

## Criterios de análisis de materiales tecnológicos para la educación matemática de jóvenes y adultos. Análisis del software de geometría

En este artículo se analizan dos materiales tecnológicos para la educación matemática de jóvenes y adultos (EMDJA) disponibles en línea, específicamente sobre geometría. Se proponen criterios de análisis y evaluación de contenidos e interacción que establezcan elementos cualitativos de uso de materiales para la EMDJA. Los materiales analizados son: el curso de Figuras y Medidas del Instituto Nacional para la Educación de Adultos (INEA) y un material de apoyo para los cursos del INEA elaborado por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Con base en lo analizado, se registra que: 1) los materiales no usan el potencial didáctico-tecnológico manipulando objetos matemáticos, 2) tienden a infantilizar los retos cognitivos y 3) las interacciones propuestas en los materiales modifican los retos, alejándolos de lo matemático.

**PALABRAS CLAVE:** aprendizaje de adultos; tecnología educativa; recursos educativos abiertos; educación matemática; geometría.

## *Analysis Criteria of educational software applications for the mathematical education for young adults and adults. Analysis of two geometry software*

This article analyses two educational apps available online for the mathematics education of youth and adults (MEYA), specifically those related to the learning of geometry. It proposes the content analysis and evaluation criteria and the interaction that establish the material use requirements for the MEYA. The materials analysed were: The *Figures and Measures* course of the National Institute for Adult Education's app (INEA-Mexico) and Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) for MEYA app. Based on the analysed, it is recorded that: 1) the materials do not use the didactic-technological potential that can be promoted by manipulating mathematical objects, 2) they tend to infantilize the cognitive challenges and 3) the interactions proposed in modified materials or challenges draw away from the mathematical.

**KEYWORDS:** adults learning; educational technology; open resources educatives; mathematic education; geometry.

\* Investigador del Departamento de Estudios Culturales de la Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma. México.  
CE: s.palmas@correo.ler.uam.mx

# Criterios de análisis de materiales tecnológicos para la educación matemática de jóvenes y adultos. Análisis del software de geometría<sup>1</sup>

■ SANTIAGO ALONSO PALMAS PÉREZ

## 1. Pertinencia del análisis de las tecnologías digitales en la educación matemática de jóvenes y adultos

Dentro del marco de la educación de jóvenes y adultos, la educación matemática ha quedado relegada a un segundo plano. La educación con adultos de baja escolaridad es una veta de la investigación educativa poco estudiada. Como lo plantean Schmelkes y Kalman (1996) desde hace casi dos décadas en un estado del arte de la educación de adultos:

Aunque siempre se dice que la alfabetización atiende la lectoescritura y el cálculo básico, a éste se le da mucha menor importancia, a pesar de que entre los adultos es sentido quizá como una mayor necesidad que la de aprender a leer y a escribir. La impotencia ante el engaño en las transacciones comerciales o en los acuerdos laborales es una razón frecuentemente planteada por los adultos analfabetas al referirse a su necesidad de aprender cálculo básico (Schmelkes y Kalman, 1996: 22).<sup>2</sup>

Actualmente, en el campo de la Educación Matemática de Jóvenes y Adultos (EMDJA), se han estudiado principalmente saberes constituidos en la experiencia de vida y sus repercusiones didácticas, y llegan a la conclusión de que “Se amerita entonces la realización de nuevos estudios que diluciden, entre otras cuestiones, los alcances de los saberes construidos en la vida y las vinculaciones posibles y deseables entre dichos saberes y los

1 El presente trabajo deriva de mi investigación doctoral. Agradezco a la Dra. Teresa Rojano Ceballos la dirección y apoyo.

2 En esta cita las autoras se refieren al “cálculo básico”. A lo largo del texto referido usan indistintamente “matemáticas” y “cálculo”. Se aclara que el autor de este texto no los considera sinónimos.

que se comunican en la educación de jóvenes y adultos” (COMIE, 2013: 119). Hoy en día, un reto que le incumbe a la EMDJA es la redefinición de las prácticas educativas de adultos en relación con la disponibilidad de las tecnologías digitales. Esto abre la posibilidad de construir nuevas formas de entender los procesos educativos de esta población y los complejos asuntos sociales, económicos y culturales asociados. Para docentes e investigadores dedicados a las matemáticas para esta población, el reto de la investigación sobre la relación entre EMDJA y la tecnología es concebir a esta última como una herramienta que consolide las relaciones educativas.

La disponibilidad cada vez mayor de las Tecnologías Digitales (TD) deja un campo abierto para plantear nuevas reflexiones y perspectivas en torno a la Educación Matemática de Jóvenes y Adultos (EMDJA). En particular, desarrollar materiales adecuados para esta población es cada vez más necesario.

Sin embargo, como lo señalan Kalman y Hernández: “La disponibilidad de los equipos, programas y materiales no es suficiente para garantizar el acceso a la cultura digital” (2013: 9). Como señala Kalman: “[...] *disponibilidad* denota la presencia física de infraestructura (libros, computadoras, diarios, etcétera) y *acceso* refiere a las oportunidades de participar en eventos de lengua escrita —y tecnológicos— teniendo situaciones en las que el sujeto se posiciona frente a otros lectores y escritores” (Kalman, 2004: 26). Extender esta noción hacia el acceso tecnológico implicaría que el uso de la tecnología abriera oportunidades de participación en prácticas sociales (Kalman y Street, 2009) relevantes para quien las usa.

Por otra parte, Warschauer (2003) recalca el hecho de que muchas de las personas que quedan aisladas del uso de las TD han sido previamente marginalizadas por la sociedad:

[...] la falta de acceso (como sea que se defina) a las computadoras y al Internet afecta las opciones de vida. Mientras este punto es indudablemente cierto, lo contrario es igualmente verdadero: aquéllos que son marginados tendrán menos oportunidades de acceso y uso de computadoras e Internet<sup>3</sup> (Warschauer, 2003: 7).

En este panorama se gesta una desigualdad de acceso al conocimiento al sólo ofrecer materiales tecnológicos sin preocuparse por cómo se incluye la tecnología y sobre todo el contenido. Por el contrario, materiales adecuados y pertinentes se pueden lograr cuando la tecnología se usa para hacer frente a las necesidades e intereses de las personas, que partan de lo que los adultos quieren saber y no de lo que suponemos que ignoran.

<sup>3</sup> [...] that lack of access (however defined) to computers and the Internet harms life chances. While this point is undoubtedly true, the reverse is equally true; those who are already marginalized will have fewer opportunities to access and use computers and the Internet (Warschauer, 2003: 7)

Por lo anterior, es necesario pensar en la forma en la que nos relacionamos con la tecnología, en la forma en la que la usamos, en los contenidos y en los modelos de comunicación que tomen en cuenta un acceso democrático al conocimiento. El papel que pueden tener las TD en la EMDJA es susceptible de mejora a través de un análisis de los diseños didácticos, cada vez más consistente.

En este artículo se analiza la accesibilidad de los materiales tecnológicos disponibles para la EMDJA, en términos del diseño didáctico, por medio de la creación de criterios de análisis de dichos materiales. Los criterios que se presentan más adelante constituyen una propuesta que combina una concepción didáctica de la tecnología, en particular bajo la mirada de las “ventanas a significados matemáticos” (Noss y Hoyles, 1996), y resultados de la investigación educativa sobre la EMDJA.

## 2. Pertinencia y características del análisis de las TD en la EMDJA

En primer lugar, se propone considerar el fenómeno educativo de la EMDJA bajo la mirada del “numeralismo”, definido como “un proceso mediado por la sociedad en donde se construye una cultura matemática con base en la articulación entre acciones culturales y las matemáticas” (Palmas, 2016). Dicha posición remite a la sensibilidad de observar las matemáticas como prácticas sociales y sobre todo como una acción cultural. Esta visión coincide con la de Hoyles y Noss (1996 y 2003) de considerarlas como actividad. Concebirlas de esta manera, encaja y dialoga con algunos elementos ontológicos de la EMDJA, en particular la concepción de las matemáticas como prácticas (o actividades) sociales, que ha sido un marco teórico actual en la educación matemática de esta población (por ejemplo, Kalman y Street, 2009). En este trabajo, el análisis de las características de las TD en la EMDJA, parte de una noción de las matemáticas como práctica, es decir, es tan importante conocer los conceptos matemáticos como conocer ¿cómo se usan?, ¿para qué?, ¿dónde? y ¿con quién? El uso de las TD tendría que promover la construcción de conceptos matemáticos a través de la práctica.

Metodológicamente, al percibir las matemáticas como actividad, se crea un campo abierto para la enseñanza de procesos, sin tener que enseñar constructos abstractos o un lenguaje formal algebraico. En vez de ello, es posible enfocar la enseñanza en la interacción entre lo concreto y abstracto (empírico y teórico dirían Camargo y Sandoval, 2017) como avance hacia la manipulación gráfica de objetos matemáticos y “tratar de entender cómo una persona conecta éste con lo que él o ella ya conocen”<sup>4</sup> (Noss y Hoyles, 1996).

4 [...] we can introduce new notions and try to understand how the thinker connects these with what he or she already knows” (Noss y Hoyles, 1996: 9).

Noss y Hoyles (1996) refieren algunas de las características necesarias para que un software matemático abra las puertas a nuevas formas de representación visual y manipulativa. Uno de estos aspectos es que el software se convierta en una “ventana de representaciones y procesos matemáticos”. En teoría, el software tiene que poner una “arena” en donde las representaciones de las concepciones matemáticas del adulto se pongan en juego, se creen conflictos, se retroalimente adecuadamente y se aprenda, sin excluir al educador:

Software que no proporciona al alumno medios de expresión de ideas matemáticas no abre ninguna ventana a los procesos de aprendizaje de las matemáticas<sup>5</sup> (Noss y Hoyles, 1996: 54).

Idealmente, el software matemático cambia las representaciones del conocimiento comunes y las presenta, manipula y desarrolla de diferente manera (diSessa, 1988). Las representaciones que se generan en el momento educativo,<sup>6</sup> usando la tecnología, forman parte importante del proceso de aprendizaje. Distintas representaciones semióticas de los conocimientos matemáticos posibilitan el trabajo con diferentes partes del concepto, “con la esperanza de detectar regularidades y descubrir propiedades matemáticas” (Leung y López-Real, 2000). Por ejemplo, en una hoja de cálculo, al notar los cambios dinámicos entre una tabla de datos y su representación gráfica podemos hacer énfasis en notar la pendiente de la gráfica y hacer hipótesis acerca de cómo cambia la inclinación de la gráfica dependiendo del valor  $m$  en  $y=mx+b$ . Otro ejemplo es la representación de la geometría derivada de los softwares de geometría dinámica, los cuales cambiaron la manera en que se interactúa con los contenidos.

Inspirado en algunas posturas de las ciencias cognitivas (Varela, Thompson y Rosch, 1991; Lozano, 2015; Reid y Mgombelo, 2015), los conceptos matemáticos se conocen a través de sus representaciones y por la forma en que interactuamos (o no) con ellos. Un concepto matemático, su representación y la manera de conocer el concepto emergen simultáneamente al interactuar con ellos. En cualquier caso, es importante reconocer la posibilidad que ofrece el software para manipular objetos matemáticos directamente, esto cambia la relación cognitiva al pasar de algo meramente teórico (por ejemplo, imaginando el cambio dinámico de una gráfica  $y=mx+b$  al variar  $m$ ) a lo experimental.

<sup>5</sup> Software which fails to provide the learner with means of expressing mathematical ideas also fails to open any Windows onto the processes of mathematical learning” (Noss y Hoyles, 1996: 54)

<sup>6</sup> Para el presente artículo, “momento educativo” refiere al espacio físico y temporal en donde se actúa dentro de un proceso consensuado de enseñanza y aprendizaje. Es el momento en donde se trabaja la secuencia didáctica junto con los educandos.

En concordancia, Camargo y Sandoval comentan:

Cuando los estudiantes exploran representaciones geométricas cuya apariencia visual se modifica, mientras que las propiedades características de los objetos representados permanecen invariantes, las representaciones adquieren una nueva dimensión, que va más allá de lo perceptual visual estático y avanza hacia una externalización gráfica de la variación de los diferentes atributos que son susceptibles de cambiar, en tanto que las propiedades determinantes permanecen invariables (2017: 183-184).

En la caracterización de los materiales es necesario tomar en cuenta dicho dinamismo y reconocer las posibilidades que el software ofrece con respecto a la manipulación de objetos matemáticos, es decir, la posibilidad de que el software permita interactuar, a través de las diferentes posibilidades que ofrece la tecnología, con alguna representación del objeto matemático; por ejemplo, mover vértices dinámicamente en un triángulo y observar cómo cambia el área. De esta manera se concibe la tecnología como una posible “ventana de representaciones” (Noss y Hoyles, 1996) en donde es posible representar conceptos matemáticos y

[...] ofrecer, a los observadores, una ventana al significado matemático en construcción; o, dicho de otra manera, mientras que los estudiantes utilizan y construyen herramientas para construir modelos para explorar y resolver problemas, sus pensamientos simultáneamente se exteriorizan y en forma progresiva son moldeados por sus interacciones con las herramientas (Hoyles y Noss, 2003: 3).

Con estos parámetros teóricos se construyen los criterios para el análisis de materiales tecnológicos que se describen en el siguiente numeral.

### **3. Criterios de análisis de software de geometría para la EMDJA**

Los siguientes criterios, constituyen una propuesta analítica de software para la enseñanza de geometría para o con adultos y jóvenes. Estos criterios, pretenden iluminar algunos aspectos sobre el uso de la tecnología que pudieran ser relevantes al momento de diseñar, evaluar o construir un diseño propio. Los criterios se dividen en tres apartados: 1) criterios de contenidos, que analizan la forma en la que se presentan los contenidos tomando en cuenta cuestiones socioculturales, de lenguaje y cognoscitivas; 2) criterios de diseño y acceso, en donde se analizan las características gráficas e interactivas que permite el software a analizar; y 3) criterios sobre la teoría educativa subyacente, en donde se investiga desde qué postura se concibe a quién aprende y al aprendizaje mismo.

### 3.1. *Criterios de contenidos*<sup>7</sup>

#### a) Criterios contextuales

- Incorpora elementos contextuales propios de la experiencia laboral, social y educativa de los adultos.
- Respeto la cultura y conocimientos del adulto. Una educación para adultos que parta desde la carencia sería desaprovechar una gran parte de lo que ya saben, así como una falta de respeto.
- Reconoce la relevancia del contexto sociocultural y heterogeneidad de la cultura nacional.
- Los contenidos matemáticos responden a necesidades e intereses del adulto. Estudios anteriores han descrito cómo en los contextos laborales surgen fenómenos matematizables adecuados para facilitar la presentación de conceptos (Agüero, 2006; Delprato y Fuenlabrada, 2012).
- Fomenta participación de diferentes actores educativos durante el uso del material.

#### b) Criterios de lenguaje

- Las instrucciones son claras y sencillas. Se emplea un léxico adecuado para la población con baja escolaridad.

#### c) Criterios cognoscitivos

- Retoma los saberes matemáticos previos a la escolarización para comenzar desde lo que las personas adultas reconocen.
- Propicia la reflexión, desarrollo y perfeccionamiento de estrategias de solución a problemas matemáticos.
- Promueve el aprendizaje por medio de problemas (Hmelo-Silver, 2004; Hmelo-Silver y Barrows, 2008).
- Reconoce la heterogeneidad de “historias matemáticas de vida” (Delprato, 2002).
- Reconoce que las personas adultas tienen diferentes niveles con respecto a los saberes matemáticos previos a la escolarización.

<sup>7</sup> Inspirados en Agüero (2000) con modificaciones propias de la EMDJA.

### 3.2. Criterios de diseño y acceso

#### a) Imagen y uso

- La apariencia y la transición es adecuada para adultos. Esto requiere analizar si el material recae en la infantilización de los diseños y textos. Consideramos que esto supondría una falta de respeto.
- Moldea los conceptos por medio de la manipulación de objetos matemáticos dentro del diseño (D'Amore, 2012). Algunas veces, el material tecnológico se usa sólo como un acervo de ejercicios (ocasionalmente bien estructurados) pero no implican un trabajo directo sobre los objetos de conocimiento.
- Por el tipo de personas que usarán el material, la comprensión del uso del material debe ser sencilla y fácilmente comprensible. Es decir, que el material fuese *easy use*, retomando el término en inglés que propone Haapasalo (2008).

#### b) Interactividad

- Posee una diversidad de formas de interacción con el material y el contenido.
- Los objetos matemáticos tienen representaciones ejecutables dentro del entorno tecnológico. Es decir, permite la manipulación directa de elementos matemáticos y, por lo tanto, funcionan como ventanas de significados matemáticos (Noss y Hoyles, 1996).

#### c) Peso, acceso y disponibilidad

- El lenguaje de programación y el peso son adecuados para que esté disponible en la mayoría de los aparatos tecnológicos.
- El acceso no requiere de un correo electrónico o cuenta de acceso.
- Reutilizable. El diseño didáctico permite entrar varias veces a trabajar con el contenido.

### 3.3. Criterios sobre la teoría educativa didáctica subyacente

- a) Definición del objetivo educativo y del estudiante.
- b) Organización de contenidos (progresivo, modular, por áreas, etcétera), respetando que el adulto construya su propio destino temático.
- c) Promueve la discusión, reflexión y análisis de los fenómenos *matematizables* de su propio contexto.
- d) Promueve diferentes formas de validación de resultados.

- e) Promueve diferentes formas de evaluación.
- f) Promueve el aprendizaje a lo largo de toda la vida.

#### 4. Análisis de materiales

A continuación, se presenta el empleo de los criterios para analizar dos materiales diseñados para la enseñanza de algunos conceptos geométricos con jóvenes y adultos.

##### 4.1. El caso del INEA en web – MEVYT: Módulo Figuras y Medidas

El módulo en línea de Figuras y Medidas (INEA, 2010) forma parte de los módulos básicos del nivel intermedio del MEVYT. Esta página web, de apoyo para el módulo físico, está dividida en tres unidades, con 41 actividades, cuatro autoevaluaciones y una autoevaluación final. En la introducción se puede leer:

Estás por iniciar el curso Figuras y Medidas. En él identificarás las unidades que utilizamos al comprar o vender algún producto. Distinguirás las diferencias y semejanzas entre diversas figuras geométricas. Calcularás medidas de perímetros y superficies. Distinguirás cilindros, pirámides y prismas por sus características geométricas (INEA, 2010).

Los propósitos del curso son los siguientes:

En este curso desarrollarás nuevos conocimientos y habilidades para:

- Utilizar unidades de medida distintas.
- Identificar alguna de las características geométricas de figuras y objetos.
- Calcular el perímetro, área y volumen de figuras geométricas.
- Utilizar el concepto de escala en la reproducción de dibujos.
- Utilizar conceptos geométricos como ángulo, paralelismo, perpendicular y simetría (INEA, 2010).

Se analizó específicamente la Unidad 3 Bloque 2 que aborda temas de áreas y volúmenes para el desarrollo analítico del presente estudio.

Esta página web tiene un diseño con dos cintillos, uno a la izquierda y otro en la parte superior de la página. En el cintillo izquierdo se presentan las unidades y las actividades de cada unidad (después de la introducción). En el cintillo superior se observa el botón de inicio y otros botones (Mi carpeta, Mi correo y Diccionario) que no tienen vínculo,

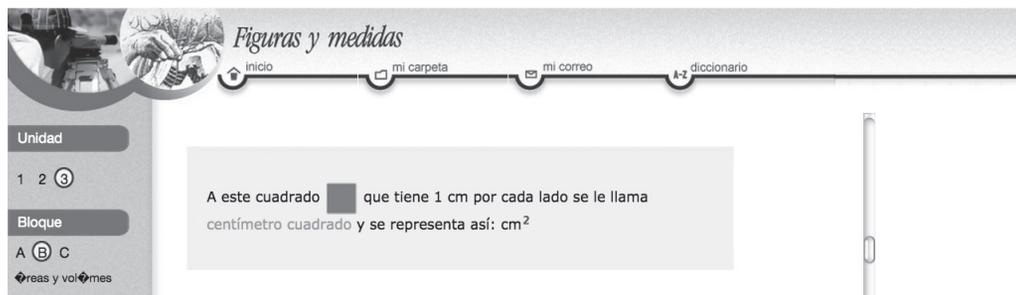
pero parecen ser cuestiones de registro para educandos. Estos cintillos se mantienen como estructura a lo largo de todas las unidades.

#### 4.1.1. Notas sobre criterios de contenidos del Módulo Figuras y Medidas

En este módulo, los contextos que se usan son adecuados para la mayoría de los adultos de baja escolaridad en México; en particular, el uso de algunas unidades de medida tradicionales como la cuarta o los pasos.

Se definen las áreas y volúmenes como la cantidad de cuadrados de centímetro por lado que quepan en cierta superficie. Así, se define  $\text{cm}^2$  como sigue:

FIGURA 1. DEFINICIÓN DE CENTÍMETRO CUADRADO



Fuente: Captura de pantalla de Página web 1 (INEA, 2010).

Esto responde a la intención didáctica de definir al área por medio de sus unidades de medida. Otra posibilidad, no abordada aquí, es presentar el área de superficies de manera generalizada y utilizar las unidades de medida para colocar una métrica y dejar para después un análisis numérico (por ejemplo, las conversiones entre unidades de medida).

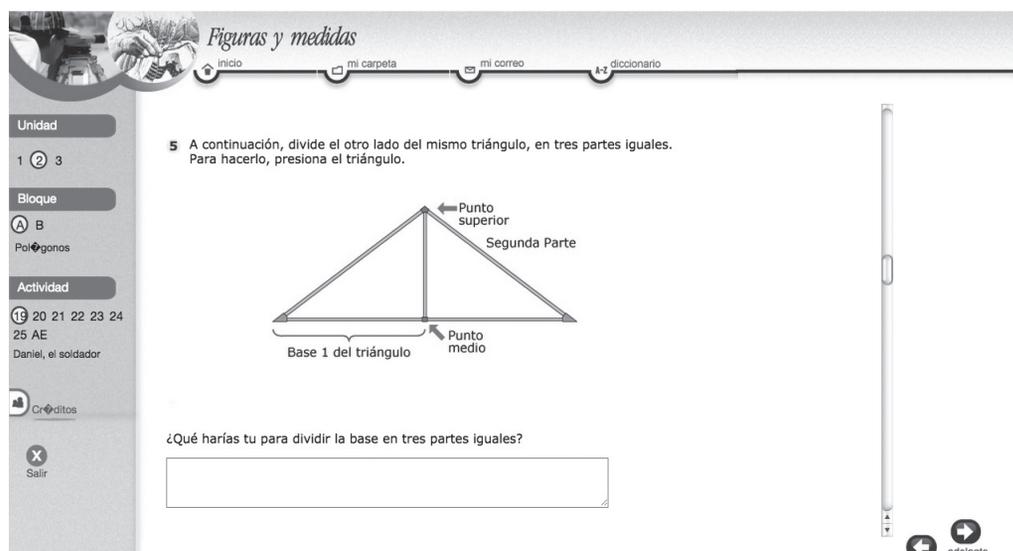
El método de cálculo de superficies que se propone en la página web para obtener el área de cualquier figura, es dividirla en cuadrados de  $\text{cm}^2$  o  $\text{m}^2$ . Hay diferentes opciones que no se retoman, por ejemplo, la triangulación del terreno o la aproximación por medio de cuadrados más pequeños. Sin embargo, en esta página web esto no es necesario puesto que únicamente se presentan áreas rectangulares. Esta decisión de sólo utilizar rectángulos deja fuera muchas de las problemáticas que tienen los adultos con baja escolaridad en el cálculo de áreas (por ejemplo, la medida de un terreno que no tenga forma rectangular). En varios estudios (Palmas, 2016; Estrada y Ávila, 2009), se registra cómo los adultos tienen errores significativos de cálculo de áreas. Lo anterior, debido a que muchas de las formas no escolares de uso del cálculo de superficie involucran figuras que

no son rectángulos y, aunque los adultos cuenten con estrategias de control, el calcular el área de la superficie con base por altura (principal herramienta encontrada en la literatura (Estrada y Ávila, 2009; Agüero, 2006; Palmas, 2016), aumenta dicho margen de error.

#### 4.1.2. Notas sobre los criterios de diseño y acceso

Diversos estudios (por ejemplo, Clements, 2000; Rojano, 2003; Camargo y Sandoval, 2017) han mostrado que la enseñanza de la geometría básica puede potenciarse por medio de la utilización de la tecnología. Específicamente, con el uso de representaciones ejecutables de objetos matemáticos dentro del entorno tecnológico, por ejemplo, en el diseño de áreas y el cálculo de sus medidas. El material web de Formas y Figuras del INEA no saca provecho de las posibles virtudes didácticas que se obtienen modificando algunas variables didáctico-tecnológicas como los vértices, las medidas de las aristas o la modificación de la escala. Por ejemplo, en el problema de la unidad 2, bloque A, actividad 19 que se presenta: “Identificarás los elementos del triángulo: vértice, lado, ángulo, base” (INEA, 2010), el tratamiento se caracteriza por una serie de instrucciones para armar una estructura metálica en donde se presentan conceptos sin la posibilidad de manipularlos. La geometría es rica en procesos matemáticos que pueden ser representados con objetos matemáticos ejecutables; en este apartado del software para adultos, sólo se tienen espacios en blanco para llenar con palabras para responder a ciertas preguntas, por ejemplo:

FIGURA 2. ACTIVIDAD DE LA UNIDAD 2, BLOQUE A, ACTIVIDAD 19 DEL CURSO EN LÍNEA DE FIGURAS Y MEDIDAS DEL INEA



Fuente: Captura de pantalla de Página web 1 (INEA, 2010).

En el espacio en blanco es posible introducir texto, sin ninguna retroalimentación. La riqueza de actividades que se pueden promover con la geometría no es aprovechada en estos materiales. Una alternativa de diseño sería que el software le permitiera al estudiante dividir la base en tres partes iguales manipulando la base del triángulo y cortándola, es decir, manipulando representaciones gráficas de objetos matemáticos.

Sobre el diseño, la presentación del material sigue una cierta estructura: planteamiento del problema contextual, planteamiento del problema matemático y la invitación a que el educando interactúe con la web (en la mayoría de los casos escribiendo texto en espacios en blanco). En algunas partes se intercalan momentos de institucionalización<sup>8</sup> donde se presenta el concepto tratado. Esta estructura se mantiene a lo largo de todos los materiales interactivos hechos por el INEA. En algunas ocasiones se presenta un texto que dice: “Comenta tus respuestas con alguna persona de la Plaza comunitaria o con tu asesor.” (INEA, 2010), suponiendo que las personas que lo usan asisten a alguna plaza.

#### 4.1.3. Notas sobre la teoría educativa subyacente

En el análisis de este software se registra una variedad de tipos de contextos de los problemas, adecuados para México. En dicho módulo se plantean cuestiones como la medición del área de una casa y la envoltura de regalos. Sin embargo, la contextualización no es suficiente para una buena discusión si no confronta a la persona en términos de conceptos matemáticos y de una problematización tanto de la situación como de conceptos matemáticos, ya que el aprendizaje se puede promover reflexionando en torno a procesos previos de conceptualización y generando nuevas estrategias que confronten dichos procesos previos. Sin duda, elegir problemas que puedan ser significativos a nivel nacional requeriría que el mismo educando planteara sus propios problemas para originar algunas posibles ventajas didácticas como el compromiso con la actividad, la apropiación del método de resolución y la posterior resolución de problemas que a él mismo le interesen.

En términos didácticos teóricos, la web Figuras y Medidas enfatiza la institucionalización y aborda poco la discusión, validación, retroalimentación (tanto didáctica como tecnológica —*feedback*—), la acción y la experimentación. El problema que plantea Brousseau (1994) acerca de la sobre-institucionalización es:

Por supuesto, todo puede reducirse a la institucionalización. Las situaciones de enseñanza tradicionales son situaciones de institucionalización, pero sin que el maestro se ocupe de la creación del sentido: se dice lo que se desea que el niño sepa, se le explica y se verifica que lo haya aprendido (Brousseau, 1994: 236).

<sup>8</sup> De acuerdo con Brousseau, la institucionalización “[...] define las relaciones que pueden tener los pensamientos “libres” del alumno con el saber cultural o científico y con el proyecto didáctico: da una lectura de esas actividades y les da un *status*” (Brousseau, 1997: 56).

Es necesario comprender que la institucionalización establece las relaciones entre tres elementos: los saberes del educando, lo aprendido en la secuencia didáctica y el saber institucionalizado como producto cultural. De sólo quedarse en la institucionalización las relaciones entre estos tres periodos quedarían insuficientemente discutidas.

#### 4.1.4. Conclusiones sobre el material tecnológico del módulo Figuras y Medidas

El material hecho por el INEA es único en su tipo y muestra un punto intermedio entre la contextualización y los contenidos curriculares escolares. Sin embargo, la acreditación se tiene que dar por medio de los módulos físicos que otorga el INEA y los sitios web fungen como versiones en línea de materiales similares a los impresos, pidiendo resolver problemas sin aprovechar las ventajas que pueden tener los desarrollos de software *ad hoc*. Por medio del análisis de este material es justificable que, al pretender elaborar una herramienta educativa sobre geometría para la EMDJA, ésta tiene que promover la manipulación dinámica de objetos matemáticos. El análisis didáctico de la página web Figuras y Medidas resalta la importancia de que el adulto pueda trazar, modificar y generalizar algunos cálculos de áreas y superficies que le sean significativos. Esto podría llevarse a cabo reconociendo en la manipulación directa de objetos matemáticos una ventana hacia procesos, ideas y resolución de problemas matemáticos que derivan en la democratización de ideas matemáticas poderosas (Skovsmose y Valero, 2009). Por ejemplo, dejando que los educandos manipulen el software, explorando su uso por medio de la resolución de problemas que provienen de sus propios contextos y necesidades educativas.

El análisis de este material refleja la importancia de programar un software que abra la posibilidad de manipular objetos matemáticos directamente.

TABLA 1. CRITERIOS CONTEXTUALES PARA EL MATERIAL: FIGURAS Y MEDIDAS DEL INEA

a) Criterios contextuales	
Incorpora elementos contextuales adecuados.	Sí. La elección de temas es adecuada.
Respeto a la cultura y conocimientos del adulto.	Falta actualización. Por ejemplo, la noción del cálculo de áreas cuadradas.
Reconoce la relevancia del contexto sociocultural y heterogeneidad de la cultura nacional.	Sí. Contiene una variedad de contextos útiles y unidades de medidas tradicionales (pasos y cuartas).
Los contenidos responden a necesidades e intereses del adulto.	No necesariamente. Falta, por ejemplo, el cálculo de áreas no poligonales.

Fomenta participación de diferentes actores educativos durante el uso del material.	No. Se enfoca en el educando solamente.
<b>b) Criterios de lenguaje</b>	
Instrucciones sencillas y claras.	Son claras y sencillas.
<b>c) Criterios cognoscitivos</b>	
Retoma las concepciones previas al momento educativo.	Retoma: las unidades de medidas tradicionales y los usos tradicionales.
Propicia el perfeccionamiento de estrategias.	No necesariamente. No sistematiza estrategias previas.
Promueve el aprendizaje por medio de problemas.	Sí. En este material el software proporciona problemas, aunque hay poca reflexión en torno a ellos.
Reconoce la heterogeneidad de saberes matemáticos.	Contextualmente sí.

Fuente: MEVYT, Módulo Figuras y Medidas en línea (INEA, 2015).

TABLA 2. CRITERIOS DE DISEÑO Y ACCESO PARA EL MATERIAL FIGURAS Y MEDIDAS DEL INEA

<b>a) Imagen y uso</b>	
Apariencia y transición adecuada para adultos.	Sí.
Moldea conceptos por medio de la manipulación de objetos matemáticos.	No. Sólo da problemas y pide solucionarlos.
<i>Easy use.</i>	No. Hay un ritmo de tutoría y la retroalimentación es binaria; bien/mal.
<b>b) Interactividad</b>	
Diversidad de formas de interacción con el contenido.	Sólo existen tres tipos de interacción: completar espacios en blanco con números a modo de respuesta, la elección de opción múltiple y arrastrar números a espacios en blanco. Similares a las interacciones con un libro de texto.
Objetos matemáticos ejecutables dentro del entorno tecnológico.	No. En ningún momento se manipulan objetos matemáticos. No funge como entorno tecnológico de aprendizaje.

c) Peso, acceso y disponibilidad	
Lenguaje de programación, peso y sistemas operativos funcionales.	547 kB. (más rápido que el 76% de todas las páginas). Escrita en html y funciona en ios, Windows y Linux.
Acceso sin necesidad de cuenta o correo electrónico.	Sí
Reutilizable.	Sí

Fuente: MEVYT, Módulo Figuras y Medidas en línea (INEA, 2015).

TABLA 3. CRITERIOS SOBRE TEORÍA EDUCATIVA SUBYACENTE DEL MATERIAL FIGURAS Y MEDIDAS DEL INEA

a) Definición del objetivo educativo.	b) Promoción de diferentes formas validación de resultados.
<p>Estos objetivos se definen por medio de las competencias y se definen en (INEA, 2008):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conoce y utiliza términos y símbolos propios y convencionales, en la solución de problemas sencillos de cálculo.</li> <li>2. Analiza y resuelve problemas de suma y resta vinculados con situaciones de compraventa, actividades laborales y familiares.</li> <li>3. Identifica algunas figuras geométricas como triángulos, rectángulos, cuadrados y círculos.</li> <li>4. Identifica lugares representados en un croquis</li> <li>5. Identifica unidades para medir: líquidos en litro y tiempo en horas.</li> <li>6. Resuelve problemas sencillos de proporcionalidad.</li> </ol>	<p>En lo registrado en los materiales tecnológicos, se mantiene una sola forma de validación de resultados por medio del enunciado “correcto” o “incorrecto”. En esta web en particular hay momentos que deja al “asesor” la validación y discusión de resultados.</p> <p>Asimismo, en algunas ocasiones hay un botón de “Revisar” y al presionarlo aparece la respuesta correcta. Esto puede derivar en repetición monótona de la retroalimentación.</p>
c) Organización de contenidos. Respeto a la construcción del destino académico por parte del educando adulto.	d) Promoción de diferentes formas de Evaluación.
<p>El educando tiene la posibilidad de elegir su propio destino en un currículum abierto. Sin embargo, dentro de cada tema se sigue una línea temática derivada de lo que se trabaja en los módulos físicos.</p>	<p>Sólo existe la evaluación por medio de la retroalimentación del software. Se promueve que sea junto con el asesor en los Centros INEA.</p>

e) Promueve la discusin, reflexin y anlisis de los fenmenos <i>matematizables</i> de su propio contexto.	f) Promocin del aprendizaje a lo largo de la vida.
<p>Esto se pretende hacer por medio de la contextualizacin de los problemas y en algunas ocasiones se deja al asesor INEA. No se encontraron registros de los momentos didcticos de reflexin, discusin y anlisis.</p>	<p>No necesariamente. Son conocimientos donde la contextualizacin es tan especfica que no se generalizan los resultados, poniendo en riesgo la continuidad del aprendizaje.</p>

Fuente: MEVYT: M3dulo Figuras y Medidas en lnea (INEA, 2010).

#### 4.2. El caso de los recursos interactivos del ITESM

Como apoyo para los cursos del INEA, el Instituto Tecnolgico de Monterrey elabor3 materiales en web disponibles en la p3gina del INEA. En 3sta se lee:

El prop3sito del curso es que, al t3rmino de su estudio, usted desarrolle habilidades y formalice el conocimiento que tiene sobre algunos aspectos b3sicos de geometra, medici3n, n3meros y resoluci3n de problemas utilizando tablas (ITESM-INEA, 2004, s.p).<sup>9</sup>

Estos temas est3n divididos en Actividades, las cuales, a su vez, contienen Situaciones. En este espacio se analiza la secci3n que trata el valor posicional de las cifras y medici3n de longitudes.

Este material incluye las siguientes actividades:

- Representar figuras y objetos en el plano. Identificar3 figuras y completar3 y elaborar3 diseos.
- Estimaciones y mediciones de longitud y tiempo. Aprender3 a usar la regla graduada y el reloj.
- Usar3 los n3meros para medir, contar, comparar, ordenar y efectuar3 cuentas. Tambi3n usar3 las fracciones en situaciones de la vida cotidiana.
- Usar3 tablas de precios y de otro tipo para facilitar sus comprar y efectuar registros (ITESM-INEA, 2004).

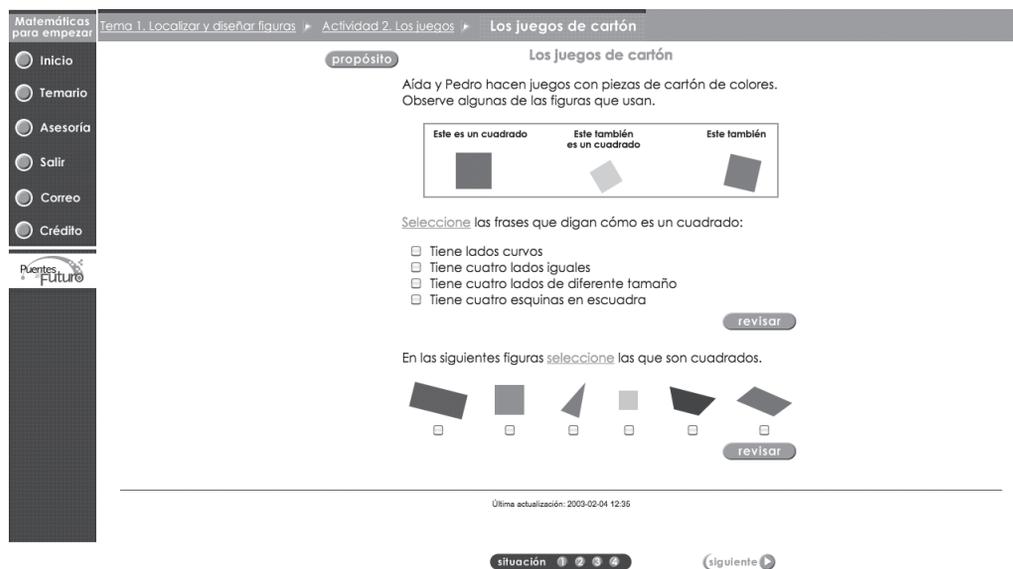
<sup>9</sup> El material se considera como software de geometra ya que se presenta con el prop3sito de trabajar "algunos aspectos b3sicos de geometra, medici3n [...]" (ITESM-INEA, 2004, s/p) y sus interactivos tratan este tema. El nombre de "Matem3ticas para empezar" pudiera confundir el tema a tratar ya que as3 se llama el m3dulo que el INEA usa para introducir la notaci3n num3rica.

A continuación, se describe el análisis de este material a partir de cada una de las secciones de criterios de evaluación para materiales tecnológicos.

#### 4.2.1. Notas sobre criterios de contenidos

Cada una de las secciones de este material interactivo comienza con una puesta en común acerca de la problemática, por ejemplo: la venta de artesanía o el croquis de una ciudad. En las primeras secciones, antes de presentar cualquier contenido matemático, se presenta una primera forma de interacción, que, en el caso de la siguiente figura, se observa que es de opción múltiple:

FIGURA 3. INTERACCIONES POSIBLES. OPCIÓN MÚLTIPLE



Fuente: Captura de pantalla de Página web ITESM-INEA (2004).

Este material no parte de conocimientos contextuales que podrían considerarse como “comunes” en la EMDJA como el dinero, el intercambio monetario, la localización de lugares en un mapa y la medición de terrenos. Es dudoso el hecho de que los intereses de los adultos se vean reflejados en las representaciones usadas para la *matematización* (Ojeda, 2007), ya que el contexto de “piezas de cartón” para introducir figuras geométricas no es un contexto común entre jóvenes y adultos.

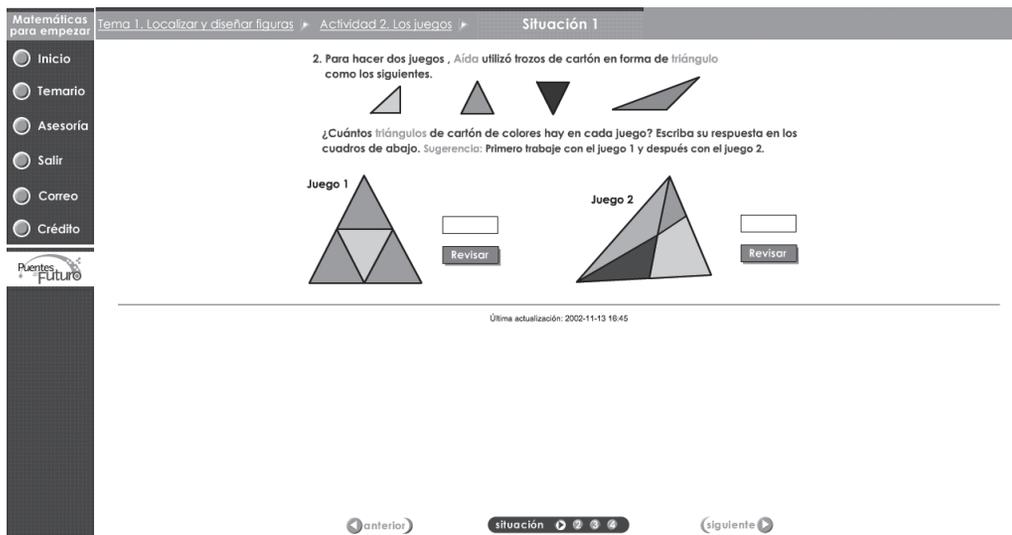
El lenguaje es sencillo y las instrucciones son claras. La principal forma de trabajo es la resolución de problemas pidiendo que los usuarios llenen espacios en blanco con números o eligiendo una opción entre varias. No se nota cómo el material retoma algunas

concepciones previas geométricas. Se propicia la reflexión al pedir al adulto que escriba sus procedimientos personales de resolución de problemas aritméticos, aunque no existe un análisis posterior.

#### 4.2.2. Notas sobre los criterios de diseño y acceso

La apariencia es un tanto caricaturizada para adultos con baja escolaridad. Contiene videos y explicaciones sobre cómo manipular el material interactivo: por ejemplo, explica con un video que para escribir en un espacio en blanco se da clic izquierdo en el recuadro. Hay una marcada preferencia por resolver metas preestablecidas en vez de reconocer los procesos de aprendizaje al estilo *easy use*<sup>10</sup> que consiste en enfatizar el aprendizaje por medio de la exploración (Haapasalo, 2008: 54). Por ejemplo, en la actividad que se muestra en la siguiente figura, hay un solo tipo de interactividad que consiste en llenar un espacio en blanco con letras o números:

FIGURA 4. INTERACTIVIDAD: RELLENAR CUADROS EN BLANCO CON LETRAS O NÚMEROS

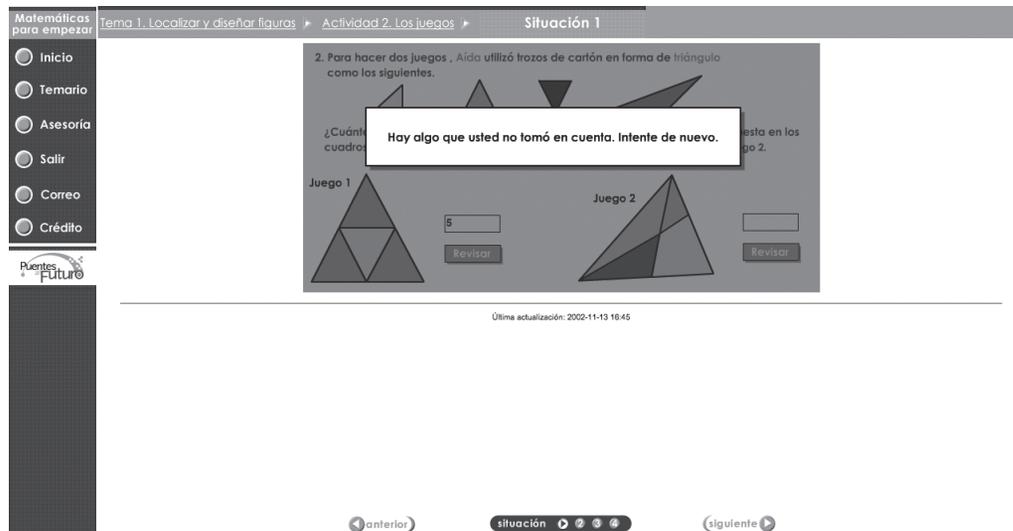


Fuente: Captura de pantalla de Página web ITESM-INEA (2004).

Si la respuesta es errónea, aparece una nueva ventana con una frase diciendo: “Hay algo que usted no tomó en cuenta”.

10 Acorde a Haapasalo (2008), el diseño basado en el *easy use* promueve las metas con determinadas tareas en vez de dar instrucción por instrucción. Además, enfatiza la exploración en vez de establecer un ritmo de tutoría.

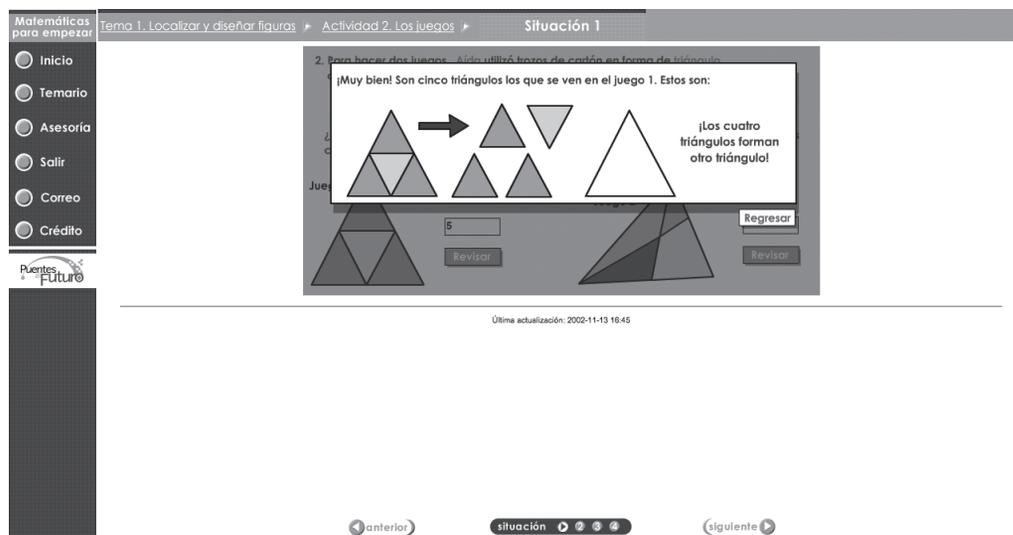
FIGURA 5. RETROALIMENTACIÓN



Fuente: Captura de pantalla de Página web ITESM-INEA (2004).

Si la respuesta es correcta, aparece un recuadro con la respuesta correcta representada de la siguiente manera:

FIGURA 6. REPRESENTACIÓN DE LA RESPUESTA CORRECTA



Fuente: Captura de pantalla de Página web ITESM-INEA (2004).

Por lo anterior, se observa un tipo de validación similar al material del INEA, que no saca provecho del diseño tecnológico como ventana de significado, es decir, se limita a retroalimentar binariamente sin que el software incluya una acción sobre las figuras geométricas. Se observa que no hay versiones ejecutables de objetos matemáticos dentro del material y éste no permite la manipulación directa de elementos matemáticos.

Para acceder a este material no se requiere tener una cuenta y tampoco se requiere de un acceso especial; sin embargo, encontrar esta página no es sencillo, ya que se accede siguiendo un camino largo de vínculos por medio de la página del INEA → Recursos Educativos → Cursos del MEVYT → Apoyos electrónicos → Matemáticas para Empezar v.1.0.

#### 4.2.3. Notas sobre la teoría educativa subyacente

La organización de contenidos es progresiva, sin embargo, pasa rápidamente de identificar triángulos a identificar cuadrados y rectángulos, sin ningún tipo de interacción que permita construir las diferencias entre estas figuras. No hay una situación didáctica detrás de este interactivo y no promueve diferentes formas de validación ni de evaluación. Sobre este material interactivo hay poca información, puesto que es solamente un apoyo a los materiales del INEA.

#### 4.2.4. Conclusiones sobre el material tecnológico

El material analizado brevemente, muestra un rasgo común entre varios softwares para la EMDJA, una subutilización del potencial dinámico de la tecnología, una reducción de las posibilidades de manipulación e interacción plasmadas en arrastrar y pegar, llenado de espacios en blanco y elección de una opción múltiple.

TABLA 4. CRITERIOS CONTEXTUALES PARA EL MATERIAL  
RECURSOS INTERACTIVOS DE APOYO ITESM – MATEMÁTICAS PARA EMPEZAR

a) Criterios contextuales	
Incorpora elementos contextuales adecuados.	No. Recurre a contextos que no son necesariamente adecuados.
Respeto a la cultura y conocimientos del adulto.	No la incluye.
Reconoce la relevancia del contexto sociocultural y heterogeneidad de la cultura nacional.	No la incluye.

Los contenidos responden a necesidades e intereses del adulto.	No necesariamente puesto que sigue un currículo ya establecido por el MEVYT del INEA.
Fomenta participación de diferentes actores educativos durante el uso del material.	No. Se enfoca solamente en el uso del material en línea.
<b>b) Criterios de lenguaje</b>	
Instrucciones sencillas y claras.	Son claras y sencillas. Aunque la tipografía no es la adecuada por el tamaño.
<b>c) Criterios cognoscitivos</b>	
Retoma las concepciones previas al momento educativo.	No. Parte de nociones que no necesariamente saben las personas.
Propicia el perfeccionamiento de estrategias.	No necesariamente. No sistematiza estrategias previas.
Promueve el aprendizaje por medio de problemas.	No. No hay mucha variedad de problemas ni una promoción de un aprendizaje contextualizado.
Reconoce la heterogeneidad de saberes matemáticos.	No necesariamente. Se enfoca en conocimientos generales de los adultos con baja escolaridad.

Fuente: ITESM-INEA (2004).

**TABLA 5. CRITERIOS DE DISEÑO Y ACCESO PARA EL MATERIAL  
RECURSOS INTERACTIVOS DE APOYO ITESM – MATEMÁTICAS PARA EMPEZAR**

<b>a) Imagen y uso.</b>	
Apariencia y transición adecuada para adultos.	La apariencia es adecuada salvo la tipografía pequeña.
Moldea conceptos por medio de la manipulación de objetos matemáticos.	No hay una manipulación directa de objetos matemáticos.
<i>Easy use.</i>	No. Hay un ritmo de tutoría y la retroalimentación es binaria; bien/mal.
<b>b) Interactividad.</b>	
Diversidad de formas de interacción con el contenido.	Sólo existen tres tipos de interactividad: rellenar espacios en blanco, trasladar objetos y relleno de opción múltiple.

Objetos matemáticos ejecutables dentro del entorno tecnológico.	No se encontró ninguno.
<b>c) Peso, acceso y disponibilidad.</b>	
Lenguaje de programación, peso y sistemas operativos funcionales.	60.9 kb (más rápido que el 73% de todas las páginas). Escrita en html. Funciona en ios, Windows y Linux.
Acceso sin necesidad de cuenta o correo electrónico.	Sí
Reutilizable.	Sí

Fuente: ITESM-INEA (2004).

TABLA 6. CRITERIOS SOBRE LA TEORÍA EDUCATIVA SUBYACENTE DEL MATERIAL RECURSOS INTERACTIVOS DE APOYO ITESM – MATEMÁTICAS PARA EMPEZAR

<b>a) Definición del objetivo educativo.</b>	<b>d) Promoción de diferentes formas validación de resultados.</b>
No hay un registro de ningún objetivo, empero es un material de apoyo al INEA se sobre entienden los mismos objetivos educativos que el MEVYT.	La validación es otorgada por el software. Cuando se elige validar en el interactivo, la retroalimentación ofrece la respuesta sin ningún tipo de cuestionamiento.
<b>b) Organización de contenidos. Respeto a la construcción del destino académico por parte del educando adulto.</b>	<b>e) Promoción de diferentes formas de evaluación.</b>
La secuencia no tiene un hilo conceptual conductor. Las actividades son aisladas entre sí y no se promueve un aprendizaje que promueva procesos cognitivos completos.	No aplica. No se encuentran formas de evaluación.
<b>c) Promueve la discusión, reflexión y análisis de los fenómenos <i>matematizables</i> de su propio contexto.</b>	<b>f) Promoción del aprendizaje a lo largo de la vida.</b>
No se encontraron momentos de reflexión, discusión y análisis de fenómenos <i>matematizables</i> .	No es clara la promoción del aprendizaje a lo largo de la vida puesto que el curso se termina y los conceptos estudiados específicos de ciertos contextos.

Fuente: ITESM-INEA (2004).

## 5. Discusión

Los materiales analizados son únicos en América Latina, hechos específicamente para la EMDJA. Los materiales creados *ad hoc* son escasos, pero actualmente surgen como una posibilidad latente para los desarrolladores de herramientas tecnológicas. Los desarrollos *ad hoc* son en sí un campo abierto de análisis e investigación en la acción.

Los materiales del INEA y del ITESM presentan una reducida interactividad evidenciada en la nula posibilidad de manipulación de objetos matemáticos dinámicos. El tipo de interacción que se presenta en estos dos materiales crea un deslizamiento didáctico y cognitivo que desvía la acción de cualquier tipo de aprendizaje matemático y lo convierte en un ensayo y error —en el mejor de los casos—. Además de lo anterior, estos materiales infantilizan cognitivamente las acciones posibles dentro de los materiales, reduciendo la interacción con la herramienta al sistemático llenado de espacio de texto en blanco, llenado de opción múltiple o bien arrastrar algunas figuras a espacios en blanco.

Se considera que estos recursos materiales revisados son repetitivos por las pocas formas de interacción que proponen, a pesar de que la tecnología abre la posibilidad de presentar de manera dinámica conceptos matemáticos. Cuando los estudiantes terminan el módulo no se les deja algún material con el que puedan seguir analizando problemas. Estos recursos interactivos funcionan como cursos con una progresión curricular, sin dejar al educando opciones de elegir un camino más adecuado a sus necesidades.

En ambos materiales se registra una validación binaria, es decir, correcto o incorrecto. Asimismo, se presentan formas de retroalimentación que se limitan a dar las formas correctas en las que se espera contesten los educandos, sin construir ningún concepto matemático al manipular los materiales. Esto contrasta con las ventajas de los desarrollos *ad hoc*, que son las posibilidades gráficas e interactivas que ofrece la programación junto con una situación didáctica que organice el momento educativo.

¿Qué características tendría un material didáctico y tecnológico que organice el tránsito entre las concepciones matemáticas previas al momento educativo, las prácticas sociales de los participantes y los conceptos matemáticos? En primer lugar, una característica es que el diseño didáctico y tecnológico responda a las necesidades educativas que los adultos mismos planteen. Estas necesidades educativas, provenientes de sus prácticas sociales, moldearán los materiales para poder resolverlas y enriquecerlas con nuevas miradas introduciendo nuevos conceptos matemáticos que enriquezcan la percepción de la práctica social. Un material cuya finalidad sea resolver necesidades educativas provenientes de prácticas sociales debe ser sensible a las formas, al lenguaje, a las concepciones matemáticas previas al momento educativo y a la promoción de la reflexión y acción sobre objetos matemáticos.

En segundo lugar, el material tendría que partir de un análisis de concepciones matemáticas previas al momento educativo, en el que se registren tanto conceptos como mé-

todos matemáticos presentes en las prácticas sociales de los educandos. Los materiales que pretendan fomentar el tránsito entre concepciones matemáticas previas e ideas matemáticas deberían esforzarse por lograr que el software tenga objetos matemáticos manipulables y que la acción (manipulación) sobre éstos tenga un porqué dentro de la secuencia didáctica. Es decir, la manipulación de los objetos matemáticos debe ser planeada para que con esa acción los educandos exploren partes del concepto matemático que se quiere estudiar.

Un diseño gráfico que pretenda aprovechar las ventajas de la tecnología en la EMDJA debe promover la manipulación de objetos matemáticos a fin de que el reto cognitivo sea adecuado a la población que usará el material. Parte del análisis y diseño de los materiales tecnológicos que pretendan fungir como entornos virtuales de aprendizaje, implicaría que no se infantilicen, ni el diseño, ni los retos cognitivos que surgen de usar el material.

El estudio de la EMDJA es un campo que refleja las consecuencias a largo plazo de un sistema educativo y permite el análisis de opciones educativas que, por no estar centradas en la escuela formal, abre un espacio para la construcción de nuevas experiencias educativas. El uso de las TD en la EMDJA se beneficia de esta condición de apertura y concede un espacio para promover la creatividad en el diseño de desarrollos tecnológicos.

## Referencias bibliográficas

- Agüero, M. (2000), "Modelo y criterios de evaluación de materiales y contenidos de alfabetización y primaria para adultos", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, núm 9, vol. 5, pp. 71-111.
- Agüero, M. (2006), *El pensamiento práctico de una cuadrilla de pintores estrategias para la solución de problemas en situaciones matematizables de la vida cotidiana*, Pátzcuaro, Michoacán, México, CREFAL- Universidad Iberoamericana.
- Brousseau, G. (1997), *Theory of Didactical Situations in Mathematics*, N. Balacheff (ed.), Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Brousseau, G. (1994), "Los diferentes roles del maestro", en *Didáctica de Matemáticas. Aportes y reflexiones*, C. Parra; I. Saiz (comp.), Buenos Aires, Paidós Educador, pp. 65-94.
- Camargo, L. e I. Sandoval (2017), "Acceso equitativo al razonamiento científico mediante la tecnología", en *Revista Colombiana de Educación*, núm. 73, pp. 179-211.
- Clements, D. (2000), "From Exercises and Tasks to Problems and Project. Unique contributions of computers to innovative mathematics education", en *The Journal of Mathematical Behavior*, núm. 1, vol. 19, pp. 9-47.
- COMIE (2013), "La investigación en educación matemática en México 2002- 2011", en A. Ávila, A. Carrasco, A. Gómez, M. Guerra, G. López-Bonilla y J. Ramírez (eds.), *Una década de investigación educativa en conocimientos disciplinares en México. Matemáticas, ciencias naturales, lenguaje y lenguas extranjeras. 2002-2011*, México, COMIE-ANUIES, pp. 21-29.
- D'Amore, B. (2012), "El debate sobre conceptos y objetos matemáticos: la posición 'ingenua' en una teoría 'realista' vs el modelo 'antropológico' en una teoría pragmática", en *Perspectivas en la didáctica de las matemáticas*, D. I. Calderón (comp.), Bogotá, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, pp. 17-46.
- Delprato, M. F. (2002), *Los adultos no alfabetizados y sus procesos de acceso a la simbolización matemática*, Tesis de Maestría, Departamento de Investigaciones Educativas, México, CINVESTAV-IPN.
- Delprato, M. F. e I. Fuenlabrada (2012), *El poder de "las cuentas" Poder con las cuentas y las cuentas del poder Problemas de cálculo en la comercialización y preocupaciones sociales de una líder indígena*, Pátzcuaro, CREFAL.
- diSessa, A. (1988), "Social Niches for Future Software", en A. diSessa, M. Gardener, J. Greeno, F. Reif, A. Schoenfeld y E. Stage, *Towards a Scientific Practice of Science Education*, New Jersey, Lawrence Erlbaum, pp. 301-322.
- Estrada, J. L., y A. Ávila (2009), "Los usuarios de la educación básica para jóvenes y adultos y la solución de un problema de área", en *Educación Matemática*, núm. 3, vol. 21, pp. 33-66.
- Haapasalo, L. (2008), "Applying Minimalist Instruction For Socio-constructivist Technology-Based Environments in Mathematics Teaching and Teachers Education", en *Acta Didactica Universitatis Comenianae*, núm. 8, pp. 52-58.

- Hmelo-Silver, C. (2004), "Problem-Based Learning: What and how do students Learn?", en *Educational Psychology Review*, núm 3, vol. 16, pp. 235-266.
- Hmelo-Silver, C., y H. Barrows (2008), "Facilitating Collaborative Knowledge Building", en *Cognition and Instruction*, núm. 26, pp. 48-94.
- Hoyles, C. y R.Noss (2003), "What Can Digital Technologies Take from and Bring to Research in Mathematics Education?", en *Second International Handbook of Mathematics Education*, pp. 323-349.
- INEA (2010), *Figuras y Medidas*, en [http://www.cursosinea.conevyt.org.mx/cursos/figymedidas\\_v2/index2.html#](http://www.cursosinea.conevyt.org.mx/cursos/figymedidas_v2/index2.html#) (consultado el 27 de octubre de 2017)
- ITESM-INEA (2004), *Módulo de apoyo. Matemáticas para empezar*, en <http://www.cca.org.mx/ec/cursos/ds025/homedoc1.htm> (consultado el 4 de agosto de 2017).
- INEA (2008), *Evaluación cualitativa del nivel intermedio del MEVYT en los ejes de lengua y comunicación, matemáticas y ciencias. Informe de resultados*, México, INEA-SEP.
- Kalman, J. (2004), *Saber lo que es la letra. Una experiencia de lectoescritura con mujeres de Mixquic*, México, Siglo XXI. ( Biblioteca para la actualización del maestro).
- Kalman, J., O. Hernández (2013), "Jugar a la escuela con pantalla y teclado", en *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, núm. 73, vol. 21, pp. 1-28.
- Kalman, J. y B. V. Street (2009), *Lectura, escritura y matemáticas como prácticas sociales*, México, Siglo XXI Editores, CREFAL.
- Leung, A. y F. López-Real (2000), "An Analysis of Students' Explorations and Constructions Using Cabri Geometry", en M. Clements, H. Tairab y K. Wong, *Science, Mathematics and Technical Education in the 20th and 21st centuries*, Darusslam, University Brunei, pp. 144-154.
- Lozano, M.D. (2015), "Using Enactivism as a Methodology to Characterise Algebraic Learning", en *ZDM Mathematics Education*, núm. 2, vol 47, pp. 223-234.
- Noss, R. y C. Hoyles (1996), *Windows on Mathematical Meanings: Learnig cultures and computers*, Netherlands, Mathematical Education Library, Kluwer Academic Publishers.
- Ojeda, R. (2007), "El problema de la artificialidad, matematización y evolución de la mente", en R. Ojeda y C. Mercadillo (comp.), *De las neuronas a la cultura, ensayos multidisciplinarios sobre cognición*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, pp. 27-36.
- Palmas, S. (2016), *Las tecnologías digitales como medio de acceso a ideas matemáticas poderosas. Un estudio con adultos de baja escolaridad*. Tesis de Doctorado, México, CINVESTAV-IPN.
- Reid, D. A. y J. Mgombelo (2015), "Survey of Key Concepts in Enactivist Theory and Methodology", en *ZDM Mathematics Education*, núm 2, vol. 47, pp. 171-183.
- Rojano, T. (2003), "Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyectos de innovación educativa en matemáticas y ciencias en escuelas secundarias públicas en México", en *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 33, pp. 135-169.

- Schmelkes, S. y J. Kalman (1996), *La educación de adultos: estado del arte. Hacia una estrategia alfabetizadora para México*, México, Instituto Nacional para la Educación de los Adultos.
- Skovsmose, O. y P. Valero (2009), "Democratic Access to Powerful Mathematical Ideas", en L. D. English, *Handbook of international research in mathematics education*, New York, Routledge, pp. 383-408.
- Varela, F., E. Thompson, E. Rosch y J. Kabat-Zinn (1991), *The Embodied Mind: Cognitive science and human experience*, Cambridge, MIT Press.
- Warschauer, M. (2003), *Technology and Social Inclusion: Rethinking the digital divide*, Massachusetts, MIT Press.