

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN E INSUMOS DIDÁCTICOS

*Horacio Caraballo, Cecilia Zulema González*

Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. Bachillerato de Bellas Artes. Colegio Nacional.  
Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata. Argentina  
carballohoracio@gmail.com, cgonzalez@agro.unlp.edu.ar  
Niveles Medio y Universitario

**Palabras clave:** Evaluación. Insumo didáctico. Competencias matemáticas.

### Resumen

El objetivo de este trabajo es mostrar dos estrategias de evaluación cuya implementación las transforma en instrumentos didácticos que pueden cubrir distintas facetas en la práctica y la investigación educativa.

Uno de estos instrumentos es una hoja auxiliar que se utiliza en el momento de una evaluación. Esta hoja la hacen los alumnos según consignas preestablecidas, se utiliza durante un examen y se entrega con el mismo. El análisis de esta hoja se realiza según un conjunto de categorías ponderadas numéricamente que permite el cruce de los datos con los resultados del examen, se estudian además otros aspectos desde un punto de vista más general que tienen que ver con características cualitativas. El análisis de la hoja auxiliar con métodos cualitativos y cuantitativos por parte del docente abre nuevas dimensiones de evaluación, se puede obtener información relacionada con la imagen que el alumno tiene del curso, con la estructura y relevancia subjetiva de los contenidos, con las estrategias y métodos que el alumno piensa implementar a partir de la hoja, con los estilos de aprendizaje, etc.

El otro instrumento es un taller que posibilita hacer un diagnóstico sobre competencias matemáticas a partir de la evaluación de la producción de cada alumno y de una encuesta que se completa a medida que transcurre el taller. La actividad consiste en la resolución de una serie de ejercicios simples y de un problema estructurado que tiene como partes constituyentes a los ejercicios ya resueltos, esto permite estudiar capacidades de reproducción, conexión y reflexión.

### Introducción

Tanto el uso de la hoja auxiliar como la implementación del taller que presentamos en este trabajo cumplen un doble papel, por un lado son instrumentos de evaluación pero además plantean situaciones didácticas que tienen valor en sí.

La hoja auxiliar es preparada por los alumnos con anterioridad a un examen para ser utilizada durante el mismo como una ayuda. Una vez finalizado el examen se entrega para ser evaluada. Esta evaluación no está relacionada con la promoción del curso.

A priori se confecciona según un conjunto de consignas preestablecidas, esta tarea genera una situación didáctica interesante. A posteriori el análisis se realiza según un conjunto de categorías ponderadas numéricamente que permite el cruce de los datos con los resultados del examen, se estudian además otros aspectos desde un punto de vista más general que tienen que ver con las características cualitativas de las producciones. El estudio de la hoja

posibilita obtener información relacionada con la imagen que el alumno tiene del curso, con la estructura y relevancia subjetiva de los contenidos, con las estrategias y métodos que el alumno piensa implementar a partir de la hoja, con los estilos de aprendizaje, etc.

El taller consiste en la resolución por parte de los alumnos de una serie de ejercicios simples y de problemas. Los ejercicios son exactamente las partes que permiten resolver los problemas. Los problemas son estructurados, de cierta complejidad e implican la modelización de una situación concreta acorde al nivel de la materia que se trate. Esta actividad está pensada para realizarse en un encuentro, los participantes comienzan resolviendo los ejercicios y al final de cada uno se hace una puesta en común y se completa el ítem correspondiente de una encuesta. La aplicación de este instrumento tiene un doble propósito, en primer lugar muestra al conocimiento matemático como una herramienta imprescindible en el planteo y resolución de problemas fácticos y en segundo lugar permite un diagnóstico sobre el grado de desarrollo de competencias matemáticas por parte de los alumnos. Estas competencias están entendidas como conjunto de capacidades, en este trabajo se las considera de un modo simple clasificándolas en capacidades de reproducción, conexión y reflexión.

A continuación mostramos el desarrollo y la metodología de estas herramientas aplicadas al curso de nivelación de matemática que se dicta en la facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP. Decidimos mostrar una implementación particular para cada una por motivos de síntesis pero consideramos que son fácilmente adaptables a otros contextos. El curso de nivelación de matemática se desarrolla durante el mes de febrero con los contenidos de la enseñanza media, al finalizar el curso los alumnos deben aprobar un examen para poder cursar Matemática de primer año. El taller se propone como clase de presentación del curso y la hoja auxiliar se utiliza en cualquiera de las fechas de examen.

### **Hoja auxiliar**

Cuando fue anunciado el uso de la hoja auxiliar los alumnos asumieron que se oficializaba el uso del “machete”. Un “machete” es un instrumento escrito que se utiliza como ayuda, de manera clandestina, en un examen (en otros países se conoce como: chuleta, torpedo, acordeón, copialina, cola, chivo, chanchullo, etc.).

Las consignas para elaborar la hoja fueron:

- Todo lo que se escriba debe estar en una sola hoja blanca o rayada.
- La hoja debe estar escrita de puño y letra por el usuario con nombre y apellido.
- La diagramación es libre y la letra debe tener un tamaño fácilmente legible.
- Los contenidos que aparecen en la hoja pueden ser cualesquiera.

### **La hoja auxiliar como insumo didáctico**

En el curso de nivelación hay gran cantidad de contenidos y el desarrollo del curso es breve, en este contexto la elaboración de la hoja auxiliar para usar durante el examen permite organizar los temas y elaborar estrategias que sirvan como soporte en el momento de la evaluación. Además ahorra el tiempo que hubiese sido invertido en tareas de memorización para enfocarlo en aspectos más relevantes.

Las hojas se elaboraron en las dos últimas semanas del curso de manera individual y no se dio ninguna consigna mas allá que las de forma ya nombradas, se insistió que la tarea fuese personal. En esta instancia se pudo ver el valor didáctico de la actividad en lo que respecta a la reflexión que genera. En un primer momento puede pensarse la construcción de la hoja como un resumen de definiciones y propiedades pero pronto se advierte que hay un sinnúmero de otros factores que pueden ser útiles en el momento del examen.

Aunque parezca un contrasentido el uso de la hoja durante el examen es el aspecto menos relevante de todos.

### La hoja auxiliar como instrumento de evaluación

A posteriori la hoja permite investigar distintos aspectos que van más allá de lo que se puede obtener evaluando solamente el examen. La evaluación de la hoja no está relacionada de ningún modo con la promoción del curso. El propósito que se persigue es el de considerar este tipo de producción desde distintos puntos de vista. Se puede abordar el análisis de una de estas hojas desde un punto de vista integral y subjetivo ya que hay grandes diferencias entre las distintas producciones y esto permite extraer diversas conclusiones. También se puede sistematizar la investigación estableciendo categorías cuantificables que permiten un mayor rigor en el análisis y posibilitan establecer una relación con los resultados de los exámenes.

### Metodología de la evaluación

Las hojas auxiliares fueron evaluadas tanto desde un punto de vista cuantitativo como cualitativo.

Para la evaluación cuantitativa se establecieron distintas categorías que se registraron en una tabla.

El curso se consideró dividido en cuatro temas:

- 1- Polinomios y factorización de expresiones algebraicas.
- 2- Sistemas de ecuaciones lineales y conjuntos en la recta y plano.
- 3- Ecuaciones de segundo grado y logaritmos.
- 4- Trigonometría.

Para cada uno de estos temas se consideró si la referencia a los mismos fue por medio de ejemplos o resultados generales y cuan completa y pertinente fue su presentación. Además se estableció si en la hoja aparecían todos los temas o faltaba alguno. Esta información fue registrada en una tabla como la presentada a continuación.

nombre	HC	T1	T2	T3	T4	T1R	T1E	T2R	T2E	T3R	T3E	T4R	T4E

Las claves para completar la tabla fueron:

HC: Se indicó con un 1 si aparecían referencias a los cuatro temas y con un 0 si faltaban referencias a algunos de ellos.

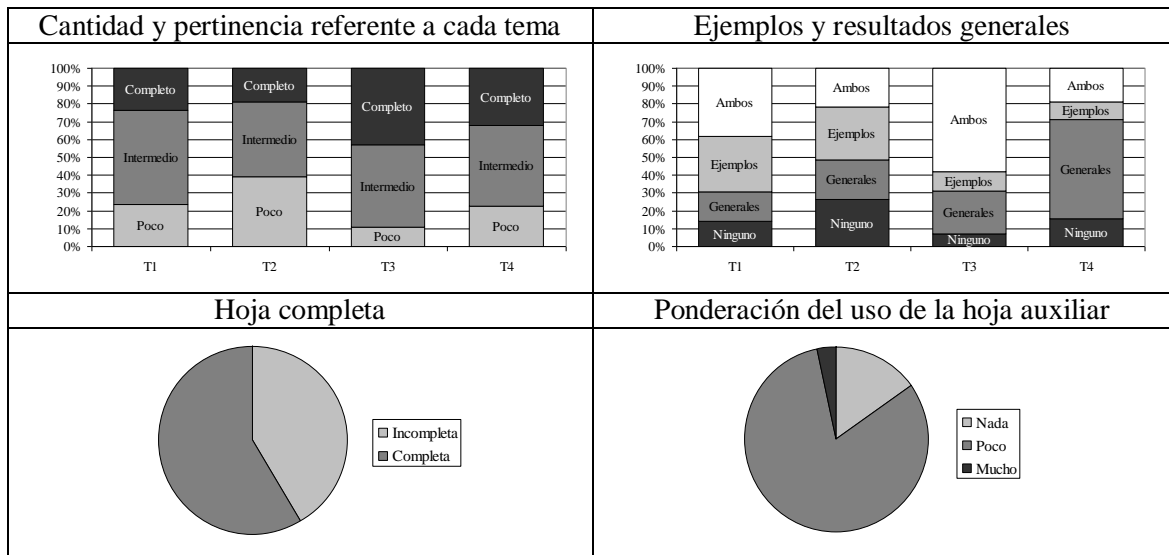
T1, T2, T3, T4: Se indicó con una escala del 0 al 2 según la cantidad y pertinencia de lo que estaba anotado con referencia a cada tema (0 para poco o nada, 1 para intermedio y 2 para completo)

TiR, TiE (i = 1, 2, 3, 4): la categoría TiE se indicó con un 1 si figuraban ejemplos relacionados con el tema y TiR se indicó con un 1 si aparecían resultados generales. Toda la información se procesó en una planilla de cálculo.

Además al final del examen cada alumno escribió: “mucho”, “poco” o “nada” ponderando el uso que hizo de la hoja auxiliar.

Para la evaluación cualitativa se prestó atención a otros elementos que no tienen relación directa con los contenidos.

A continuación se muestran algunos resultados cualitativos



El análisis de la cantidad y pertinencia de los contenidos referentes a cada tema está dentro de lo esperado dada las distintas características de las unidades en que fue dividido el curso, por ejemplo, los resultados para el tema 3 indican que fue el menos visto o el peor aprendido durante la enseñanza media.

Para ejemplos y resultados generales se puede repetir la conclusión anterior, más de la mitad de las hojas contenían tanto ejemplos como definiciones para el tema 3.

Sobre la evaluación cualitativa, el aspecto más relevante es el análisis de los elementos que aparecen en las hojas que no son ni ejemplos ni contenido disciplinar. La evaluación de los mismos requiere de un contexto teórico donde tengan un significado preciso, en este sentido nos parece adecuado, en nuestro caso, el enfoque de los estilos de aprendizaje (Santaolalla Pascual, 2009).

**Comentarios**

El uso de la hoja auxiliar mostrado en este trabajo responde a la situación particular que impone el curso de nivelación de matemática y sus características específicas, sin embargo no parece tan complicado realizar algunos cambios para poder utilizar esta estructura en otro contexto. La idea de permitirle a los alumnos el uso de un machete es prácticamente irrelevante durante el examen sin embargo permite generar un instancia didáctica previa que puede ser desarrollada con distintas características según la materia y el examen del que se trate y después puede utilizarse como recurso de evaluación e investigación en

distintos planos. Los elementos básicos son: las pautas para el diseño del machete, las categorías cuantificables para el análisis y posterior cruce con los resultados del examen, el o los marcos teóricos de referencia para la evaluación cuantitativa. En este último aspecto nos permitimos sugerir marcos relacionados a la comprensión, a las competencias matemáticas y a los estilos de aprendizaje entre muchos.

La ponderación del uso que cada alumno hizo de la hoja auxiliar como útil durante el examen, la mayoría la utilizó muy poco, confirma que el mayor valor de este tipo de actividad es a priori como instrumento didáctico y a posteriori como instrumento de evaluación e investigación.

### **Taller**

Reiteremos que esta actividad tiene dos propósitos. El primero, ligado a la situación didáctica que se propone, es mostrar al conocimiento matemático como una herramienta imprescindible en el planteo y resolución de problemas fácticos. El segundo permite un diagnóstico sobre el grado de desarrollo de competencias matemáticas que tienen los alumnos ingresantes (CONFEDI, 2009).

### **Competencias matemáticas**

Capacidades del alumno para identificar y entender la función que desempeñan las matemáticas no solo en el orden disciplinar sino en su relación con un sinnúmero de sus actividades académicas, emitir juicios fundados y utilizar y relacionarse con las matemáticas de forma que se puedan satisfacer las necesidades que surgen en los distintos contextos científico-tecnológicos.

Podemos señalar las siguientes competencias específicas (Niss, 1999):

- Pensar y razonar. Plantear las preguntas características de las matemáticas, reconocer el tipo de respuestas que las matemáticas ofrecen para estas preguntas; distinguir entre diferentes tipos de proposiciones (definiciones, teoremas, conjeturas, hipótesis, ejemplos, condicionales); y entender y manipular el rango y los límites de ciertos conceptos matemáticos.
- Argumentar. Saber qué es una prueba matemática y cómo se diferencia de otros tipos de razonamientos; poder seguir y evaluar cadenas de argumentos matemáticos de diferentes tipos; desarrollar procedimientos intuitivos; y construir y expresar argumentos matemáticos.
- Comunicar. Capacidad de expresarse, tanto en forma oral como escrita, sobre asuntos con contenido matemático y de entender las aseveraciones, orales y escritas, de los demás sobre los mismos temas.
- Modelar. Estructurar la situación, traducir la “realidad” a una estructura matemática; trabajar con un modelo matemático; validar el modelo; reflexionar, analizar y plantear críticas a un modelo y sus resultados; comunicarse eficazmente sobre el modelo y sus resultados (incluyendo las limitaciones que pueden tener estos últimos); y monitorear y controlar el proceso de modelado.

- Plantear y resolver problemas. Plantear, formular, definir y resolver diferentes tipos de problemas matemáticos utilizando una variedad de métodos.

- Representar. Codificar y decodificar, traducir, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representaciones de objetos y situaciones matemáticas, y las interrelaciones entre ellas; escoger entre diferentes formas de representación, de acuerdo con la situación y el propósito particulares.

- Utilizar lenguaje y operaciones simbólicas, formales y técnicas. Decodificar e interpretar el lenguaje formal y simbólico, y entender su relación con el lenguaje natural, manipular proposiciones y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; utilizar variables, resolver ecuaciones y realizar cálculos.

- Utilizar ayudas y herramientas. Conocer, y ser capaz de utilizar diversas ayudas y herramientas (incluyendo las tecnologías de la información y las comunicaciones) que facilitan la actividad matemática, y comprender las limitaciones de estas ayudas y herramientas.

Denominamos matemización al proceso fundamental que emplean los alumnos para resolver los problemas que plantean las distintas situaciones científicas y técnicas (PISA, 2006).

El ciclo de matemización implica los siguientes puntos:

- Se inicia con un problema situado en la realidad.

- Se organiza de acuerdo con conceptos matemáticos y se identifican las matemáticas relevantes al caso.

- El problema se va abstrayendo progresivamente de la realidad mediante una serie de procesos, como la elaboración de supuestos, la generalización y la formalización, mediante los cuales se destacan los rasgos matemáticos de la situación y se transforma el problema del mundo real en un problema matemático que reproduce de manera fiel la situación.

- Se resuelve el problema matemático.

- Se confiere sentido a la solución matemática en términos de la situación real, a la vez que se identifican las posibles limitaciones de la solución.

Un individuo que tenga que emplear de forma satisfactoria la matemización dentro de una gran variedad de situaciones y contextos necesita poseer una serie de capacidades matemáticas que, tomadas en su conjunto, forman sus competencias matemáticas. Cada una de estas capacidades puede dominarse en mayor o menor grado. Las distintas fases del proceso de matemización recurren a estas capacidades de un modo diferente, tanto en lo que respecta a las capacidades específicas que han de usarse como al nivel de dominio requerido.

Teniendo en cuenta la complejidad y la evolución, las capacidades pueden clasificarse en tres grupos, de reproducción, de conexión, de reflexión.

- Las capacidades de reproducción comportan básicamente la reproducción de conocimientos que ya han sido practicados. Entre estas capacidades se cuentan el

conocimiento de los hechos y de las representaciones de problemas más comunes, la identificación de equivalentes, el recuerdo de objetos y propiedades matemáticas conocidas, la utilización de procesos rutinarios, la aplicación de algoritmos, el manejo de expresiones que contienen símbolos y fórmulas conocidas y la realización de operaciones sencillas.

- Las capacidades de conexión se cimientan sobre la base que proporcionan las capacidades del grupo de reproducción, pero abordan problemas cuyas situaciones no son rutinarias, aunque sigan presentándose en unos marcos familiares o casi familiares.

- Las capacidades de reflexión requieren que el alumno aporte un elemento reflexivo sobre los procesos que se necesitan o se emplean en la solución de un problema. Así pues, se relacionan con la capacidad que tienen los estudiantes de plantear estrategias de solución y aplicarlas a problemas que contienen más elementos y pueden resultar más complejos que los que se dan en el grupo de conexiones.

415

### Desarrollo del taller

Los ejercicios y el problema propuestos son:

Dado un rectángulo de lados  $a$  y  $b$

E1 - Calcular el área del rectángulo si el lado  $a$  mide 3 metros y el lado  $b$  mide 7 metros.

E2 - Dar una fórmula para el área  $A$  del rectángulo en función de los lados  $a$  y  $b$ .

E3 - Calcular el perímetro  $P$  del rectángulo si el lado  $a$  mide 3 metros y el lado  $b$  mide 7 metros.

E4 - Dar una fórmula para el perímetro  $P$  del rectángulo en función de los lados  $a$  y  $b$ .

E5 - Si el perímetro del rectángulo es de 20 metros, dar una fórmula para el lado  $a$  en función del lado  $b$ . Utilizar E4.

E6 - Si el perímetro del rectángulo es de 20 metros, dar una fórmula para el área  $A$  en función del lado  $b$ . Utilizar E2 y E4.

E7 - Dar las fórmulas que permiten calcular el área  $A_0$  y el perímetro  $P_0$  de un círculo de radio  $R$ .

Dada la función cuadrática  $y = -2x^2 + 14x$

E8 - Encontrar los valores de  $x$  para los cuales  $y = 0$  (es decir, resolver la ecuación  $-2x^2 + 14x = 0$ )

E9 - Representar gráficamente la función dada. Indicar en el gráfico las coordenadas de los puntos de intersección con el eje  $x$  (utilizar E8) y las coordenadas del vértice (la coordenada  $x$  del vértice es el punto medio de los valores encontrados en E8).

Problema

(a) Se debe construir un corral rectangular, uno de los lados existe. Se dispone de 14 metros de alambre tejido para cerrar los otros tres lados. Encontrar las dimensiones de los lados  $a$  y  $b$  de manera que resulte el corral que tenga el área máxima.

(b) Si se utilizan los 14 metros de alambre tejido en forma de semicírculo ¿Cuál será el área del corral?

Los alumnos resuelven los ejercicios uno por uno haciendo una puesta en común cada vez y completando el ítem correspondiente de una encuesta como la siguiente:



	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Entendí la consigna									
Recuerdo haber estudiado el tema									
Resolví correctamente									

Luego se les da un tiempo mas largo para que resuelvan los problemas, se pone en común y a continuación completan:

	(a)	(b)
Entendí la consigna		
Recuerdo haber resuelto problemas de este tipo		
Resolví correctamente		

### Capacidades asociadas a cada ejercicio

E1. Solamente tiene que ver con capacidades de reproducción, para resolverlo solo es necesario recordar la definición de área de un rectángulo y hacer una multiplicación.

E2. Tiene que ver con capacidades de reproducción agregando la posibilidad de poder escribir una fórmula general.

E3. Solamente tiene que ver con capacidades de reproducción, para resolverlo solo es necesario la definición de perímetro de un rectángulo y hacer una suma.

E4. Tiene que ver con capacidades de reproducción agregando la posibilidad de poder escribir una fórmula general.

E5. Utiliza E4 agregando las maniobras algebraicas de sustitución, el perímetro es de 20 metros, despeja el lado a para dar una fórmula, siguen siendo capacidades de reproducción.

E6. Utiliza E2 y E4 para enfrentar un problema que tiene dos ecuaciones y tres incógnitas, mediante sustitución se reduce a una ecuación con dos incógnitas para dar la fórmula del área en función del lado b. Capacidades de reproducción y de manera exigua capacidades de conexión.

E7. Tiene que ver con capacidades de reproducción agregando la posibilidad de poder escribir fórmulas generales.

E8. Sólo implica la reproducción de la fórmula para resolver ecuaciones de segundo grado.

E9. Implica capacidades de reproducción.

Los problemas implican la posibilidad de matematización, esto es, utilizar conjuntamente capacidades de conexión y reflexión.

### Comentarios

Los argumentos matemáticos que conforman la solución de los problemas ya están resueltos por partes en los ejercicios. Con todas las piezas sobre la mesa hace falta poner en juego la matematización. Muy pocos alumnos lograron concretar la tarea. Esto muestra que no es el desconocimiento de algunos temas lo que imposibilita la resolución de este tipo de problemas sino la falta de competencias matemáticas relacionadas con las capacidades de conexión y reflexión.

### Conclusión

Hemos utilizado estas herramientas no solo en el curso de nivelación sino en otros contextos, en todos los casos con buenos resultados, es por esto que en este trabajo las



proponemos como insumos que puedan ser reutilizados por el lector interesado. Por motivos de espacio no aparecen de manera exhaustiva los resultados de cada actividad, cosa que no afecta de modo significativo nuestro propósito.

### **Referencias Bibliográficas**

Niss M. (1999). Competencies and Subject Description. *Uddanneise*, 9, 21-29.

Santaolalla Pascual E. (2009). Matemáticas y estilos de aprendizaje. *Estilos de Aprendizaje*, 4, 7-8.

PISA (2006). *Marco de la Evaluación Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura; Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos. OCDE*. Recuperado 28 de febrero 2012 de: <http://www.oecd.org/pisa/39732471.pdf>

CONFEDI (2009). *Documento sobre competencias requeridas para el ingreso a los estudios universitarios*. Recuperado 2 de marzo 2012 de: <http://confedi.org.ar/documentos>