

#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

Análisis De Ejercicios De Construcción Geométrica De Alumnos De Primer Grado De Secundaria Basados En Instrucciones Cuasi-formales Desde La Perspectiva Del Enfoque Onto-Semiótico: Un Estudio De Caso Para Alumnos Mexicanos

García-Mora, Elvira (Universitat de Barcelona) y Díez-Palomar, Javier (Universitat de Barcelona)

Resumen:

En el presente proyecto de investigación se analiza la relación que hacen los/as estudiantes de secundaria entre la adquisición del lenguaje geométrico euclidiano, con su respectivo procedimiento de construcción utilizando herramientas de trazo (regla, escuadra, cartabón, compás y transportador). Para ello se utilizará una tarea sobre construcción de formas complejas a través de la composición y reiteración de formas geométricas simples, indicadas en secuencias de instrucción cuasi-formales presentadas por escrito a alumnos de secundaria dentro de la República Mexicana. La tarea se contextualiza en la versión 2011 del currículo mexicano. Tanto el instrumento instruccional aplicado a los alumnos, como la construcción producida, se analizan utilizando la perspectiva de la *idoneidad didáctica* del Enfoque Onto-Semiótico (EOS).

Palabras clave:

Formas geométricas, construcción, idoneidad didáctica, Enfoque Onto-Semiótico

1. Objetivos o propósitos:

- i. Analizar las secuencias de aprendizaje con instrucciones cuasi-formales para la construcción de figuras geométricas complejas bidimensionales con herramientas de dibujo desde el Enfoque Onto-Semiótico.
- ii. Analizar las construcciones producidas por los estudiantes, desde la perspectiva del Enfoque Onto-Semiótico.

2. Marco teórico:

El pensamiento geométrico

El reconocimiento del espacio es una habilidad innata del ser humano (Dehaene, 1997; Piaget & Inhelder, 1971). Los elementos gráficos (puntos, segmentos de recta y líneas) son recursos para representar la realidad (Clements, 1992; Herbst, 2017) que favorecen la resolución de problemas (Schoenfeld, 1982) y forma parte del reconocimiento del espacio y su identificación (Berthelot 1994). Houdement (1999) sugiere articular coherentemente la enseñanza de la geometría con una

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

progresión desde la construcción y evidencia (geometría natural), seguida del estudio de las propiedades y su demostración (geometría axiomática natural) para finalizar con la demostración de entes geométricos (geometría axiomática formalista). También se deben considerar las adaptaciones realizadas a los contenidos para llevarlos hacia los alumnos, es decir, la **transposición didáctica** y la **transposición computacional** (Balacheff, 1993).

La *visualización* es el nivel inicial (van Hiele, 1986) del razonamiento geométrico y uno de los elementos del desarrollo del pensamiento geométrico (Bishop, 1988; Jones, 1995). El estudio de la geometría se ve afectado por el lenguaje y las ideas de los alumnos y por las dificultades que tienen para realizar construcciones geométricas (Schoenfeld, 1986). En lo que corresponde a la lengua oral o escrita, se registra la relación entre la enseñanza para la generación del diálogo como el aprendizaje por medio de él (Bakker, 2015). En cuanto a las ideas previas que interfieren en el aprendizaje se tienen: la asignación de una orientación determinada a ángulos, semirrectas y elementos de figuras como bases y alturas, la generalización de que todas las figuras son regulares y aplicaciones erróneas de teoremas (Clements et al., 1990).

El currículo

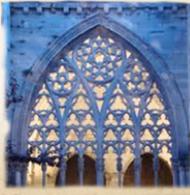
La geometría puede presentarse como el estudio de los objetos a partir de su referencia en el espacio (Clements, 1992). El modelo curricular tipo espiral (Bruner, 1977) que rigió a la República Mexicana entre los años 2011 y 2017 se organizó en cinco bloques bimestrales en los cuales se dosificaron los Contenidos de los Aprendizajes Esperados de los tres Ejes Temáticos (Tabla 1): (i) Sentido Numérico y Pensamiento Algebraico, (ii) Forma, Espacio y Medida, y (iii) Manejo de la Información (SEP, 2011).

Herramientas para el desarrollo profesional docente

En esta secuencia de modelos teóricos para la didáctica de las matemáticas se encuentran: los instrumentos de análisis y constructos como la práctica discursiva, las configuraciones didácticas, los modelos de enseñanza por procesos (Schoenfeld, 2000), los ciclos de reflexión (Smyth, 1991), el modelo de reflexión y acción en comunidades de práctica (Parada, 2011) y el Enfoque Onto-Semiótico (EOS), que es “un sistema teórico inclusivo que trata de articular diversas aproximaciones y modelos teóricos usados en la investigación en Educación Matemática a partir de presupuestos antropológicos y semióticos sobre las matemáticas y su enseñanza” (Godino, 2006). Este modelo basado en la Teoría de las Funciones Semióticas se puede aplicar para analizar y verificar la *idoneidad didáctica*, es decir “la articulación coherente y sistémica” de las seis componentes: (i) epistémica, (ii) cognitiva, (iii) interaccional, (iv) mediacional, (v) afectiva y (vi)

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

ecológica, por lo que orienta en el diseño instruccional de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Godino, 2013).

Tabla 1. Currículo mexicano para primer grado de secundaria (SEP, 2011).

Eje Temático	Forma, Espacio y Medida
Grado	1o de Secundaria
Edad media	12 años
Aprendizajes Esperados	Contenidos
Construye círculos y polígonos regulares que cumplan con ciertas condiciones establecidas.	Resuelve problemas geométricos que impliquen el uso de las propiedades de las alturas, medianas, mediatrices y bisectrices en triángulos y cuadriláteros.
<ul style="list-style-type: none">· Construcción de figuras simétricas respecto a un eje, analizarlas y explicitar las propiedades que se conservan en figuras tales como: triángulos isósceles y equiláteros, rombos, cuadrados y rectángulos.· Construcción de polígonos regulares a partir de distintas informaciones.· Construcción de triángulos y cuadriláteros, y análisis de las condiciones de existencia y unicidad.· Construcción de círculos que cumplan condiciones dadas a partir de diferentes datos.	Uso de las propiedades de la mediatriz de un segmento y la bisectriz de un ángulo para resolver diversos problemas geométricos.

Fuente: Elaboración propia.

3. Metodología:

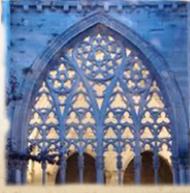
El estudio de caso es de tipo cualitativo (Stake, 1998) por medio de un instrumento de adquisición de información de instrucciones escritas para generar una construcción geométrica de alumnos de primer grado de secundaria mexicanos, cuyas edades oscilan los doce años.

Muestra:

Centro escolar particular (no concertado) con grupos separados para alumnos del

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

sexo femenino y del sexo masculino. Ubicado en un barrio de clase alta. Con grupos pequeños (25 alumnos como media).

Herramienta de recogida de datos:

Se ha desarrollado una hoja de instrucciones que se presenta al estudiante una secuencia de pasos que detallan cada elemento de construcción que finalizan con una figura compuesta por otras más simples.

Descripción de los instrumentos de recogida de datos:

- Hoja de instrucciones: A partir de los contenidos establecidos por la Secretaría de Educación Pública de los Estados Unidos Mexicanos, organismo análogo al Ministerio de Educación en aquel país, se organizaron secuencias de dibujo geométrico a partir de la repetición de elementos como cuadriláteros, triángulos, bisectrices, mediatrices y arcos para la obtención de una forma geométrica compuesta (Figura 1).

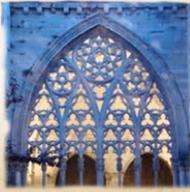
- Construcción geométrica: La producción de los alumnos al seguir la secuencia de dibujo se espera que sea igual en todos los casos. Las variaciones de las construcciones podrán relacionarse con alguno o algunos de los pasos de la secuencia de dibujo de la Hoja de Instrucciones para identificar los conceptos o procedimientos que impidieron llegar la producción esperada (Figura 2).

Dinámica de la actividad de recogida de datos:

Los alumnos realizan dos actividades similares con secuencias de dibujo geométrico diferentes para familiarizarse con el tipo de ejercicio: reconocer la hoja de instrucciones (Figura 1) y comparar sus producciones con la producción esperada (Figura 2). En las tres intervenciones los alumnos trabajan de manera estrictamente individual, sin realizar consultas de ningún tipo ni al profesor ni a sus compañeros.

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

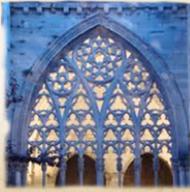
Grado: Primero

1. Identifica la esquina inferior izquierda de los márgenes como el punto O .
2. Identifica el punto A sobre el segmento horizontal inferior de los márgenes, de manera que el segmento OA tenga una longitud de nueve centímetros.
3. Traza un sector de una cuarta parte de circunferencia con radio OA y limitado por los márgenes horizontal inferior y vertical izquierdo.
4. Identifica el punto B en la intersección del segmento de circunferencia con el segmento de recta vertical izquierdo de los márgenes.
5. Traza el segmento de recta AB con tinta.
6. Identifica la esquina superior derecha de los márgenes como el punto O' .
7. Identifica el punto A' sobre el segmento horizontal superior de los márgenes, de manera que el segmento $O'A'$ tenga una longitud de siete centímetros.
8. Traza un sector de una cuarta parte de circunferencia con radio $O'A'$ y limitado por los márgenes horizontal superior y vertical derecho.
9. Identifica el punto B' en la intersección del segmento de circunferencia con centro en O' y el segmento vertical derecho de los márgenes.
11. Obtén la bisectriz de ángulo AOB .
12. Identifica con la letra C la intersección de la bisectriz con el sector circular con centro O .
13. Traza los segmentos de recta AC y BC con tinta.
14. Divide el ángulo $A'O'B'$ en tres ángulos de igual abertura y que compartan el vértice O' .
15. Identifica las intersecciones de los nuevos ángulos con el sector circular con las letras C' y D' , de manera que C' sea vecino de A' y D' vecino a B' .
16. Traza los segmentos $A'C'$, $C'D'$ y $D'B'$.
17. Traza un sector de circunferencia concéntrico al sector circular con radio OA que sea cinco centímetros mayor en radio.
17. Identifica la intersección del sector circular anterior con el segmento horizontal inferior de los márgenes con la letra D .
18. Identifica con la letra E el punto donde se intersecan el sector circular anterior con el segmento vertical izquierdo de los márgenes.
19. Obtén las mediatrices de los segmentos BC y CA .
20. Prolonga el segmento OC cinco centímetros.
21. Identifica con la letra F la intersección del segmento OC prolongado con el sector circular.
22. Identifica con la letra G la intersección entre los puntos E y F .
23. Identifica con la letra H la intersección entre los puntos F y D .
24. Traza los segmentos EG , GF , FH y HD .
25. Traza un sector de circunferencia concéntrico al sector circular con radio $O'A'$ que sea cinco centímetros mayor en radio.
26. Identifica la intersección del sector circular anterior con el segmento horizontal superior de los márgenes con la letra E' .
27. Identifica con la letra F' el punto donde se intersecan el sector circular anterior con el segmento vertical derecho de los márgenes.
28. Prolonga los segmentos $O'C'$ y $O'D'$ cinco centímetros.
29. Identifica con la letra G' y H' las intersecciones de las prolongaciones anteriores con el sector circular con radio $O'E'$.
30. Divide por la mitad los ángulos $E'O'G'$, $G'O'H'$ y $H'O'F'$, de manera que se formen los ángulos $E'O'I'$, $I'O'G'$, $G'O'J'$, $J'O'H'$, $H'O'K'$ y $K'O'F'$.
31. Traza los segmentos $E'I'$, $I'G'$, $G'J'$, $J'H'$, $H'K'$ y $K'F'$.
32. Colorea el área del pentágono irregular $BCFGE$.
33. Colorea el área del triángulo OAC .
34. Colorea el área de los pentágonos irregulares $B'D'H'K'F'$ y $A'C'G'I'E'$.
35. Colorea el área del triángulo $C'D'O'$.

Figura 1. Hoja de Instrucciones para la recogida de datos.
Fuente: Elaboración propia.

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

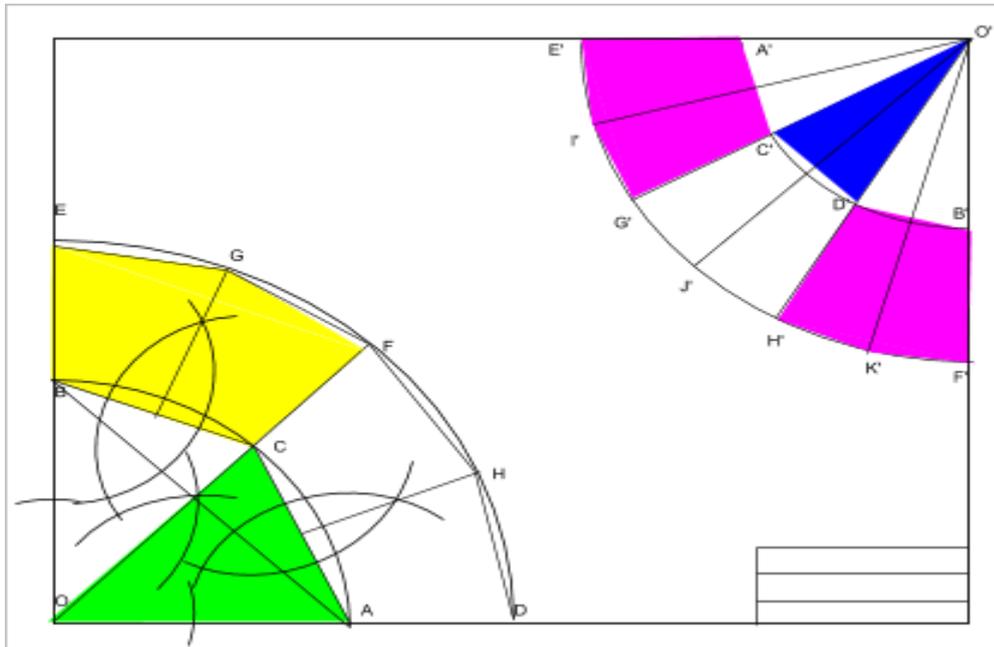


Figura 2. Producción esperada.

Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión de los datos, evidencias, objetos o materiales:

El proceso de enseñanza - aprendizaje de la geometría se analiza por medio de la identificación de los componentes de los seis indicadores de la **idoneidad didáctica**: epistémica, cognitiva, interaccional, mediacional, afectiva y ecológica (Godino, 2013). Los objetos del análisis son las secuencias instruccionales (Figura 1) y el producto generado por los alumnos (Figura 3). Los componentes e indicadores de cada uno de los seis aspectos de la idoneidad didáctica se explican de manera particular en las Tablas 2 a la 7. El valor de cada indicador se obtiene por medio de la razón de los componentes presentes en los instrumentos de recogida de datos y los componentes de cada indicador (Fórmula 1). Dicho dato se presenta de manera porcentual.

$$(1) \text{ valor porcentual de la idoneidad} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{valor de los indicadores}}{\sum_{i=1}^n \text{indicadores}} \times 100$$

Donde:

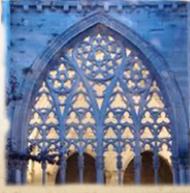
Indicador cumplido = 1

Indicador parcialmente cumplido = $\frac{1}{2}$

Indicador no cumplido = 0

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

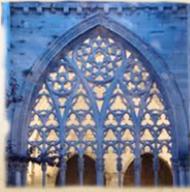
Educación: La puerta a toda mejora social



Figura 3. Construcciones geométricas de los alumnos.
Fuente: Elaboración propia.

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

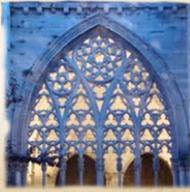
Los componentes de la **idoneidad epistémica** (Tabla 2) son exclusivos de las secuencias de dibujo propuestas por el profesor que se presentan en la hoja de instrucciones (Figura 1). Los indicadores de este instrumento muestran que se trata de un ejercicio no contextualizado, ajeno a una situación, donde no existe la argumentación. Por otra parte, hacen uso del lenguaje del nivel académico y establecen relaciones entre conceptos y significados para lograr las producciones geométricas esperadas (Figura 2).

Tabla 2. Componentes e indicadores de **idoneidad epistémica** basado en Godino (2013).

Componentes	Indicadores	¿Se cumple?
Situaciones - problemas	◦ ¿Es una situación contextualizada? No, es una secuencia de dibujo geométrico sin aplicación.	0
	◦ ¿Se relaciona con un problema? No, es una secuencia de dibujo geométrico sin aplicación.	0
Lenguaje	◦ ¿Se utilizan diferentes expresiones matemáticas? Sí, se presenta la notación de elementos geométricos como puntos (A), segmentos de recta (\overline{AB}), entre otros.	1
	◦ ¿El nivel de lenguaje corresponde al grado? Sí, se utilizaron las simbologías de los contenidos curriculares del grado (primero de secundaria).	1
	◦ ¿Es una situación que requiere interpretación? Sí, requiere de la decodificación de las simbologías de los contenidos curriculares del grado: punto, segmento de recta, entre otras.	1
Reglas	◦ ¿Los procedimientos son claros y se adaptan al nivel? Las instrucciones son totalmente escritas, puede resultar difícil su interpretación. Los procedimientos corresponden a los contenidos curriculares del grado.	1/2
	◦ ¿Los enunciados corresponden al nivel educativo?	1

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

	Sí, se tomaron los contenidos del currículum del grado.	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Los alumnos generan definiciones o procedimientos? Sí, la identificación de los términos se relaciona con su definición y con su proceso de construcción con instrumentos.	1
Argumentos	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Las comprobaciones son adecuadas al grado? No existe manera de comprobar, el alumno desconoce la figura esperada.	0
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Puede argumentar el alumno? No, es un ejercicio de dibujo sin formulación de respuesta.	0
Relaciones	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Hay conexión entre los términos geométricos empleados? Sí, un elemento geométrico proporciona los puntos de referencia del siguiente.	1
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Es necesario conocer varios significados de los elementos para establecer conexiones entre ellos? Sí, un elemento geométrico proporciona los puntos de referencia del siguiente.	1
Idoneidad Epistémica		62.5%

Fuente: Elaboración propia.

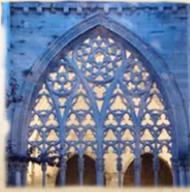
Así mismo, los componentes de la **idoneidad cognitiva** (Tabla 3) puntualizan la falta de adaptaciones curriculares y resaltan que se toman en cuenta los conocimientos previos y se evalúa el aprendizaje.

Tabla 3. Componentes e indicadores de **idoneidad cognitiva** basado en Godino (2013).

Componentes	Indicadores	¿Se cumple?
Conocimientos previos	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Se tienen los conocimientos previos? Sí, el ejercicio se ha realizado al final del ciclo escolar.	1

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Se pueden lograr los contenidos? Sí, el ejercicio se ha realizado después de dos etapas de práctica. 	1
Adaptaciones curriculares diferenciadas	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Existen actividades para profundizar o reforzar? No. 	0
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿El ejercicio promueve el logro de todos los alumnos? No. 	0
Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Se evalúa la comprensión y la competencia de los contenidos? Solamente la competencia de dibujo geométrico. 	1/2
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Cuál tipo de comprensión y competencia se observa? Comprensión conceptual, fluidez procedimental y comprensión situacional. 	1/2
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Se evalúan diferentes niveles de comprensión y competencia? Sí, se genera una puntuación de acuerdo con las etapas de dibujo realizadas correctamente. Se valora la precisión, la limpieza. 	1
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Se difunden los resultados y se usan para hacer un re-diseño? Sí. 	1
Idoneidad Cognitiva		62.5%

Fuente: Elaboración propia.

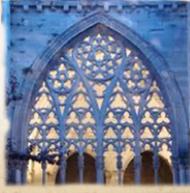
Los componentes de la **idoneidad afectiva** (Tabla 4) se obtuvieron al analizar el comportamiento de los alumnos durante la elaboración del dibujo geométrico. A pesar de que la tarea responde parcialmente a los intereses y necesidades de los alumnos, se ha logrado cumplir en su totalidad con la componente emocional.

Tabla 4. Componentes e indicadores de **idoneidad afectiva** basado en Godino (2013).

Componentes	Indicadores	¿Se cumple?
Intereses y necesidades	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ¿Todos los alumnos tienen interés en las tareas? Solamente algunos. 	1/2

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

	◦ ¿El ejercicio permite valorar la utilidad de las matemáticas? No.	0
Actitudes	◦ ¿El ejercicio promueve otros valores? Sí, se promueve la perseverancia, la limpieza, el orden, el seguimiento de instrucciones, entre otros.	1
	◦ ¿Se promueve y favorece la argumentación de todos por igual? No.	0
Emociones	◦ ¿Se combate el rechazo, la fobia o el miedo a las matemáticas? Sí, el dibujo geométrico ayuda en el autoestima de alumnos con dificultades en la resolución de problemas al identificar una faceta no operacional de las matemáticas.	1
	◦ ¿Se identifican cualidades estéticas y de precisión de las matemáticas? Sí.	1
Idoneidad Afectiva		58.3%

Fuente: Elaboración propia.

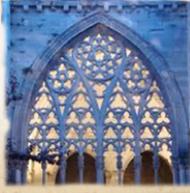
En lo que respecta a la **idoneidad interaccional** (Tabla 5), únicamente se ha podido resaltar que se promueve la autonomía del estudiante.

Tabla 5. Componentes e indicadores de **idoneidad interaccional** basado en Godino (2013).

Componentes	Indicadores	¿Se cumple?
Interacción docente - discente	◦ ¿Existe un presentación adecuada del tema por parte del profesor? Sí, previo al ejercicio y a lo largo de todo el ciclo escolar.	1
	◦ ¿Se hacen preguntas relacionadas con el ejercicio? No.	0
	◦ ¿Existe argumentación para llegar a un consenso? No.	0
	◦ ¿Hay diversidad de recursos retóricos y	0

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

	argumentativos que capten al alumno? No.	
	◦ ¿El alumno se integra en dinámica de la clase con facilidad? No.	0
Interacción entre alumnos	◦ ¿Existe diálogo entre los estudiantes? No.	0
	◦ ¿Hay diálogo apoyado en argumentos matemáticos para validar los dibujos realizados? No.	0
	◦ ¿Se evita la exclusión al promover la inclusión en el grupo? No, se trata de trabajo individual.	0
Autonomía	◦ ¿El alumno asume la responsabilidad del ejercicio? Sí.	1
Evaluación formativa	◦ ¿Se puede observar sistemáticamente el progreso cognitivo de los alumnos? Sí, ya que el ejercicio se realiza en tres etapas.	1
Idoneidad Interaccional		33.3%

Fuente: Elaboración propia.

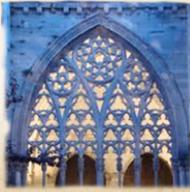
A partir del análisis de las construcciones geométricas de los alumnos (Figura 3), los componentes de la **idoneidad mediacional** (Tabla 6) remarcan las limitaciones de tiempo y de los recursos materiales utilizados.

Tabla 6. Componentes e indicadores de **idoneidad mediacional** basado en Godino (2013).

Componentes	Indicadores	¿Se cumple?
Recursos materiales	◦ ¿Usan material manipulativo e informático? Sólo instrumentos de trazo.	1/2
	◦ ¿Se usan modelos concretos para contextualizar los conceptos? No.	0
Número de alumnos, horario y condiciones del aula	◦ ¿Hay un número y distribución de alumnos adecuado? Sí.	1
	◦ ¿Se trabaja en un horario adecuado? Sí.	1

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

	◦ ¿La distribución de alumnos en el aula es adecuada? Sí, los bancos son individuales y amplios.	1
Tiempo	◦ ¿La actividad puede realizarse en el periodo de clase? Sí, cuando el alumno domina los contenidos.	1/2
	◦ ¿El tiempo dedicado al contenido principal es suficiente? Sí, es reiterado en el ciclo.	1
	◦ ¿Los contenidos que presentan dificultad se abordan lo suficiente? No.	0
Idoneidad Mediacional		62.5%

Fuente: Elaboración propia.

Mientras que la **idoneidad ecológica** (Tabla 7) advierte de la falta de conexiones intra e interdisciplinarias del ejercicio.

Tabla 7. Componentes e indicadores de **idoneidad ecológica** basado en Godino (2013).

Componentes	Indicadores	¿Se cumple?
Adaptación al currículo	◦ ¿El ejercicio entra en las directrices curriculares? Sí.	1
Apertura hacia la innovación didáctica	◦ ¿El profesor ha desarrollado investigación y práctica reflexiva para proponer el ejercicio a los alumnos? Sí.	1
	◦ ¿Se integran nuevas tecnologías? Aunque los alumnos no hacen uso directo de ordenadores, se modifica el ambiente del aula con proyecciones y la presencia de un jurado calificador especializado.	1/2
Adaptación socio-profesional y cultural	◦ ¿Se contribuye a la formación socio-profesional de los alumnos? Sí, los ejercicios asemejan la práctica de ingeniería o arquitectura.	1
Educación en valores	◦ ¿Fomenta la formación en valores democráticos y el pensamiento crítico? Sí.	1

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

Conexiones intra e interdisciplinares	◦ ¿Existe relación inter e intradisciplinar de los contenidos ? No.	0
Idoneidad Ecológica		75%

Fuente: Elaboración propia.

Al organizar gráficamente los indicadores de cada uno de los componentes de la **idoneidad didáctica** (Figura 4) se observa que ninguno de ellos se logra del todo. La **idoneidad ecológica** es aquella que mejor se cumple, mientras que el peor caso es para la **idoneidad epistémica**.

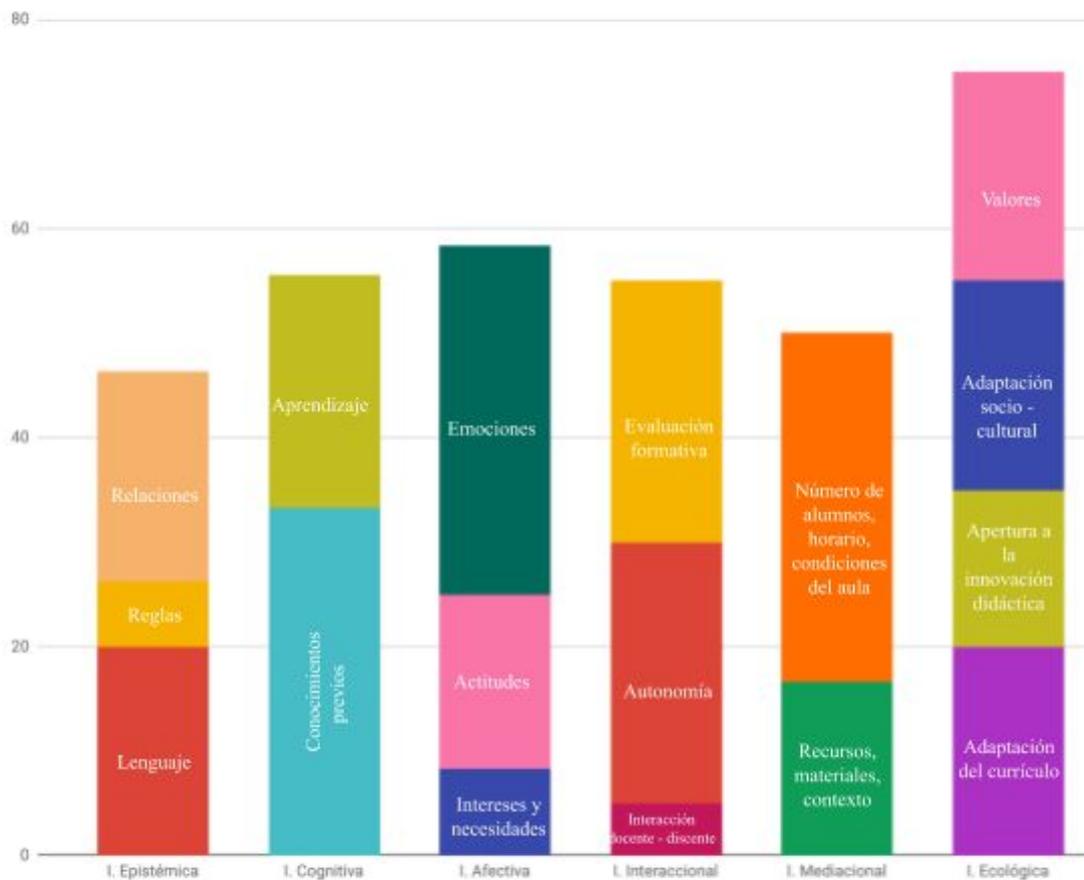


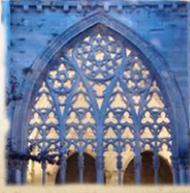
Figura 4. Gráfico descriptivo de los Componentes e Indicadores de la **Idoneidad Didáctica** de la Secuencia.

Fuente: Elaboración propia, basado en Godino, 2013.

En la Figura 5 se han comparado los indicadores de cada uno de los componentes de la **idoneidad didáctica** para puntualizar aquellos componentes que la

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

secuencia ha dejado sin atender: la argumentación, la contextualización (idoneidad epistémica), la adaptación curricular (idoneidad cognitiva), las consideraciones de tiempo (idoneidad mediacional) y las conexiones inter e intradisciplinarias (idoneidad ecológica).

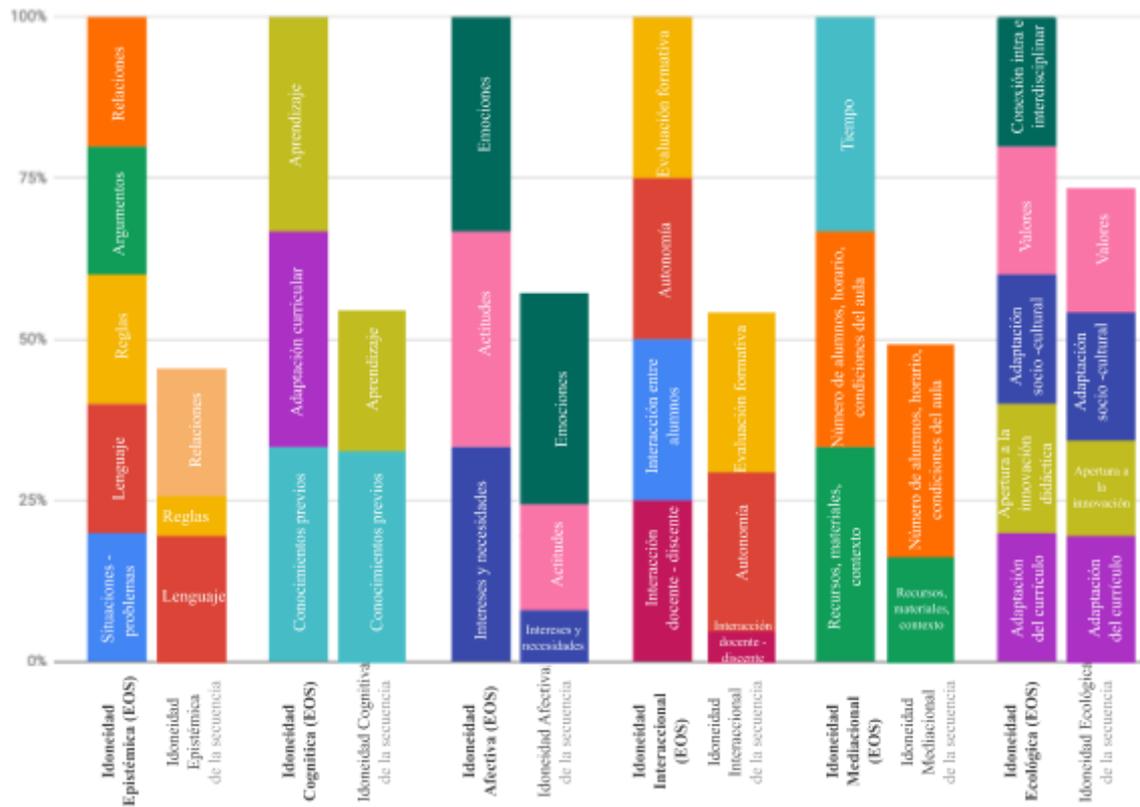


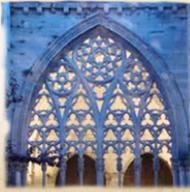
Figura 5. Gráfico comparativo - descriptivo de los Componentes e Indicadores de la **Idoneidad Didáctica** y de la **Idoneidad Didáctica** de la Secuencia.

Fuente: Elaboración propia, basado en Godino, 2013.

Godino (2013) sugiere la integración de las características de la **idoneidad didáctica** dentro de un diagrama hexagonal. Cuando dicho polígono es regular, los componentes e indicadores de una secuencia didáctica cumplen con dicha noción. Entonces, las tablas 2 a la 7 se han integrado en la Figura 6 para identificar el nivel de logro de los indicadores de la **idoneidad didáctica**. Al igual que se aprecia en las Figuras 4 y 5, el aspecto **ecológico** ha sido el más beneficiado con el ejercicio mientras que el aspecto **epistémico** se ha afectado severamente con esta secuencia didáctica.

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

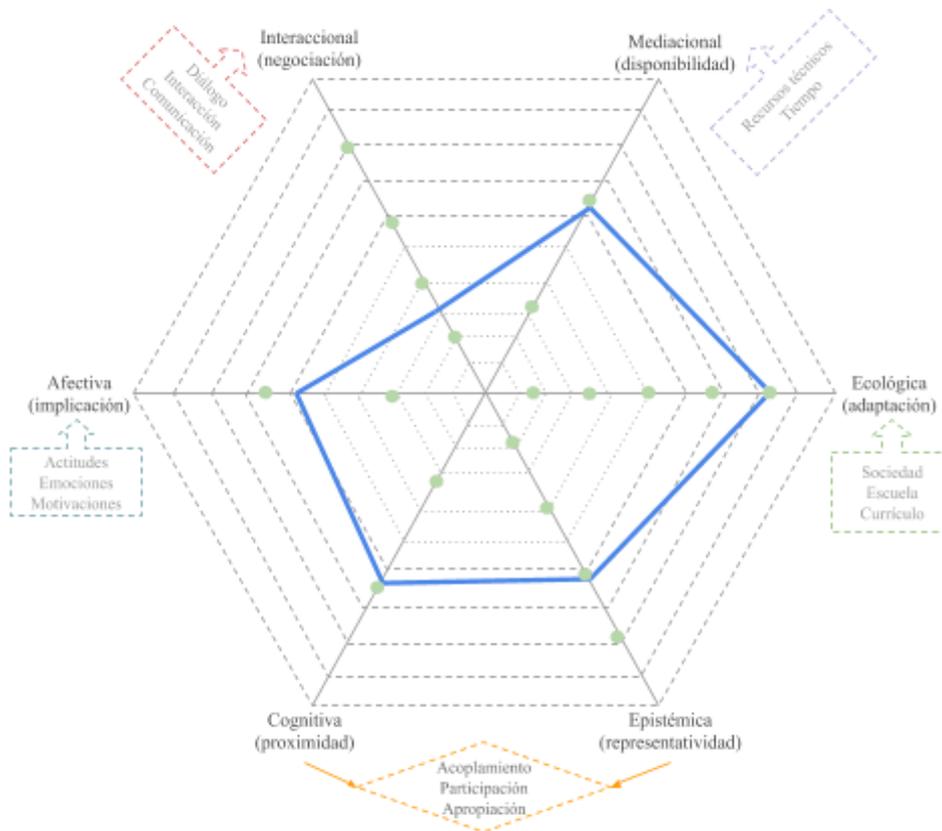


Figura 6. Esquema de idoneidad didáctica.
Fuente: Elaboración propia, basado en Godino, 2013.

5. Resultados y/o conclusiones:

La aplicación de los criterios de valoración de la **idoneidad didáctica** es una herramienta puntual en el análisis didáctico que permite identificar aspectos a modificar en una secuencia didáctica. A la vista del profesor la tarea parece adecuada, pero los componentes de los indicadores de la **idoneidad didáctica** desarrollados por el EOS puntualizan para el rediseño: contextualizar la tarea, buscar relaciones entre los conceptos, realizar adaptaciones curriculares, promover la interacción entre los alumnos, ajustar la secuencia al tiempo de la sesión y generar conexiones inter e intradisciplinarias. De manera que los objetivos del rediseño son claros y pertinentes.

6. Contribuciones y significación científica de este trabajo:

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

Esta revisión es el estudio preliminar de diseño de una secuencia didáctica para el análisis del razonamiento geométrico en alumnos de secundaria. Como herramienta de análisis didáctico, al valorar la **idoneidad didáctica** se identifican los aspectos a modificar para su implementación con alumnos en España.

La representación gráfica de los componentes de los indicadores de la **idoneidad didáctica** (Figura 5) es una innovación que facilita la reflexión sobre la práctica docente al visualizar de forma puntual y concreta los aspectos que merecen la atención para el beneficio del alumno.

7. Bibliografía:

Bakker, A., Smit, J., & Wegerif, R. (2105). Scaffolding and dialogic teaching in mathematics education: introduction and review, *Mathematics Education*, (47), 1047-1065. DOI 10.1007/s11858-015-0738-8

Balacheff, (1993). *La transposition informatique, un nouveau problème pour la didactique*. Artique, M., Gras, R., Laborde, C., Tavinot, P., & Balacheff, N. coloquio "Vingt ans de didactique des mathématiques en France", 15-17. París: Francia.

Bishop, A.J. (1988). A Review of Research on Visualization in Mathematics Education. *Proceedings of the Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (12th). Hungría: Veszprem.

Berthelot, R. (1994). L'enseignement de la geometrie a l'ecole primaire. *Grand N* (53), 39à 56.

Bruner, J. (1997). Celebrating divergence: Piaget and Vygotsky. *Human Development*, 40, 63-73.

Clements, D.H., & Battista, M.T. (1990). Constructivist Learning and Teaching. *The Arithmetic Teacher*, p 34.

Clements, D.H., & Battista, M.T. (1992). Geometry and Spatial Reasoning. En D. A. Grouwq (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. Nueva York: Macmillan.

Dehaene, S. (1997). *The number sense: how the mind creates mathematics*. Nueva York: Oxford University Press.

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

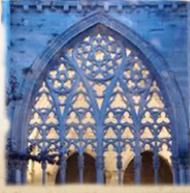
VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

- Fernández, C.; & Yoshida, M. (2004). *Lesson study: A Japanese approach to improving mathematics teaching and learning*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Godino, J.D. (2006). Análisis de Procesos de Instrucción Basado en el Enfoque Ontológico-Semiótico de la Cognición Matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 26(1), 39-88.
- Godino, J.D. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8(11), 111-132.
- Herbst, P., Fujita, T., Halverscheid, S., & Weiss M. (2017). *The Learning and Teaching of Geometry in Secondary Schools, A Modeling Perspective*. Nueva York: Routledge.
- Houdement, C., & Kuzniak, A. (1999). Geometrie et paradigmes geometriques. *Petit x*, (51), 5-21.
- Jones, K. (1995). Geometrical reasoning, *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 15(3), 43-47.
- Parada, S.E., Figueras, O., & Pluvinage, F. (2011). Un modelo para ayudar a los profesores a reflexionar sobre la actividad matemática que promueven en sus clases. *Revista Educación y Pedagogía*, (23), 85-102.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1971). *Mental imagery and the child*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Schoenfeld, A.H. (1982). *Expert and Novice Mathematical Problem Solving. Final Project Report and Appendices B-H*. Washington, D.C.: National Science Foundation.
- Schoenfeld, A.H. (2000). On Modeling Teachers' In-the-Moment Decision Making. *Journal for Research in Mathematics Education*. (14), 45-96.
- Smyth, J. (1991). *Teachers as collaborative learners: Challenging dominant forms of supervision*. London: Open University Press.
- Secretaría de Educación Pública (2011). *Programas de Estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Secundaria. Matemáticas*. Dirección General de Desarrollo Curricular, Dirección General de Formación Continua de Maestro

Organizado por:





#CIMIE19

Lleida, 4 y 5 Julio 2019

VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa

Educación: La puerta a toda mejora social

en Servicio. Subsecretaría de Educación Básica. México, D.F.: Secretaría de Educación Pública.

Stake, R.E. (1998). *Investigación con estudios de casos*. Madrid: Ediciones Morata SRL.

Van Hiele, P.M. (1986). *Structure and insight*. Orlando, FL: Academic Press.

Organizado por:

