

Diseño de un Objeto de Aprendizaje para un Curso de Álgebra Inicial

María Elsa Fernández¹, Stella Maris Massa¹, Nancy Daher¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina

¹{meryfer, smassa, ndaher}@fi.mdp.edu.ar

Eje temático 3: ¿Cómo seleccionar, diseñar y desarrollar un ambiente educativo con tecnologías digitales?

Tipo de Trabajo: Informe de investigación

Palabras claves: Álgebra, Registros semióticos, Objeto de Aprendizaje, Diseño, Prototipos.

Resumen. El presente trabajo describe el proceso de Diseño desde el punto de vista pedagógico y tecnológico de un Objeto de Aprendizaje (OA) para un curso de Álgebra en el tema Números Complejos. El eje principal en este desarrollo es contribuir a reconocer, relacionar y conceptualizar un objeto matemático desde sus representaciones. Para ello las actividades planteadas se basaron en la conversión entre los tres registros básicos: coloquial (lengua materna), gráfico y algebraico (desde la didáctica de la matemática y la Teoría de Registros Semióticos). El proceso de diseño forma parte de una Metodología de desarrollo y evaluación de OAs: el Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA). Esta modificación en el enfoque metodológico del diseño pretende enriquecer la calidad técnica del OA y contribuir, de esta manera, a generar mejores experiencias de aprendizaje para los estudiantes.

Abstract. This paper describes the design process from a pedagogical and technological point of view of a Complex Numbers learning object (LO) in an Algebra course. Contribute to recognize, relate and conceptualize a mathematical object from its representation, is the main axis in this development that will be based on the recognition of three basic register: colloquial (natural language), graphic and algebraic (from didactics of mathematics and the Semiotic Registers Theory). The design process is part of a development methodology and evaluation of LOs: Process Model for the development of Learning Objects (MPOBA). This change in methodological approach aims to enrich the technical quality of LO and contribute, in this way, to generate better learning experiences for students.

1. Introducción

Desde fines del siglo pasado se ha dedicado mucho tiempo a la investigación de cómo se enseña y cómo se aprende matemática. Existen numerosos trabajos en el campo de la didáctica de la matemática, sobre la aprehensión de los conceptos matemáticos en el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Los avances desarrollados alrededor de la teoría constructivista del conocimiento han permitido comprender la importancia de los sistemas de representación en la conceptualización de objetos matemáticos.

En Matemática las representaciones hacen referencia a expresiones, gráficos y símbolos intrínsecos de ésta, es decir representaciones externas. Si además están relacionadas bajo ciertas reglas, tienen un carácter sistémico como los sistemas de representación simbólica y gráfica.

Hitt (2001) sostiene que puesto que cada representación de un objeto matemático es parcial con respecto a lo que representa, debemos interactuar con diferentes representaciones para formar el concepto. Esta interacción se logra a partir de la conversión del objeto matemático entre los tres registros básicos: coloquial, gráfico y algebraico.

En este sentido Duval (2004), en su Teoría de Registros Semióticos, reconoce que si los sistemas semióticos permiten las tres actividades cognitivas inherentes a toda representación: la *formación* de representaciones, el *tratamiento* (transformación efectuada dentro de un mismo registro) y la *conversión* (transformación efectuada entre distintos registros), constituyen registros de representaciones semióticas. Ejemplo de ellos son el lenguaje natural, las lenguas simbólicas, los gráficos y las figuras geométricas entre otros.

En relación con la actividad de conversión el nivel de dificultad resulta mayor, ya que son transformaciones externas al registro inicial y en general no hay reglas que regulen o sistematicen su ejecución (Aznar y otros, 2010).

Por otra parte, en relación con la capacidad de visualizar un concepto matemático, Castro y Castro (1997) consideran que deben integrarse los procedimientos analíticos con la información visual para alcanzar la comprensión del concepto.

Visualizar un objeto no incluye únicamente la habilidad de *ver* el objeto, sino también la habilidad de reflexionar sobre él y sus posibles representaciones, sobre las relaciones entre sus partes, su estructura, y de examinar sus posibles transformaciones desde el punto de vista geométrico.

En este sentido, Castro y Castro (1997) dicen que la visualización no es un fin por si misma cuando se usan representaciones gráficas de conceptos matemáticos, sino que cobra mayor importancia en los procesos de razonamientos inductivo o deductivo (Ben – Chain, 1991).

En síntesis, para lograr comprender el concepto matemático es necesario visualizarlo, realizar conversiones entre diferentes registros de representación y nos preguntamos cómo docentes: ¿Qué recursos podemos utilizar para que lograr este objetivo?

Analizamos, entonces, las nuevas formas de educación en las que están implícitas las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), el paradigma educativo y la socialización, entre otros.

Se puede decir entonces que con los avances en el campo de las TICs, la educación necesita dar respuesta a estas nuevas formas de enseñanza y de aprendizaje y proporcionar los medios y los recursos pertinentes.

Se requiere de materiales educativos que lo propicien y dónde el concepto de Objeto de Aprendizaje (OA) cobra gran importancia.

Para este trabajo se asume y extiende la definición de OA dada en el portal de la comunidad Aprendiendo con Objetos de Aprendizaje (APROA) de la siguiente manera:

La mínima estructura independiente que contiene un objetivo, *un contenido*, una actividad de aprendizaje, un metadato y un mecanismo de evaluación, el cual puede ser desarrollado con tecnologías de infocomunicación de manera de posibilitar su reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo.

Esta definición más extensa es entendida desde la concepción del OA como unidad independiente que engloba el objetivo de aprendizaje con los contenidos involucrados en él, las actividades diseñadas para alcanzar dicho objetivo y una evaluación de los saberes referidos al mismo. (Massa, 2013, p.12)

2. Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA)

El modelo MPOBA (Massa, 2013) está organizado en una serie de fases que se ejecutarán repetidamente durante el desarrollo de un OA determinado. A continuación se presentarán las actividades previas a la ejecución de las fases y conceptualmente cada una ellas:

a) Actividad previa: Planificación del OA. Se debe contar con el siguiente análisis preliminar referido a la caracterización de los usuarios finales (profesores y estudiantes), la

selección de la Plataforma educativa (EVEA) en dónde se incorporará el OA y la determinación de los perfiles de usuario y roles.

b) Fase Elicitación y Especificación de Requerimientos. Es un proceso que comprende una serie de actividades para establecer lo que requiere el cliente (profesores y estudiantes), y con esos requerimientos identificados y validados se lleva a cabo el desarrollo del sistema. Esta fase es la que se desarrolla en este trabajo.

c) Fase Diseño. Powell (2001) señala que un sitio Web se conforma, desde el ámbito del diseño, a partir del contenido, la forma, la función y la finalidad. Las mismas se establecen según los requerimientos particulares de cada proyecto.

En este caso, las actividades son: diseño del OA desde el punto de vista pedagógico y estructuración de la información mediante el Diseño de Navegación. En esta fase iterativa las actividades consisten en la construcción de distintos prototipos que se van reformulando y desarrollando luego de las actividades de evaluación.

d) Fase Puesta en funcionamiento del OA. Esta fase agrupa toda la programación del software necesario para concretar la creación del OA.

Comprende:

d.1) Construcción del prototipo de Software: etiquetado y empaquetado de acuerdo a estándares y especificaciones (IMS-CP, 2007; SCORM 2004, 2009). En esta etapa se evalúan los atributos del OA mediante la inspección de sus características.

d.2) Implementación del Prototipo de software: importación del paquete (OA etiquetado y empaquetado) a un EVEA en un curso de prueba. El prototipo de software se implementa después de varias iteraciones de Prototipado - Evaluación y su intención es empezar a ver realmente cómo responde el sistema.

d.3) Implantación del Prototipo de Software: incorporación del paquete (OA etiquetado y empaquetado) a un Curso del EVEA para que esté disponible para estudiantes y de esta manera se produzca un proceso de interacción del OA con los usuarios finales. Se pretende conocer si el OA ha sido adecuado como unidad de enseñanza, es decir, valorar su calidad desde el punto de vista de los estudiantes.

d.4) En producción: el OA sufrirá cambios a lo largo de su vida útil. Estos cambios pueden producirse por errores no detectados en las etapas anteriores, que se produzcan cambios en algunas de sus componentes o se requieran modificaciones funcionales no contempladas anteriormente.

3. Diseño del OA

En este trabajo se la Fase Diseño del modelo de proceso MPOBA (Massa, 2013) para la creación del OA de un curso de Álgebra.

La Fase *Elicitación y Especificación de Requerimientos* del modelo MPOBA, fue desarrollada en Fernández y otros (2013).

Los objetivos planteados para dicho OA y que fueron desarrollados en Fernández y otros (2013) son los siguientes:

Tabla 1. Objetivos de la aplicación a desarrollar

<p><i>Objetivo General</i></p>	<p>Resolver situaciones problemáticas en la representación de conjuntos de números complejos, a través de la conversión entre los tres registros básicos: lenguaje coloquial, gráfico y algebraico.</p>
<p><i>Objetivos específicos</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Representar conjuntos de números complejos. • Operar con los números complejos expresados en forma polar. • Trabajar con las representaciones en un mismo registro y en diferentes registros. • Construir una articulación interna coherente con las diversas representaciones que pueden ser elegidas y usadas. • Comprender las ventajas de la representación de los números complejos en distintos registros.

La Fase Diseño se describe e ilustra en las sub-secciones siguientes.

3. 1 Diseño del OA, desde el punto de vista pedagógico

En este trabajo puntualmente se presenta el diseño de un Video que forma parte del OA. En dicho Video se recrea la resolución de un ejercicio sobre la conversión desde el registro gráfico al registro algebraico. Para ello se seleccionó un subconjunto de números complejos. Una explicación más extensa del mismo puede verse en el Anexo.

La tabla presentada en el Anexo se denomina “Escenario de Aprendizaje”. Es una secuencia de pasos en una actividad de aprendizaje con un fin pedagógico específico, el

cual comprende un conjunto de reglas a seguir para que los estudiantes puedan adquirir, reforzar o asimilar conocimientos dentro de un marco de estudio.

En un principio, se trabajó con integrantes de la cátedra de Álgebra para la selección de los recursos didácticos y las estrategias de enseñanza que promuevan un aprendizaje significativo (Díaz Barriga y Hernández Rojas, 2002). Los resultados se muestran a continuación:

- a) Definición del enunciado del ejercicio: se tuvo en cuenta la necesidad de reforzar la conversión desde la representación gráfica a la representación algebraica de un subconjunto de números complejos que cumplen con determinadas características sobre módulos y argumentos principales. Por lo tanto se puntualizó como anclajes los conocimientos previos y situaciones problemáticas planteadas en las clases prácticas tradicionales. Este ejercicio tiene por objetivo determinar condiciones sobre módulo y argumento de los números complejos representados gráficamente, y escribir por comprensión dicho subconjunto del plano complejo.
- b) Textos que refuerzan los gráficos: a partir del análisis de cada uno de los gráficos asociados a las distintas características, se reforzaron con una representación algebraica haciendo hincapié en los conceptos relacionados de distancia entre números complejos y argumentos de números complejos.
- c) Secuencia de gráficos: se tuvo en cuenta el análisis del punto b). En cada una de ellos se puntualiza la región del plano complejo a tener en cuenta para conjeturar el subconjunto de números complejos que se ha graficado.

3. 2 Desarrollo de prototipos

El uso de prototipos se centra en la idea de ayudar a comprender los requisitos que plantea el usuario, sobre todo si éste no tiene una idea muy acabada de lo que desea.

A continuación se detallan algunas de las técnicas para la construcción de prototipos.

a) Prototipos de papel

Es una técnica de baja fidelidad que se basa en la utilización de materiales sencillos como lápiz, el papel y tijeras para la creación de prototipos simples (Sommerville, 2011). Su utilización no precisa incorporar software; sólo es necesario que capture la funcionalidad del sistema y que comunique la información y sus interacciones adecuadamente (Granollers, 2004).

b) Maquetas digitales (wireframes)

Son representaciones de calidad en formato digital que por su mayor nivel de detalle permite visualizar de una manera muy aproximada a la versión final el diseño de la interfaz (colores, estructura de navegación, botones, etc.).

c) Storyboards

Tienen su origen en la industria cinematográfica. Consisten en una serie de dibujos o imágenes dispuestos en formato secuencial de viñetas que ilustran los distintos pasos de un sistema durante consecución de una determinada tarea.

Permiten crear diferentes vistas del sistema en las primeras etapas de su implementación de la manera más rápida y barata posible. Es un material de soporte para evaluar si el diseñador ha comprendido el sistema durante las reuniones con usuarios, implicados y responsables del proyecto. No es adecuado para comprobar aspectos referentes a la interactividad del sistema.

En este caso, se construyeron prototipos de baja fidelidad en papel y maquetas digitales que fueron evaluadas por integrantes de la cátedra. Para ilustrar esta etapa, se presenta en la Figura 1 uno de los prototipos en papel.

Se puede observar en la Figura 1 el lugar en que se ubicarán cada uno de los elementos multimediales en el Video. Este diseño proporciona información a través de imagen, sonido y texto sobre los pasos para escribir algebraicamente un subconjunto de números complejos, representados gráficamente.

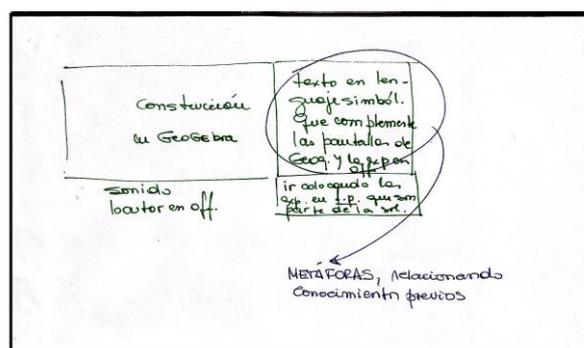


Figura 1. Prototipo en papel versión 1

En una nueva reunión con integrantes de la Cátedra de Álgebra, se analizó la necesidad de reforzar los procesos cognitivos que debe realizar el estudiante desde la visualización y la explicación en off, con el registro algebraico, destacando los conocimientos previos

trabajados en las clases prácticas. Además, se aconsejó resaltar las ecuaciones e inequaciones que serán necesarias para definir el subconjunto de números complejos, que se muestra en la Figura 2.

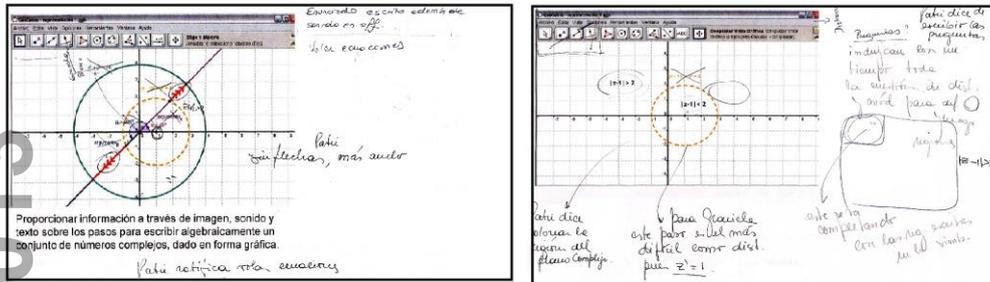


Figura 2. Prototipo en papel versión 2

Maqueta digital

A continuación se ilustra la evolución de la maqueta digital para el Video. En la misma se muestra como fueron plasmados los pasos 5, 6 y 7 descriptos en el escenario correspondiente al Video del Anexo 1.

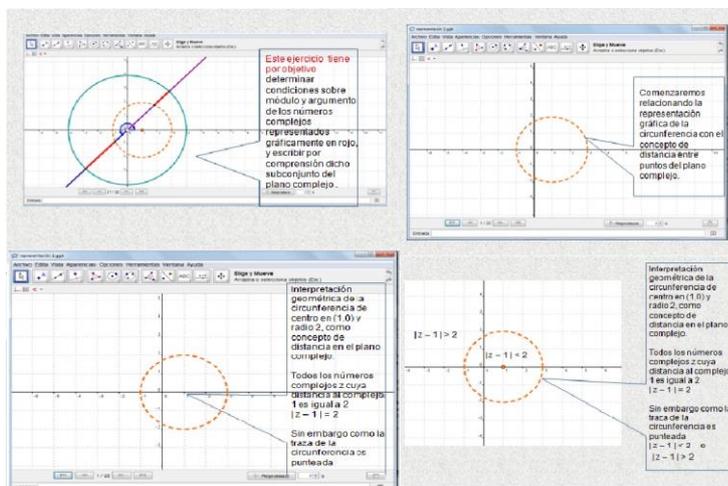


Figura 3. Maqueta digital

Storyboard

En la Figura 4 se visualiza una secuencia de imágenes que formarán parte del Video. La primera imagen muestra la representación gráfica de un subconjunto de números complejos. Tiene por objetivo determinar condiciones sobre módulo y argumento de los números complejos representados gráficamente en los segmentos en rojo, y escribir por comprensión dicho subconjunto del plano complejo. En las siguientes imágenes se presentan gráficas de

RUEDA - 6° Seminario Internacional Mendoza - Octubre 2013

circunferencias y semirrectas que serán abordadas desde los conocimientos previos de los estudiantes (trabajo con las guías tradicionales), buscando las características relacionadas con el objetivo del ejemplo, es decir la identificación del rango de valores del módulo y de los argumentos. En cada instancia de identificación se realiza la conversión a su representación algebraica (registro algebraico) y se descartan aquellas que no correspondan.

Por último, se concluye que el subconjunto de números complejos a representar algebraicamente es el sistema integrado por las dos inecuaciones y la ecuación en función de los módulos y argumentos.

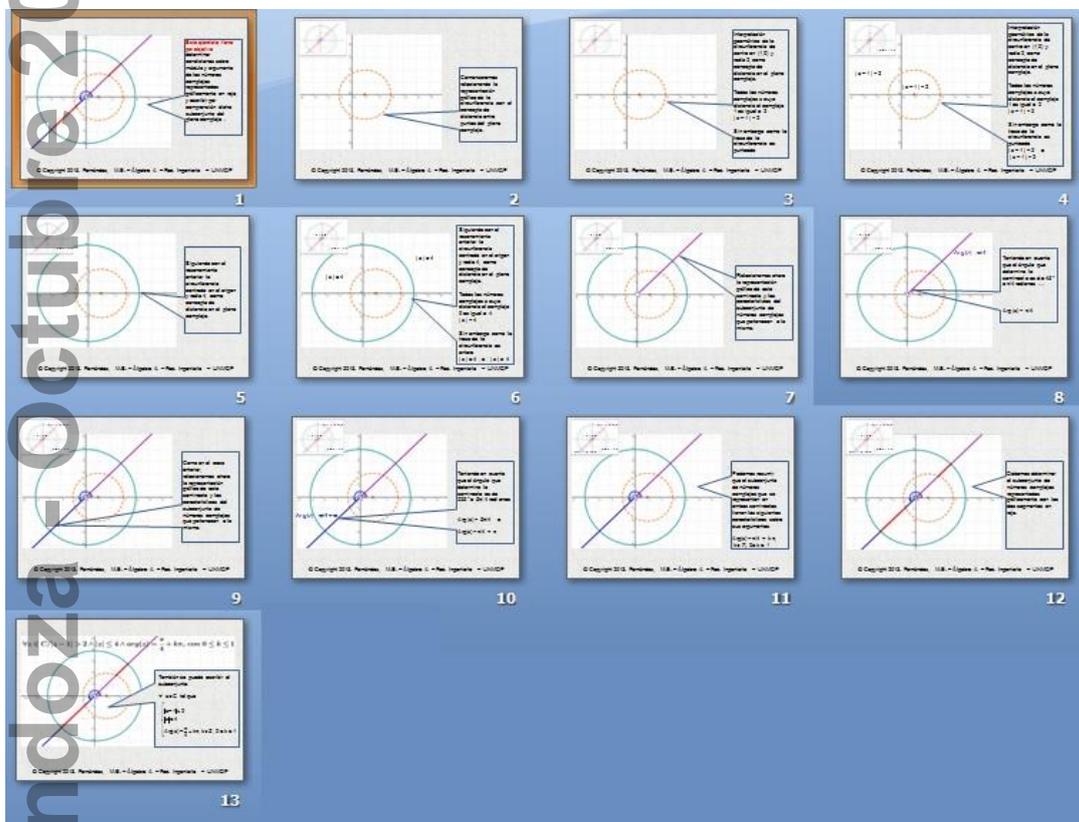


Figura 4. Storyboard correspondiente al Video

4. Conclusiones

En este trabajo hemos aplicado la metodología MPOBA para el Diseño del OA desde el punto de vista pedagógico y tecnológico que posibilitará la construcción del OA.

RUEDA - 6° Seminario Internacional Mendoza - Octubre 2013

Como valor agregado, estas actividades permitieron reflexionar sobre las problemáticas presentes tanto en la enseñanza como en el aprendizaje del Álgebra, en particular de los Números Complejos, y además definir nuevas estrategias que contribuyen a superarlas.

Las fases que se realizarán posteriormente corresponden al Diseño de Navegación, la Puesta en Funcionamiento en cursos de prueba de la Plataforma Educativa Moodle y finalmente la Implantación en el Curso de Álgebra a disponibilidad de los estudiantes.

Durante todo el proceso se emplearán métodos de evaluación con la participación tanto de expertos como de todos los actores involucrados en el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Con la aplicación de esta metodología para el desarrollo de un OA se pretende mejorar la calidad y sistematizar cada una de las actividades implicadas en su creación.

Bibliografía

Aznar, M. A., Distéfano, M. L., Prieto, G., y Moler, E. (2010). Análisis de errores en la conversión de representaciones de números complejos del registro gráfico al algebraico. *Revista Premisa* 12(47), 13-22. Recuperado de <http://www.soarem.org.ar/revistapremisa.htm>

Castro, E. y Castro, E. (1997). Representaciones y Modelización. En *La educación matemática en la secundaria*. Coord: Luis Rico. Editorial Horsori: Universitat de Barcelona, Instituto de Ciencias de la Educación (cap.4, pp. 95-124). Recuperado de <http://cumbia.ath.cx:591/pna/Archivos/CastroE97-2531.PDF>

Díaz Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias de enseñanza para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (2^a ed.) México: McGraw-Hill.

Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano* (2^a ed. en castellano). Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía, Grupo de Educación Matemática. Cali: Merlín I.D.

Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el



registro de representación. *La Gaceta de la RSME*, 9(1) pp. 143–168. Recuperado de <http://www.rsme.es/gacetadigital/english/vernumero.php?id=61>

Fernández, M.E.; Daher, N.R.; Pirro, A. y Massa, S.M. (2013). Análisis y Diseño de Escenarios de un Objeto de Aprendizaje para un Curso de Álgebra. En *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica*. Universidad Tecnológica de Cancún. Méjico.

Granollers, T. (2004). *MPlu+a. Una metodología que integra la Ingeniería del Software, la Interacción Persona-Ordenador y la Accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares*. Tesis Doctoral. Universitat de Lleida.

Hitt, F. (2001). El Papel de los Esquemas, las Conexiones y las Representaciones Internas y Externas dentro de un Proyecto de Investigación en Educación Matemática. En *Iniciación a la Investigación en Didáctica de la Matemática. Homenaje al Profesor Mauricio Castro*. (cap. 11, pp. 165-178). Recuperado de <http://www.uv.es/apregeom/archivos2/homenaje/00Indice.PDF>

IMS-CP (2007). Standard IMS content packaging. Recuperado de <http://www.imsglobal.org/content/packaging/>

Massa, S. M. (2013). *Objetos de aprendizaje: Metodología de desarrollo y Evaluación de la calidad*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

SCORM 2004 4th Edition Specification (2009). Recuperado de http://www.adlnet.gov/capabilities/scorm/scorm-2004-4th

Sommerville I. (2011). *Ingeniería de software*. (7^a ed.). México: Prentice Hall – Pearson Educación.

ANEXO I

Tabla 1. Escenario 1: Representación gráfica de un subconjunto de números complejos

Componente	Descripción
Nombre	Video: ejemplo de conversión del registro gráfico al algebraico de un subconjunto de números complejos.
Objetivo	Proporcionar información a través de imagen, sonido y texto sobre los pasos para escribir algebraicamente un subconjunto de números complejos, dado en forma gráfica.
Contexto	El usuario debe tener una cuenta Moodle del curso y una computadora con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • complemento de Adobe Flash Player 10.0.22 o posterior; • Firefox 1.1 o posterior (recomendable); • conexión de banda ancha de un mínimo de 500 Kbps.
Recursos	Video
Actores	Estudiante
Set de episodios	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario hace clic en el link: "Representación gráfica de los números complejos", que hace referencia al video ejemplo de conversión del registro gráfico al algebraico de un subconjunto de números complejos. 2. Se despliega una ventana pop-up que presenta el objetivo del video, una aclaración y el video embebido. 3. El usuario clikea en el video y comienza la reproducción. El video tiene controles para avanzar, retroceder, parar y pasar a pantalla completa. 4. El video presenta un ejemplo de cómo realizar la conversión del registro gráfico al registro algebraico de un subconjunto de números complejos. 5. El video tiene la pantalla recreada con el graficador Geogebra. 6. El usuario observa inicialmente la representación gráfica de un subconjunto de números complejos sobre el cual se debe hacer la conversión al registro algebraico. 7. El usuario observa la secuencia de gráficos que se deben tener en cuenta, para la conversión del registro gráfico al registro algebraico. 8. El usuario escucha a un locutor que explica la secuencia descrita en el punto 7. 9. Se repiten los pasos 7 y 8 en donde el usuario tiene la libertad de "avanzar", "retroceder" o "parar" el video. 10. El usuario presiona el botón "parar" para finalizar la reproducción del video.
Casos alternativos	Si el usuario no tiene los complementos necesarios, el sistema se lo indicará, podrá descargarlos y luego ver el video.
Dudas	<ul style="list-style-type: none"> • Ejemplo o ejercicio a seleccionar para la representación gráfica del subconjunto de números complejos para realizar la conversión. • Aspectos claves a destacar visual y auditivamente. • Selección de las representaciones gráficas de los subconjuntos de números complejos que orienten al estudiante en el proceso de conversión del registro



	gráfico al registro algebraico.
--	---------------------------------

RUEDA - 6° Seminario Internacional Mendoza - Octubre 2013