

## DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA Y AMBIENTES VIRTUALES DE ENSEÑANZA

Oscar A. León – Claudia Guzner – Adriana Schilardi

[oleon@frm.utn.edu.ar](mailto:oleon@frm.utn.edu.ar) – [cguzner@frm.utn.edu.ar](mailto:cguzner@frm.utn.edu.ar) – [aschilardi@frm.utn.edu.ar](mailto:aschilardi@frm.utn.edu.ar)

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza, Argentina

Tema: Materiales y Recursos Didácticos para la Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática.

Modalidad: CB

Nivel educativo: Terciario - Universitario

Palabras clave: teoría de situaciones didácticas, e-learning, entornos virtuales de enseñanza

### Resumen

*En el artículo se realiza una propuesta acerca de la utilización de los Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEAs), para la enseñanza de la matemática siguiendo los lineamientos de la Teoría de Situaciones Didácticas de Brousseau (TSD). En el trabajo se hace una síntesis de las principales características y funciones disponibles en los EVEAs. A continuación se describe la estructura, características y elementos más importantes de la TSD y su relación con las herramientas habitualmente presentes en los entornos virtuales antes citados. Luego, se introducen los principales aspectos del esquema propuesto para aplicar la TSD, tomando como eje principal las situaciones de acción, formulación, validación y los diferentes medios en los que ellas se desarrollan. Finalmente, se comentan algunas conclusiones del trabajo realizado.*

### Características de los EVEAs y su relación con la TSD

Se abordó el estudio de la estructura y características de la Teoría de Situaciones Didácticas de Brousseau (1986, 1989, 1999), analizando la organización que hace del medio y las interacciones que plantea con el mismo, cuyo esquema se resume en el Diagrama 1 (Orús & Bort Martínez, 2000).

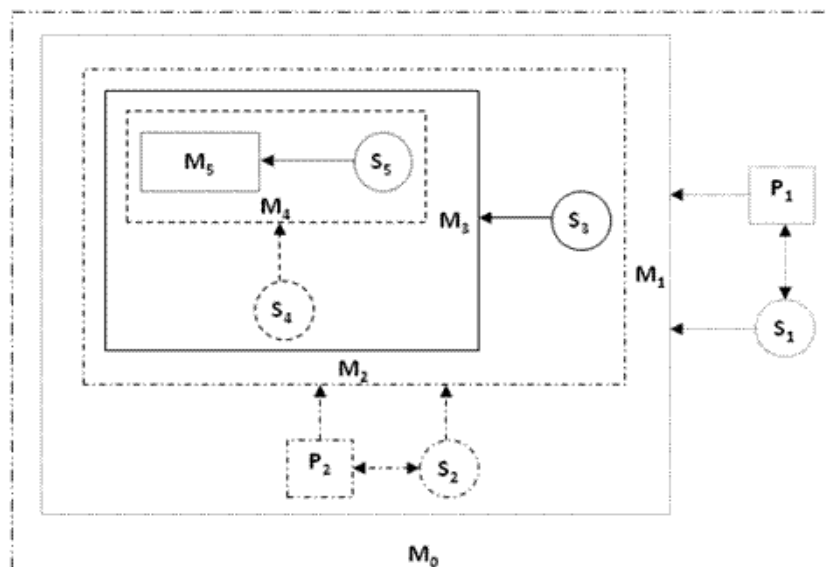


Diagrama 1: Medios y situaciones

Donde los Mi representan medios: M5 (material), M4 (objetivo), M3 de referencia), M2 (de aprendizaje), M1(didáctico) y M0 (meta-didáctico). En tanto los Si y Pi representan sujetos participantes: S5 (actor), S4 (actuante), S3 (epistémico), S2 (alumno), S1 (genérico), P1, P2 (profesor en diferentes roles).

A continuación se completó el estudio analizando los requerimientos que plantea la aplicación de la TSD en la enseñanza de la matemática, para lo cual se consultaron trabajos de diversos autores, para finalmente abordar la transposición de la teoría a un contexto de “e-learning” (Chevallard, 1991; Artigue, 1998; Gascón, 1998; Godino J. D., 2001, 2002; Godino, J. D., et al, 2005; Díez Palomar, 2003; Chavarría, 2006).

Posteriormente se relevaron las características de los EVEAs, utilizando referencias como (Canterbury, 2008; EduTools; Marshall University's WebCT Information), además de la prueba de productos. Las características se agruparon según tres ejes (adaptabilidad, usabilidad y funcionalidad), por grupo de herramientas (comunicación, colaboración, administración, etc.), asignándoseles valor cualitativo (bajo/medio/alto), conforme al grado de congruencia que tuvieran con su aplicación en las situaciones (acción, formulación, validación, institucionalización), organizando los resultados según el esquema que se muestra en la Tabla 1.

| Eje | Grupo | Característica | Descripción | Valoración y motivo | Aplicable a situación de |   |   |   |
|-----|-------|----------------|-------------|---------------------|--------------------------|---|---|---|
|     |       |                |             |                     | A                        | F | V | I |
|     |       |                |             |                     |                          |   |   |   |

Tabla 1: Valoración de las características de los EVEAs (elaboración propia)

Una vez halladas las correspondencias entre los requerimientos de la teoría didáctica y las herramientas de los EVEAs; se identificaron los tipos de actividades que resultaban adecuadas de aplicar, usando las herramientas de los entornos virtuales, para las interacciones entre alumnos y medios durante las diferentes instancias de situaciones.

### Modelo propuesto

La aplicación de la TSD implica una evolución a través de los medios propuestos en ella, en distintas instancias de situaciones. El empleo de herramientas de EVEAs en algunos casos es particular de un medio, en otros pueden utilizarse en diferentes formas, conforme a las características más destacables de la instancia de que se trate.

Así, donde se quiere hacer hincapié en las situaciones de acción, por ejemplo las herramientas de software, en el contexto del Medio Objetivo, pueden ser usadas para que el alumno interactúe con el Medio Material elaborado por el docente. En tanto que

en el Medio de Referencia, se pueden aplicar en un contexto elaborado con la intención que interactúe con sus compañeros. Del mismo modo, las herramientas de comunicación y colaboración, se destacan en aquellas instancias donde son importantes las interacciones entre sujetos, o medios y sujetos.

Para soportar el “medio material” y las actividades de interacción que se llevan adelante durante todo el proceso, se pueden aplicar objetos de aprendizaje digitales, los cuales pueden soportar diversos tipos de información del campo de la matemática. La Tabla 2 resume algunas de las características de los mismos.

| <b>Objetos</b>       | <b>Tipo</b>        | <b>Utilidad</b>   |
|----------------------|--------------------|---|
| <b>Información</b>   | <i>textos</i>      | Expresar códigos verbales como sistema simbólico predominante.  |
|                      | <i>imágenes</i>    | Codificar información a través de representaciones icónicas.  |
|                      | <i>tablas</i>      | Representar información estructurada, bajo esquemas jerárquicos o relacionales.   |
| <b>Multimediales</b> | <i>videos</i>      | Mostrar situaciones o interactuar en tiempo real (videoconferencia).  |
|                      | <i>animaciones</i> | Acompañar la lógica del sentido y el estilo.  |
|                      | <i>sonidos</i>     | Apoyar el sentido del discurso y el estilo general.   |
| <b>Modelización</b>  | <i>juegos</i>      | Favorecer el adquirir destrezas o conocimientos.  |
|                      | <i>simuladores</i> | Posibilitar la exploración, participación y toma de decisiones en situaciones que en la realidad sería difícil acceder. |

Tabla 2: Objetos de aprendizaje (elaboración propia)

A continuación se muestra el modelo de aplicación propuesto para la transposición de la TSD sobre los EVEAs, de acuerdo a la evolución del proceso de enseñanza a través de los medios. En el mismo se indican mediante flechas rotuladas con números las actividades principales que debería cumplir cada actor en cada instancia.

La Ilustración 1 corresponde a la fase inicial, durante la cual el docente elabora el medio material con el cual trabajará el alumno. De acuerdo al modelo de estructuración del “medio” de Brousseau, el profesor prepara para su clase el medio material, pero esto lo hace pensando en un sujeto “virtual”, que supone va a interactuar con ese medio utilizando sus saberes previos de formas que el docente no puede anticipar. Ese actor “ideal”, luego se convertirá en actor “real” cuando se transforme en el sujeto actuante con el medio objetivo. En este contexto, el docente debe diseñar para el alumno “un

medio oponente” que lo enfrente con un problema, en el cual deberá aplicar sus saberes previos para resolverlo.

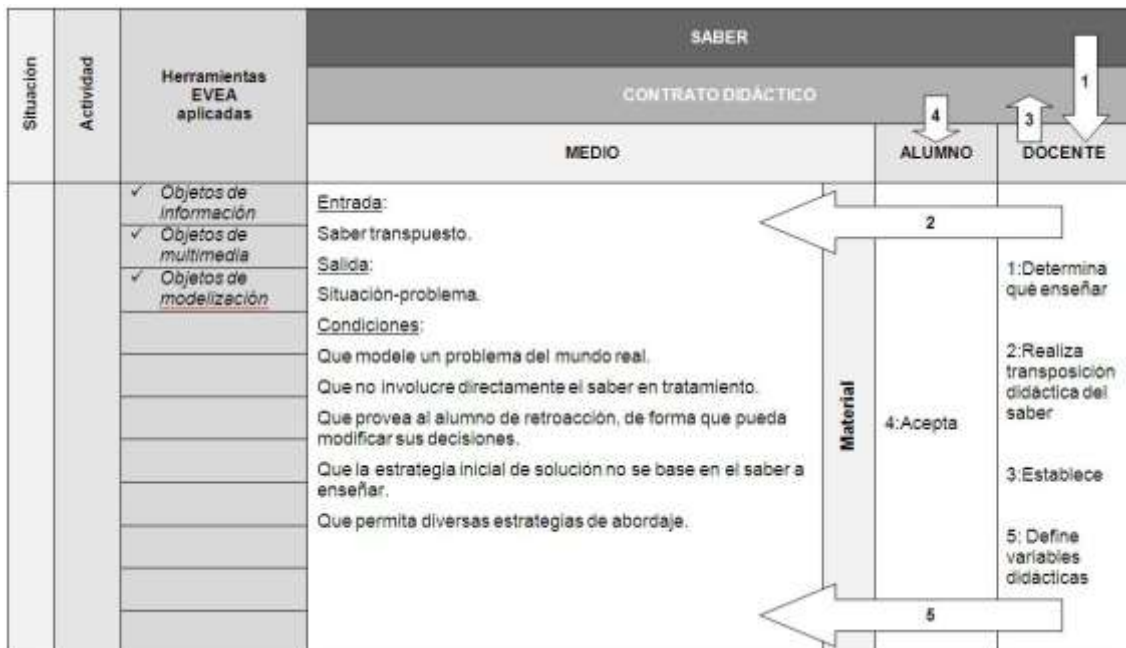


Ilustración 1: Fase inicial (elaboración propia)

La ilustración 2, describe la fase donde el alumno realizará interacciones con el material, en un contexto pensado por el docente en base a los objetivos que persigue y los supuestos que hace, y el cual puede ser ajustado mediante las variables didácticas. Para lograr los objetivos, el docente deberá seleccionar los escenarios que estime más adecuados, para alcanzar sus fines.



Ilustración 2: Fase a-didáctica (elaboración propia)

En la fase que muestra la Ilustración 3 el rol del alumno cambia, ya que interactúa con el medio de referencia en un contexto que está elaborado con la intención que intercambie información con sus compañeros (aserciones, postulados, demostraciones, etc.). Para esto deben comunicarse entre sí, y así poder comprender los puntos de vista de los demás y acordar, rechazar postulados, o requerir más información.

Las acciones que tienen lugar en este medio, son se dan principalmente mediante las herramientas colaborativas y de comunicación. La representación de los problemas mediante objetos para el aprendizaje. Lo que se modifica respecto de la etapa anterior, es la forma de utilización, ya que en este caso sí resulta importante que se tengan en cuenta los objetivos buscados en la interacción grupal de los alumnos.

| Situación      | Actividad                            | Herramientas EVEA aplicadas | SABER  |   |   |
|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|--|---|---|
|                |                                      |                             | CONTRATO DIDACTICO   |   |   |
|                |                                      |                             | MEDIO  | ALUMNO  | DOCENTE   |
| De formulación | Construcción, comunicación, difusión | ✓ Objetos de información    | Entrada:<br>Conceptualizaciones elaboradas por el alumno.<br>Salida:<br>Conceptualizaciones elaboradas por el grupo.<br>Interacciones:<br>Transferencia, discusión, síntesis, presentación.<br>Condiciones:<br>Que haya necesidad de comunicación colaborativa.<br>Que implique utilizar saberes del alumno para elaborar formulaciones. |  | 8. Interactúa en grupo<br>7. Observa y registra |
|                |                                      | ✓ Objetos de multimedia     |  |   |   |
|                |                                      | ✓ Objetos de modelización   |  |   |   |
|                |                                      | ✓ Pizarras virtuales        |  |   |   |
|                |                                      | ✓ Editores                  |  |   |   |
|                |                                      | ✓ Aplicaciones              |  |   |   |
|                |                                      | ✓ Videoconferencia          |  |   |   |
|                |                                      | ✓ Foros, chats              |  |   |   |
|                |                                      | ✓ Wikis                     |  |   |   |
|                |                                      | ✓ Tareas y talleres         |  |   |   |
|                |                                      | ✓ E-mail                    |  |   |   |

Ilustración 3: Fase a-didáctica (elaboración propia)

En la Ilustración 4, se presenta la fase en la el grupo debe validar los supuestos que ha construido durante la etapa previa. En esta instancia las actividades que proponga el docente, deben apuntar al propósito antes mencionado. Por lo tanto, si bien las herramientas aplicadas pueden ser las mismas, ahora las interacciones con el medio apuntan hacia actividades de:

**Transferencia:** donde el alumno debe hacer “uso efectivo del conocimiento”, para resolver propuestas que requieran de lo aprendido.

**Discusión:** a fin de debatir sobre las alternativas de solución.

**Presentación:** para difundir la información que se recibió, procesó y re-elaboró.

**Síntesis:** para hacer abstracción e identificar los aspectos substanciales de lo elaborado.



| Situación       | Actividad                                 | Herramientas EVEA aplicadas      | SABER   |                     |  |
|-----------------|---|----------------------------------|---|---------------------|--|
|                 |   |                                  | CONTRATO DIDÁCTICO  |                     |  |
|                 |   |                                  | MEDIO   | ALUMNO              | DOCENTE                                  |
| De validación   | Demostración, contrastación, comprobación | ✓ <i>Objetos de información</i>  | <b>Entrada:</b><br>Conceptualizaciones elaboradas por el alumno y el grupo.<br><b>Salida:</b><br>Conceptualizaciones verificadas.<br><b>Interacciones:</b><br>Evaluativas, aplicativas, colaborativas, transferencia, discusión, presentación, síntesis.<br><b>Condiciones:</b><br>Que el problema que requiera la aplicación del saber.<br>Que haya necesidad de comunicación.<br>Que permita retroacciones a través de la comunicación. | De aprendizaje<br>9 | 9: Emite juicios.<br>Discute.<br>Refuta. |
|                 |   | ✓ <i>Objetos de multimedia</i>   |   |                     |  |
|                 |   | ✓ <i>Objetos de modelización</i> |   |                     |  |
|                 |   | ✓ <i>Tableros de difusión</i>    |   |                     |  |
|                 |   | ✓ <i>Reportes</i>                |   |                     |  |
|                 |   | ✓ <i>Cuestionarios</i>           |   |                     |  |
|                 |   | ✓ <i>Foros, chats</i>            |   |                     |  |
|                 |   | ✓ <i>Wikis</i>                   |   |                     |  |
|                 |   | ✓ <i>Videoconferencia</i>        |   |                     |  |
|                 |   | ✓ <i>Tareas y talleres</i>       |   |                     |  |
| ✓ <i>E-mail</i> |   |                                  |   |                     |  |

Ilustración 4: Fase a-didáctica (elaboración propia)

A partir de este punto comienza la situación didáctica. El vínculo entre profesor y el alumno ahora es directo, con el fin de trabajar sobre un problema propuesto por el primero, y que por medio de interacciones les permite formalizar el aprendizaje. El profesor en este caso actúa como un monitor del saber oficial.

En esta nueva fase que muestra la ilustración 5 se agrega un grupo nuevo de herramientas, las cuales están orientadas a proveer facilidades para un trabajo interpersonal del profesor con los alumnos, donde interactúan a un mismo nivel.

| Situación               | Actividad                               | Herramientas EVEA aplicadas   | SABER   |           |   |
|-------------------------|---|-------------------------------|---|-----------|---|
|                         |   |                               | CONTRATO DIDÁCTICO  |           |   |
|                         |   |                               | MEDIO   | ALUMNO    | DOCENTE                                   |
| De institucionalización | Reconocimiento, formalización, difusión | ✓ <i>Foros, chats</i>         | <b>Entrada:</b><br>Conceptualizaciones verificadas.<br><b>Salida:</b><br>Conceptualizaciones convertidas en saberes.<br><b>Interacciones:</b><br>Diálogo. Intercambio de opiniones.<br><b>Condiciones:</b><br>Que haya necesidad de comunicación colaborativa.<br>Que implique utilizar saberes del alumno para elaborar formulaciones. | Didáctico | 10: Realimenta<br>11: Formaliza y publica |
|                         |   | ✓ <i>E-mail</i>               |   |           |   |
|                         |   | ✓ <i>Videoconferencia</i>     |   |           |   |
|                         |   | ✓ <i>Gestores de archivos</i> |   |           |   |
|                         |   | ✓ <i>Marcas de referencia</i> |   |           |   |
|                         |   | ✓ <i>Tablero de difusión</i>  |   |           |   |
|                         |   | ✓ <i>Notificación</i>         |   |           |   |
|                         |   | ✓ <i>Áreas de Contenidos</i>  |   |           |   |

Ilustración 5: Fase didáctica (elaboración propia)

## Conclusiones

La hipótesis sobre la cual trabajó era comprobar la factibilidad de elaborar un esquema de aplicación de la TSD, transferible a un entorno virtual de enseñanza. El desarrollo de las diferentes etapas de este proceso permitió:

1. Obtener un análisis descriptivo y cualitativo de las características, que ofrecen algunos de los EVEAs más difundidos en el ámbito de las instituciones educativas en la actualidad.
2. Elaborar un estudio sobre la estructura de la TSD, desagregado en los postulados y conceptos que la conforman, identificando sus características y requerimientos a satisfacer para su puesta en acto, en el diseño de un proceso educativo.
3. Caracterizar las relaciones existentes entre los elementos de la TSD y las herramientas de los EVEAs, mediante la identificación de la utilidad de estas últimas para el planteo de las interacciones entre alumnos y medios en cada una de las situaciones.
4. Producir un esquema para utilizarlo “a modo de plantilla”, que ayude a transponer un contenido disciplinar que se pretenda enseñar en un ambiente virtual.

Existen aspectos que no fueron tratados, dado que dependen de los objetivos del proceso de enseñanza y de las características del diseño de las situaciones para una implementación concreta. Dos de los principales son:

- El “contrato didáctico”. Este es un elemento crítico que el profesor debe monitorear, y para lograr esto sería necesario determinar si las herramientas del EVEA propuestas resultan suficientes para asistir al docente en dicha observación.
- La “variable didáctica”. Estas son entidades independientes controladas por el docente para provocar modificaciones en las estrategias de acción, para adaptarlas en base a las respuestas dadas por el medio, y que deben haber sido verificadas empíricamente en situaciones similares.

Como tarea a futuro queda efectuar una aplicación concreta del modelo propuesto.

## Referencias bibliográficas

- Artigue, M. (1998). Ingeniería didáctica en educación matemática. En Artigue, M., Douady, R., Moreno, L., Gómez, P. (Eds.), *Ingeniería didáctica*. Colombia.
- Brousseau, G. (1986). Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas. En M. Villalba, & V. Hernández (Eds.), *Investigaciones en didáctica de la matemática* (Vol. 7 No. 2, pp. 33-115). Burdeos.

- Brousseau, G. (1989). Utilidad e interés de la didáctica para un profesor. *Revista Petit*, (Vol. 21, pp 21-68)
- Brousseau, G. (1999). Educación y didáctica de las matemáticas matemáticas. *Educación Matemática*, México.
- Canterbury, U. O. (2008). *Learning Management Systems Review: Final Report and Recommendations*. New Zealand: University of Canterbury.
- Chavarría, J. (2006). Teoría de las situaciones didácticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática* (Vol. Año I, 2). Disponible en: <http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/cuaderno2/Cuadernos%202%20c%203.pdf>
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica*. Buenos Aires: Editorial Aique.
- Díez Palomar, F. J. (2003). *La enseñanza de las matemáticas en la educación de personas adultas un modelo dialógico*. Barcelona: Facultad de pedagogía, Universidad de Barcelona.
- EduTools. CMS: *Product List*. Recuperado en 2009 de [http://www.edutools.info/item\\_list.jsp?pj=4](http://www.edutools.info/item_list.jsp?pj=4)
- Gascón, J. (1998). *Evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica*. Barcelona, España: Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Godino, J. D. (2001). *Perspectiva de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- Godino, J. (2002). Un enfoque ontológico semiótico de la cognición matemática. En *Recherches en Didactique des Mathématiques* (Vol. 22, pp. 237-284)
- Godino, J. D., Recio, A. M., Roa, R., Ruiz, F. & Pareja, J. L. (2005). Criterios de diseño y evaluación de situaciones didácticas basadas en el uso de medios informáticos para el estudio de las matemáticas. *9º SEIEM* (pp. 235-242). Córdoba, España.
- Marshall University's WebCT Information. (s.f.). *Comparison of Online Course Delivery Software Products*. Recuperado en 2009 de <http://www.marshall.edu/it/cit/webct/compare/index.htm>
- Orús, P., & Bort Martínez, T. (2000). El medio en la Teoría de Situaciones como instrumento de análisis didáctico del artículo, el peso de un recipiente. *XIV Jornadas del SIIDM*. Cangas do Morrazo.