)$ , en cada uno de los siguientes casos, a partir de los datos que se dan. Graficar la función correspondiente e indicar intervalos de positividad, negatividad y conjunto de ceros ( $C_+$ ;  $C_-$ ;  $C_0$ ).

**a)**  $f(x) = x^3 - 2x^2 - x + 2$ , sabiendo que  $r = 1$  es raíz

**b)**  $f(x) = 2x^3 - 5x^2 - 23x - 10$ , sabiendo que  $x + 2$  es uno de sus factores.

3) Corregir y agregar los pasos que faltan en la resolución dada para la consigna “**a)** factorizar;

**b)** indicar el conjunto de ceros, intervalos de positividad y negatividad y, **c)** hacer un gráfico aproximado de  $f(x) = \frac{1}{2}x^4 - \frac{9}{2}x^2 - 11x - 12$ , sabiendo que  $x^2 - 2x - 8$  divide a  $f$ ”.

Como  $x^2 - 2x - 8$

divide a  $f(x) = \frac{1}{2}x^4 - \frac{9}{2}x^2 - 11x - 12$

se tiene que al dividir  $\frac{1}{2}x^4 - \frac{9}{2}x^2 - 11x - 12$

por  $x^2 - 2x - 8$  se obtiene resto 0.

Primero hago la división:

$$\begin{array}{r}
 \frac{1}{2}x^4 + 0x^3 - \frac{9}{2}x^2 - 11x - 12 \quad | \quad x^2 - 2x - 8 \\
 - \frac{1}{2}x^4 - x^3 - 4x^2 \\
 \hline
 x^3 - \frac{1}{2}x^2 - 11x \\
 - \frac{1}{2}x^3 - x^2 - 8x \\
 \hline
 x^3 - 2x^2 - 8x \\
 - \frac{3}{2}x^2 - 3x - 12 \\
 \hline
 \frac{3}{2}x^2 - 3x - 12 \\
 - \frac{3}{2}x^2 - 3x - 12 \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

Entonces,

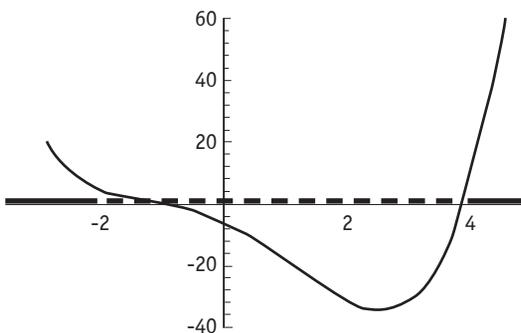
$$\frac{1}{2}x^4 - \frac{9}{2}x^2 - 11x - 12 = \left(\frac{1}{2}x^2 + x + \frac{3}{2}\right)(x^2 - 2x - 8)$$

**Rta 1:** la factorización de  $f(x)$  es:

$$f(x) = \left(\frac{1}{2}x^2 + x + \frac{3}{2}\right)(x - 4)(x + 2)$$

**Rta 2:**  $C_0 = \{4; -2\}$

Como  $f(-3) = 21; f(0) = -12; f(5) = 133$  el gráfico aproximado es el siguiente:



Entonces,  $C_+ = (+\infty; -2) \cup (4; -\infty)$  (marcado con línea llena) y  $C_- = (-2; 4)$  (marcado con línea de puntos).

### 3. Análisis estadístico

En esta sección analizamos estadísticamente la aparente relación entre un alto cumplimiento de las entregas periódicas del portfolio y la acreditación del curso.

Incluimos también los resultados de una encuesta en la que los estudiantes opinaron respecto de varios aspectos referidos al portfolio.

#### 3.1. Respecto de la relación "nota portfolio - acreditación del curso"

Planteamos aquí el estudio de la independencia o dependencia entre la nota obtenida en el portfolio y la acreditación del curso, para lo cual hemos aplicado un test de chi-cuadrado de independencia poblacional.

Planteamos las hipótesis del test:

$H_0$ : "no hay asociación entre las variables (nota del portfolio y acreditación del curso)"

$H_1$ : "hay asociación entre las variables (nota del portfolio y acreditación del curso)".

La tabla de frecuencias reales en todos los alumnos de los que tuvimos la información (485 estudiantes) es:

| Tabla de frecuencias reales |        |           |                 |
|-----------------------------|--------|-----------|-----------------|
|                             | Aprobó | No aprobó | Tot. marginales |
| Nota $P < 4$                | 13     | 46        | 59              |
| Nota $P \geq 4$             | 323    | 103       | 426             |
| Totales marginales          | 336    | 149       |                 |
| Total                       |        |           | 485             |

(donde P representa la nota obtenida en el portfolio)

Mientras que la tabla de frecuencias esperadas es:

| Tabla de frecuencias esperadas |            |             |            |
|--------------------------------|------------|-------------|------------|
|                                | Aprobó     | No aprobó   | Tot. marg. |
| Nota P<4                       | 40,8742268 | 18,1257732  | 59         |
| Nota P≥4                       | 295,125773 | 130,8742268 | 426        |
| Totales marginales             | 336        | 149         |            |
| Total                          |            |             | 485        |

Los cálculos que necesitamos para estudiar la independencia son, en este caso:

|                      | Obtenidos (O) | Esperados (E) | $(O - E)^2$ | $(O - E)^2/E$ |
|----------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| Nota P<4 y aprobó    | 13            | 40,87         | 776,97252   | 19,0088616    |
| Nota P<4 y no aprobó | 46            | 18,13         | 776,97252   | 42,8656208    |
| Nota P≥4 y aprobó    | 323           | 295,13        | 776,97252   | 2,63268271    |
| Nota P≥4 y no aprobó | 103           | 130,87        | 776,97252   | 5,93678785    |
|                      |               |               | $\chi^2$    | 70,4439529    |

El valor tabulado de la  $\chi^2$  con 1 grado de libertad al 99,5 % es 7,88. El valor 70,44 cae en la región de rechazo. Luego rechazamos la hipótesis nula de que las variables son independientes y por lo tanto podemos suponer que hay dependencia a un nivel de significatividad de 0,05. Esto nos permite corroborar la hipótesis estadísticamente.

### 3.2. Análisis de las respuestas de la encuesta

Hemos aplicado una encuesta a los 1.122 alumnos que rindieron el tercer parcial con la intención de caracterizar el grupo de estudiantes (en términos de datos personales, laborales, dedicación al estudio, etc.) y para evaluar algunos aspectos del curso (sobre lo aprendido,

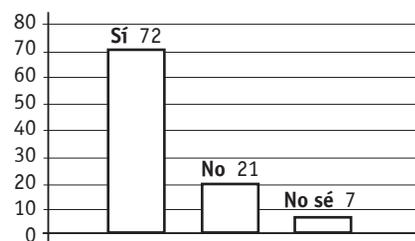
contenidos, vínculo con el docente, material impreso, evaluación, etc.). En ella hemos incluido las siguientes preguntas, relacionadas con el sistema de evaluación:

|  | Sí | No | No sé |
|--|----|----|-------|
| <b>Sobre la forma de evaluación</b>  |    |    |       |
| ¿Te parece adecuado que el porcentaje de entregas del portfolio se transforme en una nota promediable? |    |    |       |
| ¿El portfolio te resultó útil como parte del estudio para la materia?                                  |    |    |       |
| ¿Los trabajos del portfolio te resultaron difíciles?   |    |    |       |
| ¿Las correcciones hechas a los trabajos del portfolio te resultaron útiles?                            |    |    |       |

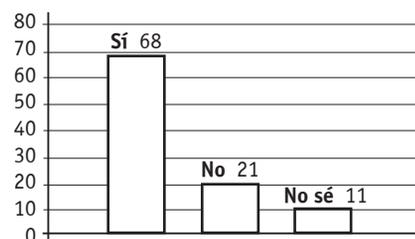
Hemos procesado una muestra del 20 %, sobre la que informamos aquí. La muestra está estratificada según las bandas horarias (pares de días en los que funcionan las comisiones) y los turnos (mañana, tarde y noche).

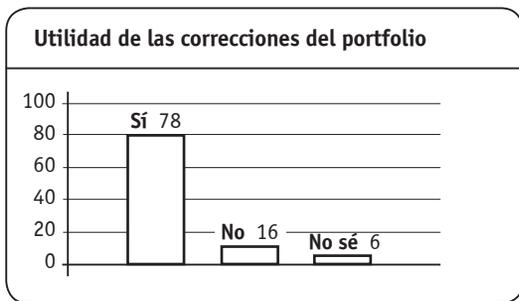
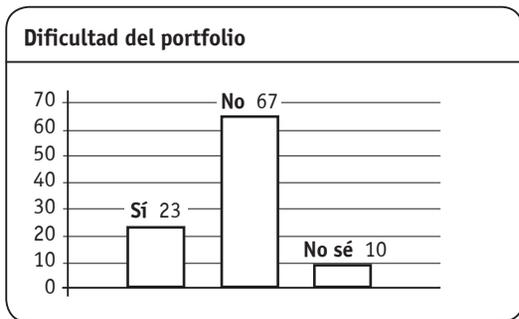
Presentamos las respuestas de los estudiantes de la muestra en los siguientes gráficos.

¿Considera adecuado que el porcentaje de entregas del portfolio se convierta en una nota promediable?



Utilidad del portfolio





Los estudiantes han encontrado, en un 68 %, que las tareas del portfolio les han sido útiles para aprender la materia. Consideramos que el diseño del portfolio facilitó que los docentes evaluaran objetivos específicos y transversales en variadas ocasiones y que los estudiantes dispusieran de estas valoraciones a lo largo del curso.

Las tareas presentadas no han sido encontradas difíciles por los estudiantes y el 74 % de ellos ha opinado (en otra pregunta de la encuesta sobre la dificultad de los parciales en relación con lo trabajado en el curso) que los parciales han sido adecuados. Consideramos que el hecho de trabajar sobre los ejercicios del portfolio les ha dado un cierto entrenamiento, de modo que la instancia de parcial no resultó de complejidad mayor. Para terminar con la valoración de los estudiantes podemos decir que el 72 % ha valorado positivamente que las entregas periódicas tuvieran incidencia en la acreditación.

Las correcciones hechas por los docentes fueron valoradas positivamente; incluso, han mencionado la utilidad percibida al volver a entregar una tarea, que ésta fuera nuevamente corregida y formara parte del portfolio.

## 4. Conclusiones

Sabemos que los resultados del test de independencia no implican una relación causal entre las variables aunque sí sugieren seguir analizando la razón de esta asociación. Sin embargo, consideramos que el resultado obtenido es interesante pues de alguna manera refleja científicamente la posibilidad de que los supuestos que manejábamos en función de las observaciones de los docentes tengan sustento más allá de lo perceptivo.

En el conjunto de docentes, las posiciones fueron diversas en cuanto a la aceptación del instrumento y a que el porcentaje de entregas se transformara en una nota a ser promediada con el mismo peso que los parciales. Algunos docentes no estuvieron convencidos de la utilidad del portfolio ni al comienzo ni al final del curso, otros no pudieron resolver en el aula la situación de algunos estudiantes que entregaban trabajos idénticos y otros se vieron sobrecargados de tareas. El pasaje a la grilla de los resultados de las producciones de los estudiantes les insumió mucho tiempo y no pudieron aprovecharla como herramienta de trabajo para guiar a los alumnos en la forma en que podrían encaminar su estudio. Otro grupo, aunque no hubieran compartido la idea desde el comienzo, valoró positivamente el instrumento al finalizar el curso. Por supuesto, hubo también docentes que estuvieron de acuerdo desde el principio y a quienes les resultó simple la orientación de los estudiantes a partir de la grilla.

Entre los alumnos la aceptación fue buena. No fueron significativos los casos en los que sistemáticamente se copiaban las tareas de algún compañero. Para lograr minimizar esos casos fue necesario un trabajo constante del docente explicitando los objetivos del portfolio, haciendo hincapié en el uso que se le podría dar a esa herramienta como medio para ajustar la marcha a lo largo del curso y en la utilidad de tener en claro qué habilidades no estaban aún completamente

aprendidas. El hecho de haber decidido no hacer pesar el grado de corrección matemática en la cuarta nota permitió que los estudiantes, en cuanto comprendieron la finalidad, trabajaran sin presión, elaboraran las respuestas a partir de sus conocimientos sin recurrir a ayuda externa y ajustaran progresivamente sus procedimientos. A partir de las correcciones observamos que en las habilidades de menor complejidad los estudiantes han tenido un desempeño con clara mejoría progresiva para los distintos contenidos, mientras que en las de complejidad mayor el desempeño se manifiesta inestable (cambia de resoluciones correctas a mal o regular), debido probablemente a la fuerte dependencia de los contenidos matemáticos.

Retomando las cuestiones centrales sobre evaluación mencionadas en el marco teórico, consideramos que con la aplicación de este instrumento hemos obtenido información sobre el origen y recurrencia de los errores, cómo se presentan en

los distintos contenidos matemáticos, cuáles de ellos son recurrentes, etc. y hemos podido derivar conclusiones sobre el desempeño del alumno en el momento y orientar su estudio para que evolucione progresivamente. Las correcciones de los docentes han orientado a los estudiantes no sólo en cuanto a errores de cuentas o procedimientos sino sobre escritura matemática, simbolización y argumentación, y han permitido preparar a los estudiantes en la presentación adecuada de la resolución de los ejercicios antes de los exámenes. Tanto los ejercicios de los parciales como los del portfolio han sido elegidos siguiendo los lineamientos del curso. Esto facilitó el trabajo de los docentes en cuanto a explicitar los objetivos y pautas de las evaluaciones y establecer relaciones con lo trabajado en el aula y en los trabajos domiciliarios, lo que a su vez permite avanzar en la concepción de la evaluación como una parte importante del proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Agradecemos** a todos los docentes del CAU 2004, quienes llenaron las grillas cuidadosamente.

## Referencias bibliográficas

**Almeida, M.; Aragón, A.; Falsetti, M.; Figliola, A.; Formica, A.; Kulesz, L.; Martínez, M.; Rodríguez, M. (2004).** *Matemática para el curso de aprestamiento universitario*, Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina.

**Arcavi, A. (1994).** Symbol sense: informal sense-making in formal mathematics. 14, 3, *For the learning of mathematics*, pp. 24-35.

**Camilloni, A.; Celman, S.; Litwin, E. y Palou, C. (1998).** *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires, Paidós.

**Charnay, R. (1995).** "Aprender por medio de la resolución de problemas", cap. en *Didáctica de las matemáticas. Aportes y reflexiones* (Parra y Saiz, comp.), Paidós Educador.

**Duval, R. (1993).** Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. Traducción del Cinvestav, 1996, México, de Registros de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 5, pp. 37-65, IREM de Strasbourg.

**Godino, J. (1998).** "Un modelo semiótico para el análisis de la actividad y la instrucción matemática". Comunicación presentada al VIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Semiótica, Granada.

- Greeno, J. (1991).** Number sense as situated knowing in a conceptual domain. *Journal for Research in Mathematics Education*, vol.22, n. 3, pp. 170-218.
- Gregori, Elena B. (1997).** Carpetas para evaluar las matemáticas. Nro. 11, *Revista Uno*, España.
- National Council of Teaching Mathematics**, página web [www.ntcm.org](http://www.ntcm.org).
- Parra, C.; Saiz, I. (comp.) (1995).** *Didáctica de las matemáticas*. Aportes y reflexiones. Paidós, Argentina.
- Perrenoud, P. (1999).** *Construir competencias desde la escuela*. Dolmen, Sgo. de Chile.
- Polya G. (1981).** *Mathematical discovery: on understanding, learning and teaching problem solving*. New York: Wiley.
- Reglamento del CAU, UNGS**, página web [www.ungs.edu.ar](http://www.ungs.edu.ar)
- Rubí, D. (1997).** Las habilidades matemáticas. Seminario - taller de Didáctica de la Matemática, UTN Regional Haedo, Argentina.
- Schoenfeld, A. (1992).** "Learning to think mathematically: problem solving, metacognition and sense making in Mathematics". In: D. Grouws (De.) *Handbook for research on mathematics teaching and learning*, New York, MacMillan.

**Anexo.**  
**Grilla de corrección del portfollio**

**INSTITUTO DEL DESARROLLO HUMANO - CURSO DE APRESTAMIENTO UNIVERSITARIO**  
**PORTFOLIO DE MATEMÁTICA - 2004**

APELLIDO Y NOMBRES: ..... DNI: ..... COMISION: ..... DOCENTE: .....

| Notas     |              | Portfollio %<br>Cuarta nota | Recuperatorios |         |                    | Nota de cierre | Finales   |       |
|-----------|--------------|-----------------------------|----------------|---------|--------------------|----------------|-----------|-------|
| Parciales | Portfollio % |                             | Primero        | Segundo | Tercero integrador |                | Diciembre | Marzo |
| Primero   | Segundo      | Tercero integrador          | Primero        | Segundo | Tercero integrador |                | Diciembre | Marzo |

| Diagnóstico  |  |
|--|--|
| Resolver operaciones combinadas simples con enteros    | Resolver ecuaciones $a.x + b = c$ con $a, b, c$ enteros    |
| Resolver operaciones combinadas simples con racionales | Resolver ecuaciones $a.x + b = c$ con $a, b, c$ racionales |

| Grado de alcance en los objetivos. Evaluación del docente y del alumno   | TP 1  | TP 2 | TP 3 | TP 4 | TP 5 | TP 6 | TP 7 | TP 8 | TP 9 | Comentarios docente |
|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
|  | Analizar una proposición planteada para decidir y justificar sobre el valor de verdad de la misma |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Resolver problemas (planteo, hipótesis adicionales, resolución, adecuación de la solución, etc.)   |   |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Obtener información de funciones elementales a partir de gráficos, fórmulas o tablas numéricas   |   |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Describir comportamientos de funciones elementales   |   |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Operar con números y con expresiones algebraicas   |   |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Reconocer las operaciones con números o expresiones algebraicas que facilitan la resolución de algún problema de origen matemático o extramatemático |   |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |