

UNA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE SECUENCIAS DIDÁCTICAS PARA LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA

METHODOLOGY FOR DESIGNING DIDACTIC SEQUENCES FOR MATHEMATICAL EDUCATION

Jamil Fabiola Alvarado Sánchez, José Luis Soto Munguía
Universidad de Sonora (México)
jamilalvarados@gmail.com, jlsoto@mat.uson.mx

Resumen

En este trabajo se presentan los avances de una propuesta didáctica, la cual consiste en una metodología dirigida a docentes de matemáticas de nivel secundaria, que permite diseñar secuencias didácticas; esta metodología fue elaborada con base en la articulación de: la estructura didáctica de Díaz- Barriga, el método de enseñanza ACODESA de Hitt y los desarrollos curriculares de Taba. La metodología se ha puesto a prueba con un grupo de 11 docentes en un curso-taller de 40 horas, los resultados obtenidos fueron tres secuencias didácticas elaboradas por tres equipos de docentes en un contexto tecnológico (usando GeoGebra), donde se percibe que es posible realizar diseños aplicando esta metodología, sin embargo, presentan algunas dificultades durante el proceso de articulación con la tecnología.

Palabras clave: metodología, secuencia didáctica, geogebra, diseño

Abstract

In this paper we present the advances of a didactic proposal that consists of a methodology addressed to secondary school mathematics teachers, which allows teachers to design didactic sequences. This methodology was elaborated based on the connection of: Diaz-Barriga's didactic structure, Hitt's ACODESA teaching method, and Taba's curricular developments. The methodology was tested with a group of 11 teachers in a 40-hour- workshop-course. The results showed three didactic sequences prepared by three teams of teachers in a technological environment (using GeoGebra), where it is perceived that it is possible to design sequences by applying this methodology, however, they present some difficulties during the process of connection with technology.

Key words: methodology, didactic sequence, GeoGebra, design

■ Introducción

Dentro de los planteamientos que señala el currículo de educación básica en México, se encuentra la importancia de que el docente se involucre en el diseño de actividades o secuencias didácticas, como parte de su práctica; esto con el propósito de establecer una enseñanza de la matemática más completa y significativa para el alumno, sin embargo, esta tarea puede resultar complicada para el docente, puesto que sus condiciones laborales y las prácticas docentes predominantes han limitado su práctica a la reproducción de actividades de los libros de texto, alejándolos del diseño y la planeación de la enseñanza.

Un análisis cuidadoso nos muestra que los planes y programas de estudio no proporcionan las orientaciones suficientes para que el docente pueda diseñar actividades de enseñanza. Se explica así la escasa producción de secuencias didácticas diseñadas por los docentes. En el plan de estudios (SEP, 2011) se insiste en el uso de las tecnologías digitales en los salones de clase, pero contradictoriamente, ninguno de los diseños mostrados como ejemplo utilizan tales tecnologías.

Tomando en cuenta la ausencia de recomendaciones metodológicas específicas para el diseño de secuencias didácticas matemáticas nuestro objetivo es estructurar y valorar una propuesta metodológica que permita a los docentes de matemáticas diseñar secuencias didácticas con el apoyo del software GeoGebra, teniendo como objetivos específicos, los siguientes:

1. Establecer una estructura didáctica para el diseño de las secuencias.
2. Caracterizar el tipo de situaciones problema que serán el punto de partida para cada secuencia.
3. Determinar el papel que jugará GeoGebra dentro del diseño de secuencias didácticas.
4. Elaborar la metodología y experimentarla diseñando secuencias didácticas.
5. Estructurar un curso-taller dirigido a docentes de matemáticas para valorar la metodología.

Se realizó una revisión de las aportaciones de varios investigadores acerca de la problemática que se aborda en este trabajo, se consideraron aquellas que han sido útiles para desarrollar la metodología de diseño y que tienen relación con los objetivos planteados; estas investigaciones son útiles para conocer estrategias, métodos y estructuras que sirvan como apoyo para llevar a cabo el objetivo planteado.

En lo que se refiere a la estructura didáctica de una secuencia, ha resultado útil la siguiente aportación en que se conceptualiza a la secuencia didáctica como:

“Una organización de las actividades de aprendizaje que se realizarán con los alumnos y para los alumnos con la finalidad de crear situaciones que les permitan desarrollar un aprendizaje significativo. Es por eso que es importante organizar de manera adecuada el plan de enseñanza para obtener aprendizajes” (Díaz-Barriga, 2013, p. 1)

De acuerdo con lo que señala el autor, se necesita establecer una estructura didáctica que permita la organización de las actividades, es por ello que se contempló dentro de nuestra propuesta metodológica, la línea que el autor propone, dado que, a pesar de ser una propuesta general de estructura aplicable a cualquier asignatura, se considera apropiada para adaptarla a las necesidades de la disciplina.

Por otro lado, (Hitt y Cortés, 2009) enfatizan la importancia de utilizar la tecnología en el diseño de actividades didácticas; y caracterizan las nociones de ejercicio, problema y situación problema, al haber analizado las diferencias entre estos tres conceptos ponemos especial atención en la caracterización de la situación problema ya que la hemos retomado en el diseño de nuestra metodología, por el hecho de que consideramos que el punto de partida en la secuencia didáctica debiera ser una situación problema, acorde con la que los autores describen.

En la medida de lo posible nuestra propuesta recomienda que las situaciones como punto de partida estén inmersas en un contexto de la vida real. Los siguientes autores definen una situación problema en los siguientes términos:

“La situación debe ser simple, fácil de entender (ello no implica que sea fácil de resolver), ella debe provocar la reflexión y por tanto no puede ser un ejercicio. La matemática que debe utilizarse no debe ser explicitada en el enunciado” (Hitt, Saboya y Cortés, 2017, p. 47).

Es importante que el docente elabore situaciones problema que resulten interesantes para el alumno y que a su vez estén vinculadas con la realidad para intentar que el estudiante se interese en las herramientas matemáticas requeridas para resolver la situación problema y de esta manera pueda aplicarlas en los problemas que se presentan en su vida cotidiana, dándole así validez y aplicabilidad a esta disciplina.

(Díaz-Barriga, 2013) plantea que es adecuado proponer un problema que se constituya en el elemento que articule las nociones conceptuales con la realidad y que sirva como detonante en el desarrollo del conocimiento, entonces podemos afirmar que muchos de los recursos que ofrecen las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) permitirían, la resolución de los problemas.

En esta era de lo numérico, se muestra imprescindible la integración de la tecnología en el aula de matemáticas, por lo cual en este trabajo la incorporamos en el diseño de secuencias didácticas para vincular varios contenidos y poner en juego el pensamiento matemático del alumno. Se considera que el software GeoGebra es una herramienta potente para llegar al objetivo propuesto, ya que esta tecnología brinda la posibilidad de enriquecer la discusión sobre los conceptos, de diversificar los problemas o ejercicios y de explorar varias estrategias de solución. Permite además que el alumno explore y visualice el significado de las relaciones entre los objetos matemáticos.

■ Referentes teóricos

A continuación, se describen los tres referentes teóricos utilizados para posteriormente describir y justificar la articulación de ellos.

Elementos para estructurar una secuencia didáctica

Es necesario antes de diseñar alguna secuencia, tomar en cuenta cuál será la estructura en la que se desglosarán las actividades, es por lo que se requiere retomar o idear una, para poder establecer los propósitos que se desarrollarán. Dentro de este trabajo se utiliza la estructura didáctica propuesta por (Díaz-Barriga, 2013), dado que es una forma apropiada para organizar las actividades y además rescata algunos puntos que nos han parecido importantes para el diseño. Sin embargo, los aspectos que considera Díaz-Barriga se han modificado dentro de esta propuesta metodológica por el hecho de que se adaptaron a las necesidades de la disciplina matemática.

Metodología ACODESA

La metodología ACODESA se utilizó con el propósito de organizar la gestión dentro del aula y el conocimiento matemático. Esta metodología propuesta por (Hitt y Cortés, 2009), contiene características necesarias a considerar en el diseño de actividades didácticas, una de las principales es que utiliza como punto de partida las situaciones problema. Dentro de la metodología que se propone en este trabajo, se considera la situación problema tal como la describe Hitt y Cortés. La metodología para el diseño de la enseñanza que presenta ACODESA se divide en etapas que toman en consideración el trabajo individual, trabajo en equipo, debate en el aula y auto-reflexión; es importante mencionar que dentro de esta metodología el participante activo dentro de las primeras cuatro etapas es el alumno y el docente juega el papel de guía para rescatar los conocimientos más significativos que surjan durante el trabajo en colaboración, para después intervenir en la etapa final de institucionalización, donde el docente retoma las

representaciones funcionales que los alumnos obtuvieron y propone las representaciones institucionales, en las cuales los conceptos se formalizan y se generalizan resultados.

Esta metodología propone una manera específica de cómo llevar a cabo el proceso de enseñanza y el de aprendizaje, resaltando el papel que el alumno debe jugar dentro del aula y el que debe realizar el docente mediante el uso de situaciones problema, donde la tarea del alumno es específica en cada una de sus etapas, poniendo especial atención a las representaciones que se generan durante el desarrollo de la actividad matemática.

Metodología para planificar una unidad de aprendizaje

Taba (1962), propone un conjunto de cuatro etapas para elaborar lo que ella llama una “unidad de enseñanza-aprendizaje”, entendida como “un sector organizado de un plan de enseñanza-aprendizaje” (Taba, 1962, p. 452), estas etapas son:

- 1ª etapa: introducción, descubrimiento, orientación;
- 2ª etapa: desarrollo, análisis, estudio;
- 3ª etapa: generalización;
- 4ª etapa: aplicación, resumen, culminación

De estas etapas, que describen una forma de estructurar una unidad de enseñanza-aprendizaje, solamente hemos tomado y adaptado, la etapa de *generalización*, la cual se considera una etapa crucial en la disciplina matemática. Esta etapa no se ve reflejada en otras propuestas, pero aquí se ha considerado importante para involucrar al alumno en actividades que le permitan generalizar los conceptos matemáticos discutidos en una secuencia

Articulación de los referentes teóricos utilizados

Se tomó como base el planteamiento de estructura didáctica que propone Díaz- Barriga: apertura, desarrollo y cierre; rescatando algunos propósitos que establece en su teoría, mismos que se fueron complementando con la inclusión de la etapa de generalización que propone (Taba, 1962) en su metodología para planificar una unidad de enseñanza. La generalización es un proceso importante en matemáticas que no está considerado de manera explícita en la estructura didáctica de Díaz-Barriga, por eso se consideró aquí intercalar la generalización entre el desarrollo y el cierre. Al mismo tiempo, se incorporaron las formas de gestión en el aula contempladas en la metodología ACODESA (trabajo individual, en equipo y grupal), como formas específicas de organizar el debate científico, la autorreflexión y la institucionalización.

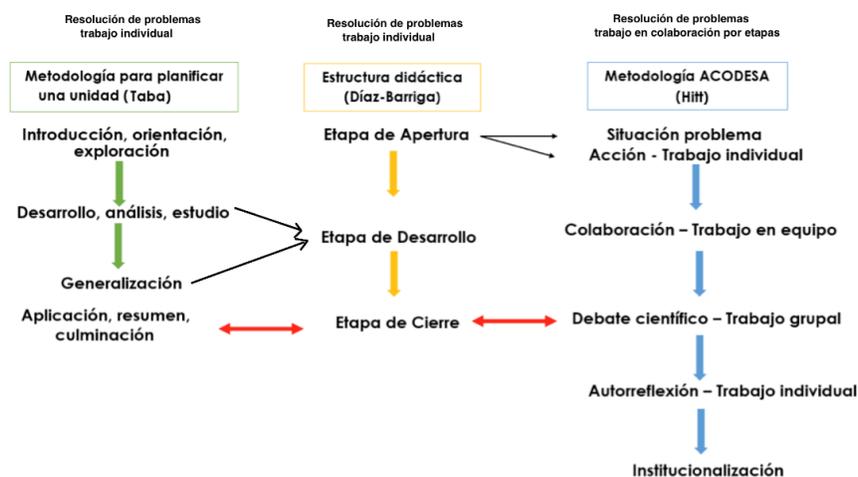


Figura 1: Esquema de la articulación teórica. Fuente: elaboración propia

■ Acciones metodológicas

La metodología es de carácter cualitativo y está constituida por las siguientes acciones.

Tabla 1: Acciones metodológicas

Fases	Acciones metodológicas
1.- Acciones relacionadas con el objetivo específico 1	Investigación de las aportaciones hacia el diseño de secuencias didácticas. Selección de una estructura didáctica para las secuencias, a partir del análisis de varias estructuras didácticas.
2.- Acciones relacionadas con el objetivo específico 2	Caracterización y elaboración de las situaciones problema, a partir de la revisión de libros y revistas científicas relacionadas con la matemática.
3. Acciones relacionadas con el objetivo específico 3	Establecimiento del uso de GeoGebra para la secuencia didáctica.
4. Acciones relacionadas con el objetivo específico 4	Elaboración de la metodología de diseño para secuencias didácticas, tomando como base la articulación de los referentes teóricos utilizados. Diseño de secuencias didácticas basándose en la metodología elaborada. Elaboración de las reflexiones didáctico – matemáticas, con el propósito de que el docente identifique las características que describe la metodología de diseño. Análisis a priori de las secuencias didácticas diseñadas, tomando como referencia las características que presenta la metodología y analizando su correspondencia con esta.
5. Acciones relacionadas con el objetivo específico 5	Estructuración un curso-taller dirigido a docentes de matemáticas para probar la metodología y diseños de secuencias didácticas elaborados. b) Valoración de la metodología de diseño, a partir del análisis general del curso-taller implementado.
6. Acciones relacionadas con el objetivo general	Valoración de la metodología de diseño elaborada con base en los productos obtenidos en el curso-taller.

Fuente: elaboración propia

Características de la metodología de diseño propuesta

Una vez realizada esta articulación, se ha dado forma a una propuesta metodológica que presenta las siguientes características: se parte de una situación problema que no hace alusión a la matemática que será utilizada, contextualizada en la medida de lo posible para mostrar la aplicación, significado y utilidad de la matemática.

La metodología especifica el objetivo de cada uno de los elementos de la estructura didáctica (apertura, desarrollo y cierre); las actividades y preguntas en la apertura están orientadas hacia la comprensión de la situación problema, en el desarrollo se ponen en juego los procedimientos matemáticos necesarios para la resolución de la situación problema; cuando se considera pertinente se abre una etapa de generalización cuyo propósito es la ampliación de las aplicaciones de los conceptos matemáticos en la etapa de desarrollo y por último en el cierre se institucionalizan y formalizan los conceptos matemáticos que han emergido durante la resolución de la situación y durante la generalización.

La metodología incluye recomendaciones específicas para incorporar el uso de tecnología digital, específicamente GeoGebra, para cada una de las etapas de la estructura didáctica. En la etapa de apertura GeoGebra se utiliza para construir simulaciones de la situación problema, que permitan explorar esta situación de manera cualitativa, en la etapa de desarrollo y generalización GeoGebra se utiliza para modelar la situación problema desprovista del contexto en el que se planteó y para modelar también las generalizaciones surgidas durante el proceso de resolución de la situación.

En la etapa de cierre el software se usa como herramienta para justificar los resultados matemáticos surgidos durante el desarrollo de la secuencia o bien para plantear estrategias de solución diferentes a las empleadas.

Diseños y análisis de las secuencias didácticas elaboradas

Con base en la propuesta metodológica elaborada se realizaron tres diseños de secuencias didácticas, con la intención de poner a prueba la metodología y aplicarlas en un curso-taller para docentes. Estos diseños fueron analizados a priori para identificar si la secuencia lograba responder a las características que se establecieron en la propuesta metodológica elaborada. Una vez concluido el diseño de las secuencias didácticas se elaboró el programa de un curso-taller para docentes en el cual se describen las secuencias se tomaron como referencia.

Planeación e implementación del curso-taller

La metodología aquí propuesta se ha puesto a prueba con un grupo de docentes de matemáticas, en un curso-taller de diseño que ha tenido una duración de 40 horas, con la finalidad de analizar si se podían elaborar diseños de secuencias didácticas, los cuales presentaran las características que integran esta metodología. Para llevar a cabo este curso-taller, se diseñaron las secuencias didácticas y reflexiones didáctico – matemáticas, así como también se elaboró un banco de situaciones problema para el diseño de secuencias didácticas, con el propósito de facilitar la tarea a los participantes en la transformación de las situaciones para los fines del presente estudio.

Participaron 11 docentes de matemáticas, desarrollando las siguientes actividades: a) Abordar y analizar secuencias didácticas previamente diseñadas con la metodología propuesta, b) analizar la metodología propuesta tomando como referencia las secuencias didácticas discutidas y c) diseñar secuencias didácticas a partir de la metodología propuesta.

Las actividades realizadas en la implementación del curso-taller se presentan a continuación, en tres momentos.

En un primer momento se realizó lo siguiente:

- Discusión sobre los elementos de una secuencia didáctica
- Resolución de las secuencias didácticas
- Discusión de las reflexiones didácticas matemáticas

En un segundo momento se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Exposición y discusión de los elementos y características de la metodología de diseño propuesta

- Formación de los equipos de trabajo
- Selección de la situación problema por equipo

En un tercer momento se realizaron las actividades de diseño:

- Diseño de las secuencias didácticas por parte de los docentes
- Presentación y análisis de las secuencias didácticas
- Refinamiento de las secuencias didácticas
- Presentación final y análisis de las secuencias didácticas

■ Análisis

A continuación, se describen los análisis que se realizaron del presente trabajo. Las herramientas para recolectar la información fueron:

- Producciones en papel de los docentes,
- Grabaciones de audio a un equipo de trabajo
- Diario de campo (observaciones durante el diseño de secuencias)
- Grabación de video a las exposiciones de las secuencias diseñadas
- Formato de evaluación para los participantes

Análisis a posteriori de las secuencias didácticas propuestas

Una vez que los profesores respondieron las secuencias diseñadas y tomando en cuenta sus respuestas escritas a estas secuencias, las grabaciones en audio y las notas que se tomaron durante el desarrollo de este trabajo:

- Se analizaron los resultados obtenidos por los docentes en la aplicación de las secuencias didácticas propuestas.
- Se analizaron las dificultades presentes en la resolución de las secuencias didácticas propuestas.
- Se refinaron las secuencias propuestas a partir de las interpretaciones que los docentes obtuvieron.

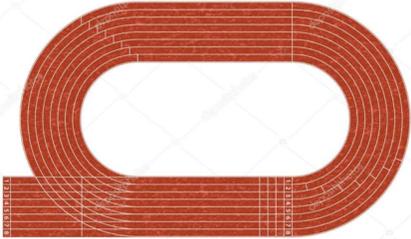
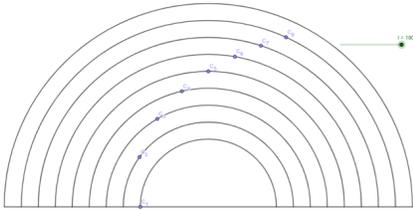
■ Análisis de las secuencias didácticas diseñadas por los docentes

Se tomaron como foco de atención los productos elaborados por los docentes, para evaluar la forma en que toman en cuenta las características de la metodología propuesta en los diseños construidos, así como también se identificaron los propósitos que persiguen en cada una de las actividades, esto con la finalidad de analizar la correspondencia entre la perspectiva de diseño que tiene el docente y las ideas propuestas por los instructores en el curso-taller.

Se analizó de manera general la forma en que se contrastan los elementos del producto con la metodología, la coherencia entre las actividades elaboradas con los propósitos de la estructura didáctica, la forma en que sugieren organizar el trabajo en el aula y el papel que presenta el alumno y docente, el uso que le asignan los docentes a la tecnología en la secuencia diseñada y el nivel de matemática que se utiliza en el producto elaborado por el docente.

A continuación, se muestra un ejemplo de análisis del producto elaborado por el equipo #1.

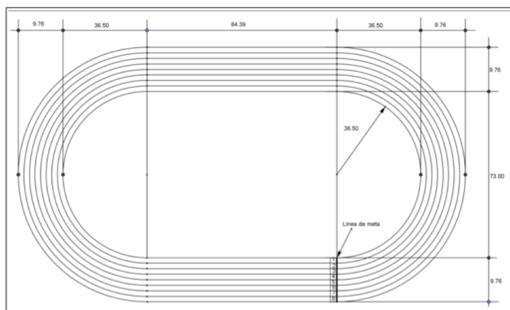
Tabla 2: análisis de la secuencia elaborada por el equipo 1

	Secuencia didáctica elaborada por los docentes	Análisis del producto
<p>A p e r t u r a</p>	<p>Secuencia Didáctica: La pista</p> <p>Apertura</p> <p>En la figura 1 se muestra un plano con las medidas oficiales en metros que debe tener una pista de atletismo para carreras de 400 metros planos. La pista tiene 8 carriles numerados del 1 al 8, llamaremos aquí corredor 1 al atleta que corre por el carril 1, corredor 2 al que corre por el carril 2 y así sucesivamente.</p>  <p>Trabajo individual</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Correrán todos los jugadores la misma distancia si todos parten de la línea de meta y su línea de llegada es también la línea de meta? Explica tu respuesta. El applet1 muestra que sucedería en la primera curva de la pista si todos los jugadores salen de la línea de meta al mismo tiempo y suponiendo que todos corren a la misma velocidad.  <ol style="list-style-type: none"> Escribe con tus palabras lo que observas. Explica por qué el corredor 1 es el primero en recorrer la curva si todos avanzan a la misma velocidad. <p>Trabajo en equipos</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Por qué los corredores, al inicio de una carrera, se ubican en una fila escalonada? 	<p>El docente seleccionó una situación problema del banco de situaciones problema, sin embargo, adaptan la situación problema acorde al contenido que desean promover. Una situación ideal sería que primero el docente fuera consciente de un contenido y a partir de ahí concebir una situación problema (Hitt y Quiroz, 2009; Soto, Hitt y Quiroz, 2019).</p> <p>Dentro de la situación problema, el texto se dedica a dar información acerca de la imagen incluida en tal situación. Sin embargo, no se define un contexto que dé pie a la formulación de un problema. La motivación es uno de los puntos más importantes en la enseñanza de las matemáticas (Gravemeijer y Doorman, 1999).</p> <p>Se requiere una mayor cantidad de interrogantes para lograr que el alumno comprenda la situación.</p> <p>Al no elaborar apropiadamente la situación problema, los docentes no analizan con mayor profundidad cuál será la matemática presente.</p> <p>Establecen preguntas muy generales, en lugar de plantear cuestionamientos que necesiten de mayor profundidad, que vayan conduciendo hacia una temática matemática específica.</p> <p>Solicitaron apoyo técnico y matemático de los instructores para realizar la construcción, dado que ellos tenían la idea de cómo podría ser la construcción, pero desconocían como elaborarla en GeoGebra.</p> <p>Los docentes no tenían claro que la construcción de un applet requiere establecer relaciones matemáticas en el software para poder plasmar la idea pretendida en la actividad (Rabardel, 1995).</p>

Desarrollo

Desarrollo

Trabajo en equipos



5. Describan la trayectoria que realiza cada corredor.
6. ¿Cómo obtendrían la distancia que corre un jugador en las curvas?
7. Calculen la distancia que recorre el jugador 1 al dar una vuelta completa.
8. Expongan ante el grupo como obtuvieron la distancia recorrida por el jugador 1.

Trabajo individual

9. Como el ancho de cada carril tiene una medida oficial de 1.22 m, ésa será la distancia que separará a los Corredores 1 y 2. Calcula la distancia que recorrerá el Corredor 2, si parte de la línea de meta y su línea de llegada es también la línea de meta.
10. Si la línea de salida del Corredor 1 es la línea de meta, ¿dónde deberá ubicarse la línea de salida del Corredor 2 para que los Corredores 1 y 2 recorran la misma distancia para llegar a la meta?
11. Indica dónde deberán ubicarse, al inicio de la carrera, cada uno de los otros corredores (corredores 3, 4, 5, 6, 7 y 8) para que todos recorran la misma distancia al llegar a la meta.
12. Expón ante el grupo tus conclusiones

El applet logra cumplir con el papel de simulador de la situación problema. El docente necesita tener una mayor interacción con el uso de softwares para desarrollar su potencial en las tareas matemáticas. Precisamente el docente tendría que pasar por un proceso de “*génesis instrumental*” como lo han señalado autores como (Rabardel, 1995; Guin y Trouche, 1999).

La etapa de desarrollo rescata los propósitos que se establecen en la metodología propuesta.

Los docentes lograron identificar en qué momento introducir las diferentes modalidades de trabajo con respecto al propósito de aprendizaje del alumno.

Los tipos de preguntas muestran un intento de involucrar otros contenidos matemáticos como la proporcionalidad, pero los docentes descartan introducir este contenido y se enfocan en el perímetro.

Incluyen el trabajo en equipo como apoyo para llevar a cabo tareas complicadas de la secuencia didáctica, y al mismo tiempo el diálogo grupal para comunicar las diferentes representaciones de las estrategias de cada equipo, así como la autorreflexión para reforzar lo aprendido de manera individual a partir de la práctica (Hitt, Saboya y Cortés, 2017).

No se describe el papel que el docente tendrá al momento de llevar a cabo en el aula estas diferentes modalidades de trabajo, lo cual es sumamente importante en esta parte del desarrollo (Hitt, Saboya y Cortés, 2017).

El diseño no presenta un applet dentro de la etapa de desarrollo, dado que los docentes presentaron dificultades para poder realizarlo dentro del software por falta de conocimiento acerca de su uso y de cómo representar la imagen de la pista (Rabardel, 1995; Guin y Trouche, 1999; Soto, Hitt y Quiroz 2019).

C
i
e
r
r
e

Cierre

Trabajo individual

- Se te entregará el dibujo de una circunferencia y su punto medio en una hoja blanca.
Sigue las instrucciones para que a partir de ellas descubras un procedimiento para calcular la longitud de una circunferencia.

-Traza el diámetro de la circunferencia.
-Corta al menos cuatro trozos de hilo cuya longitud sea la medida del diámetro.
-Con esos trozos de hilo rodea la circunferencia,

¿Cuántos trozos de hilo necesitaste para rodear completamente la circunferencia?
- A partir de lo realizado expresa un procedimiento para encontrar la longitud de la circunferencia.
- Observa cuidadosamente el Applet 2 y responde lo siguiente: ¿el procedimiento que desarrollaste es equivalente al mostrado en el Applet?

The applet shows a circle with a diameter $D = 8$ and a circumference $L = 25.13$. A number line from 1 to 31 is shown below the circle, with a slider at the bottom. The diameter is marked as 8, and the circumference is marked as 25.13. The applet also shows the formula $\frac{L}{D} \approx 3.14$ and the calculation $L = \pi \cdot 8 = 25.13$.

Se promueve el uso de manipulables, lo cual motiva al alumno a realizar la actividad y permite activar su imaginación y su razonamiento matemático (de acuerdo con el método de enseñanza ACODESA).

Se promueve la generalización a partir del establecimiento de una fórmula que permita calcular el perímetro del círculo. El proceso de institucionalización fue una tarea complicada para los docentes dado que el cierre se limita a descubrir fórmulas geométricas en lugar de enfatizar la formalización de los conceptos matemáticos utilizados (Hitt y Cortés, 2009).

El applet sirve para mostrar los resultados de la actividad realizada con los manipulables. Este applet fue tomado de la página web de GeoGebra.

El docente debe realizar sus propias construcciones para obtener un mayor dominio técnico y matemático.

Se concluye que el docente tuvo dificultades al institucionalizar, lo cual nos indica que estos docentes no logran abstraer la matemática que se desglosa en la secuencia didáctica para formalizarla. Sería conveniente proponer otro curso-taller de actualización docente en donde se explicita una enseñanza de corte sociocultural y la integración del uso de tecnología.

Fuente: elaboración propia.

■ Análisis general del curso-taller impartido

Dado que el análisis general del curso-taller no está concluido, se describen a continuación las categorías en la que se realizará dicho análisis.

- La correspondencia entre el producto y la metodología propuesta.
- Las percepciones de los docentes sobre los elementos metodológicos.
- Refinamiento de las secuencias didácticas presentadas a los docentes.
- Análisis de las secuencias elaboradas por los docentes

A partir de este análisis se pretende obtener una idea general sobre cuáles fueron los aspectos en los cuales se requirió dedicarle más tiempo y por qué, y cuáles fueron las ventajas y desventajas de haber impartido en tales condiciones el curso-taller a los docentes.

■ Resultados y conclusiones

A pesar de que los productos generados en el curso-taller no han terminado de analizarse, pueden adelantarse hasta este momento algunas conclusiones:

- a) Los docentes lograron adaptarse a la metodología propuesta a partir de la experiencia que obtuvieron al abordar y analizar las secuencias didácticas contrastándolas con la metodología; las reflexiones didáctico-matemáticas sobre las secuencias previamente diseñadas les permitieron identificar las características de la metodología empleada para el diseño.
- b) El curso-taller ha puesto en evidencia que los docentes pueden aplicar esta metodología para diseñar sus propias secuencias cuando trabajan en colaboración con otros docentes, aunque han enfrentado dificultades principalmente a la hora de institucionalizar la matemática involucrada en la secuencia y al construir en GeoGebra los applets propuestos por ellos mismos.
- c) Las situaciones problema resultaron ser un reto para el docente, se recomienda en una segunda aplicación que primero el profesor sea consciente de un contenido y a partir de ahí concebir una situación problema. Así como se propone abrir un espacio para la construcción y modelación de situaciones problema.
- d) La metodología se logró estructurar articulando elementos teóricos, esta fue valorada a través de la implementación de un curso – taller en el que los participantes lograron diseñar secuencias didácticas.
- e) Los elementos teóricos tomados de Díaz – Barriga y Taba sirvieron como base para el diseño de la estructura didáctica, sin embargo, fue necesario adaptarlos de acuerdo con las especificaciones que la disciplina necesita.

■ Referencias bibliográficas

- Díaz-Barriga, Á. (2013). Secuencias de aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 17(3), 11-33. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/docenteado/article/view/41685/23758>
- Gravemeijer, K. and Doorman, M. (1999). Context problems in realistic mathematics education: A calculus course as an example. *Educational Studies in Mathematics* 39, 111-129. <https://doi.org/10.1023/A:1003749919816>
- Guin, D., y Trouche, L. (1999). The Complex Process of Converting Tools into Mathematical Instruments: The Case of Calculators. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 3, 195-227. doi:10.1023/A:1009892720043
- Hitt, F. y Cortés, C. (2009). Planificación de actividades en un curso-taller sobre la adquisición de competencias en la modelización matemática y uso de calculadora con posibilidades gráficas. *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, 10(1), 1-30. Disponible en: <http://revistas.tec.ac.cr/index.php/matematica/article/view/1977>
- Hitt, F., Saboya, M., and Cortés, C. (2017). Task design in a paper and pencil and technological environment to promote inclusive learning: An example with polygonal numbers. En G. Aldon, F. Hitt, L. Bazzini, y U. Gellert (Eds.), *Mathematics and Technology* (pp. 13–30). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51380-5>
- Hitt, F., and Quiroz, S. (2017). Aprendizaje de las matemáticas a través de la modelación matemática en un medio sociocultural ligado a la teoría de la actividad. *Revista Colombiana de Educación* 73, 153-177.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2009). *Focus in high school mathematics: reasoning and sense making*. Reston, Va.: NCTM.

- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments Contemporains*. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01017462/document>
- SEP (2011). *Plan de estudios 2011. Educación Básica*. CDMX: SEP. Disponible en: <http://comisioniberoamericana.org/gallery/planestudios11.pdf>
- Soto, J-L., Hitt, F. y Quiroz, S. (2019). Distinción entre ejercicio, problema y situación problema en un medio tecnológico y ejemplos en diferentes niveles educativos. En S. Quiroz, E. Nuñez, M. Saboya y J. L. Soto (Eds.), *Investigaciones teórico prácticas sobre la modelación matemática en un medio tecnológico* (pp. 25-40). México: AMIUTEM.
- Taba, H. (1962). *La elaboración del currículum*. Buenos Aires: Troquel