

**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**Ingeniería Didáctica para la Educación Primaria:
estudiantes del ISFDyT Nro. 31 en Necochea
desarrollan un dispositivo didáctico para enseñar
Geometría con las TIC en quinto año de Educación
Primaria**

PONCE DE LEÓN, C.

Ingeniería Didáctica para la Educación Primaria: estudiantes del ISFDyT Nro. 31 en Necochea desarrollan un dispositivo didáctico para enseñar Geometría con las TIC en quinto año de Educación Primaria.

Cecilia Ponce de León ceciliaponcede@gmail.com
ISFDyT N 31 instituto31@gmail.com

En el marco de las Metas Educativas 2021, los Diseños Curriculares de la provincia de Buenos Aires manifiestan el compromiso de desarrollar una Educación para la Cultura Científica en todos los niveles educativos del Sistema.

Se trata así, de que las personas tengan disponible información, ideas y capacidades para pensar y hacer Ciencia, y no sólo conocer contenidos escolares o noticias de Ciencia y Tecnología.

En estas condiciones, toman la decisión política de concebir la Matemática como un conjunto organizado de saberes producidos por la cultura, que se va constituyendo a partir de reconocer, abordar y solucionar problemas que, a su vez, devienen de otros problemas, tal como lo sostiene la Teoría de las Situaciones Didácticas formulada, retomada y enriquecida por la comunidad de investigadores franceses de la Didáctica de la Matemática.

A partir de estas concepciones, surge la necesidad de problematizar la actividad matemática en las aulas y con ello se instala, desde la Formación Docente, el desafío de aprender a generar situaciones en las que los alumnos se planteen problemas relativos al contenido por enseñar e intenten resolverlos basados en sus concepciones espontáneas, introduciéndose en un proceso en el que deberán elaborar conocimientos adecuados y reformular sus concepciones para resolver los problemas planteados.

Puestos en ello, los estudiantes del profesorado de Educación Primaria del ISFD N°31 de la ciudad de Necochea, provincia de Buenos Aires, pertenecientes a la cohorte 2012, llevaron adelante, en el Ateneo de Didáctica de Matemática, la experiencia de planificar colectivamente una secuencia para la enseñanza de la Geometría, incorporando las TIC, en Quinto año de la Educación Primaria enmarcados en la metodología “ingeniería didáctica” de la didáctica francesa.

La ingeniería didáctica como metodología adoptada para planificar secuencias de enseñanza

La ingeniería didáctica surgió en la Didáctica de las Matemáticas francesa, a principios de los años ochenta, como una metodología para las realizaciones tecnológicas de los hallazgos de la Teoría de Situaciones Didácticas y de la Transposición Didáctica.

El nombre surgió de la analogía con la actividad de un ingeniero quien, para realizar un proyecto determinado, se basa en conocimientos científicos específicos de su dominio y, al tiempo que acepta someterse a un control de tipo científico, se encuentra obligado a abordar prácticamente, con todos los medios disponibles, problemas de los que la ciencia no puede hacerse cargo.

En Didáctica de las Matemáticas, se utiliza esta expresión con una doble función: para designar una metodología de investigación y para señalar un proceso de producción de secuencias de enseñanza y aprendizaje.

En este caso, se ha tomado la ingeniería didáctica como marco metodológico que permitió producir la planificación de una secuencia de clases concebidas, organizadas y articuladas en el tiempo de forma coherente, para dar lugar a un proceso de aprendizaje de algunas cuestiones referidas al paralelismo, la perpendicularidad y los cuadriláteros, para alumnos de quinto año de Educación Primaria, recorriendo una trayectoria desde los marcos analógicos más elementales hacia el terreno de la tecnología digital.

A lo largo de los intercambios entre los estudiantes-ingenieros, del Profesorado de Educación Primaria (en adelante, los estudiantes) y los alumnos de primaria (en adelante, los alumnos), el proyecto pudo evolucionar bajo las reacciones de los alumnos en función de las decisiones y elecciones de los estudiantes.

Así, esta ingeniería se constituyó, al mismo tiempo, en un producto, resultante del análisis a priori, y en un proceso, resultante de la adaptación de la puesta en funcionamiento de tal producto, acorde con las condiciones dinámicas de la clase.

Respetando las etapas del proceso experimental de la ingeniería didáctica, el trabajo se desarrolló en cuatro fases:

1. Primera fase: Análisis preliminares.
2. Segunda fase: Concepción y análisis a priori de las situaciones didácticas.
3. Tercera fase: Experimentación.
4. Cuarta fase: Análisis a posteriori y evaluación.

Los análisis preliminares

Para concebir la planificación, fue necesario realizar algunos análisis preliminares respecto al cuadro teórico didáctico general y sobre los conocimientos didácticos adquiridos por los alumnos y relacionados con el tema.

Los estudios realizados fueron:

- a) El análisis epistemológico de los contenidos contemplados en la enseñanza.

Los contenidos sobre los cuales debía versar la secuencia eran:

- Construir figuras que demandan identificar y trazar rectas paralelas y perpendiculares
- Construir cuadrados y rectángulos como medio para profundizar el estudio de algunas de sus propiedades
- Resolver problemas que permiten establecer relaciones entre cuadrados y rectángulos

Aquí los estudiantes debieron analizar distintas definiciones de paralelismo y perpendicularidad, identificar propiedades de cuadrados y rectángulos, descubrir y estudiar algunas relaciones entre cuadrados y rectángulos, para luego tomar decisiones acerca de cuáles definiciones, propiedades y relaciones deberían tener lugar en las clases programadas.

- b) El análisis de la enseñanza tradicional y sus efectos.

Este estudio estuvo guiado por interrogantes tales como ¿Qué lugar ocupa la enseñanza de la Geometría en la planificación docente? ¿Cuál es la relación entre la enseñanza tradicional de las propiedades de las figuras geométricas y la percepción? ¿Qué uso hace la enseñanza tradicional de las anticipaciones que el alumno puede realizar acerca de las propiedades y relaciones geométricas? ¿Por qué, generalmente, la enseñanza de la Geometría se limita a la clasificación y la memorización de los nombres de las figuras? Los alumnos, generalmente, asocian geometría a un trabajo con medidas, ¿es por efecto de la metodología de enseñanza? ¿Por qué a menudo los alumnos infieren del dibujo propiedades que no forman parte del objeto geométrico que están estudiando?...

Este estudio condujo a inferir que la enseñanza tradicional de la Geometría está ligada a la presentación ostensiva de las figuras, donde la percepción juega un papel mucho más importante que la anticipación y la argumentación.

También aquí los estudiantes analizaron las ventajas que ofrece el trabajo geométrico con lápiz y papel sobre el trabajo con computadoras, y viceversa, llegando a hipotetizar que los dibujos y construcciones con lápiz y papel permiten estudiar las propiedades de las figuras pero, como toda construcción manual es dudosa, resulta interesante gestionar posibilidades de construcción con algún software que permita motorizar un proceso de argumentación y dotar a la figura del estatus de idea, más allá del dibujo.

- c) El análisis de las concepciones de los estudiantes, de las dificultades y obstáculos que determinan su evolución.

Desde los Diseños Curriculares jurisdiccionales se sostiene que enseñar matemáticas es ofrecer la posibilidad a los alumnos de responder a situaciones matemáticas mediante la reflexión sobre problemas y sus soluciones, dentro de un contexto social, y de promover la construcción o reconstrucción de acciones, y objetos organizándolos en modelos matemáticos. Esto generó en los estudiantes la necesidad de preguntarse acerca del sentido matemático de los conocimientos involucrados en los contenidos propuestos: ¿qué concepciones permiten rechazar estos conocimientos? ¿Qué errores dejan de tener lugar, una vez que se sabe esto? ¿Cuáles son las palabras claves que dan cuenta de la aproximación a este conocimiento? ¿Qué escrituras específicas requiere?...

Algunas ideas que surgieron de este análisis refieren a que los alumnos no diferencian entre el carácter tangible del dibujo y la existencia ideal de las figuras geométricas. Para ellos, los dibujos y las construcciones con lápiz y papel alcanzan para percibir las propiedades que definen a las figuras. Por eso tienden a transferir ciertas propiedades de los dibujos a las figuras (la posición en la hoja, otorgan restricciones a figuras que no las poseen, etc.). En este punto, los estudiantes esperaban que el uso de software permitiera abonar las ideas que permiten distinguir una figura geométrica de su representación en un dibujo.

Apropiarse del modo de pensar inherente a la Geometría, supone poder apoyarse en propiedades de los objetos geométricos para poder anticipar relaciones no conocidas o inferir nuevas propiedades. Por ejemplo, a partir de la definición de rectas paralelas como aquellas que “nunca se cortan”, puede inferirse que mantienen constante su distancia punto a punto.

- d) El análisis del campo de restricciones donde se va a situar la realización didáctica.

Teniendo en cuenta que la secuencia por elaborar estaba enmarcada en el Plan de Residencia de su carrera, la cual se limita a 4 semanas de clase, los estudiantes debieron preguntarse ¿Qué alcances tiene este saber? ¿Qué se deja afuera de su tratamiento en este momento del ciclo lectivo? Tomaron así la decisión de comenzar el trabajo presentando situaciones por resolver con lápiz y papel para, sobre el final de la secuencia, incursionar con algún problema por ser resuelto mediante el uso de las computadoras con las que cuenta la escuela donde llevarían adelante estas prácticas.

La Concepción y el análisis a priori de las situaciones didácticas.

Desde la fase de concepción, se inició el proceso de validación, por medio del análisis a priori de las situaciones didácticas de la ingeniería. Este análisis a priori fue concebido por los estudiantes como un análisis de control de las relaciones entre el significado de la porción de conocimiento que se pretendía enseñar y las situaciones planificadas para ello.

Así fueron concebidas, organizadas y articuladas en el tiempo, ocho situaciones didácticas:

1. Construcción, mediante plegados de papel, de instrumentos de geometría con la finalidad de reconocer las características propias de la regla no graduada y de la escuadra como instrumentos de Geometría.
2. Copiar figuras que demandan trazar rectas paralelas y perpendiculares, identificando los instrumentos pertinentes para ello.
3. Construir con lápiz y papel una recta paralela a otra, por un punto dado.
4. Realizar la misma construcción que en 3, utilizando Geogebra en el ordenador.

5. Elaboración de instructivos para que otra persona pueda reproducir una figura, con la finalidad de profundizar en el estudio de algunas de sus propiedades.
6. Construir un cuadrado de diagonal 10 con lápiz y papel.
7. Construir el mismo cuadrado que en 6, utilizando Geogebra en el ordenador.

La experimentación

Los estudiantes pusieron a prueba la planificación de la secuencia respetando las selecciones y deliberaciones hechas en los análisis *a priori*, en algunas escuelas que dispusieron voluntariamente sus aulas para ello. A la luz de lo sucedido en estas ocasiones, pudieron revisar su producción, reformularla y enriquecerla en acuerdo con los comportamientos observados por parte de los alumnos destinatarios, haciendo evolucionar el proyecto bajo estas condiciones.

Luego, se llevó la secuencia enriquecida a la escuela donde los estudiantes debían desarrollar su Práctica de Residencia. Como esta etapa consistió en más de una clase, fue necesario realizar análisis *a posteriori* locales, luego de cada una, confrontando con los análisis *a priori*, con el fin de hacer las correcciones necesarias.

El análisis a posteriori y la evaluación

En esta fase, los estudiantes trabajaron sobre la base del conjunto de datos recolectados a lo largo de la experimentación, es decir, las observaciones realizadas de las secuencias de enseñanza, al igual que las producciones de los alumnos en el aula.

Dado que no se pretendía enmarcar esta metodología en un trabajo de investigación, no se buscó validar ni refutar hipótesis, sin embargo la determinación de trabajar en este marco metodológico permitió validar algunas cuestiones anticipadas desde los análisis *a priori* y refutar otras. Como por ejemplo, al tener que repetir en GeoGebra, las construcciones realizadas con lápiz y papel, los alumnos, tal como los estudiantes suponían, tuvieron que argumentar y justificar su trabajo porque al arrastrar el mouse sobre un vértice del supuesto cuadrado construido, éste se deformaba. También se pudo observar que la frecuente transferencia que los alumnos hacen de las propiedades del dibujo a la figura, dejaban de tener sentido al trabajar en GeoGebra.

La secuencia presentada en la Práctica de Residencia

SITUACIÓN 1

TIPO DE SITUACIÓN: Situación de Acción – 40 minutos aproximadamente.

CONTENIDO:

Construir figuras que demandan identificar y trazar rectas paralelas y perpendiculares

FINALIDAD:

Reconocer las características propias de la regla no graduada y de la escuadra como instrumentos de geometría.

DESARROLLO:

El docente solicita a la clase que guarden todo debajo de la mesa, dejando sobre la misma, sólo una hoja de papel.

A continuación, les pide que presten mucha atención y realicen lo mismo que él.

En primer lugar, con los ojos cerrados (*para que el corte sea lo más irregular posible*) raja el papel, quedando partido en dos partes. Los alumnos hacen lo propio.

Luego elige uno de los dos papeles y, también con los ojos cerrados, hace un doblez, pasando varias veces la mano por el mismo (*aquí también la idea es que se mantenga*

la irregularidad, si no fuera así, los niños podrían verse tentados a doblar por la mitad el papel haciendo coincidir sus lados). Los niños repiten el procedimiento.

A continuación apoya el papel sobre el pizarrón y pasa la tiza por el borde del doblado. Retira el papel y hace observar que ha quedado una recta dibujada en el pizarrón. Pregunta: Si esto ha servido para trazar una recta... ¿qué es lo que tengo en la mano?... *se espera que los alumnos respondan que es una regla, si no, lo dice el docente.*

Luego propone que, con el trozo de papel que todavía no han utilizado construyan una nueva regla.

Dice: Ahora, con los ojos bien abiertos, doblen como hago yo, una parte del doblado sobre la otra, de manera que coincidan perfectamente.

Repite la operación de dibujar sobre el pizarrón, pasando la tiza por los dos dobleces que aparecen en el papel y retirando el mismo. Pregunta: ¿qué ha quedado dibujado ahora en el pizarrón?

Posiblemente, los niños responderán algo así como “un ángulo recto” o “una esquina derecha”...

El docente pregunta: ¿Cómo podemos saber que ha quedado efectivamente un ángulo recto? *(es importante tener cuidado de no mencionar 90° como la medida del ángulo, ya que se trata de hacer hincapié en la construcción geométrica y no en la medida).* Si los niños no mencionan “ángulo recto”, puede decirlo el docente a título informativo. ¿Cómo podemos estar seguros de que esto es un ángulo recto? *(es bueno no darle ninguna identidad y tratarlo de “esto”, hasta que se haya comprobado)* ¿Hay algún ángulo recto a mano, que venga hecho de fábrica y no nos dé dudas de que efectivamente es recto? Los niños proponen cosas como la esquina de una hoja, o de la mesa...

El docente invita a los alumnos a comprobar con una esquina segura, que el dibujo del pizarrón se trata de un ángulo recto.

Luego, pregunta: Si esto ha servido para construir un ángulo recto... ¿qué tengo en la mano?

Si los niños no dicen “escuadra”, lo dice el docente.

Explicita: Apoyada en la esquina de nuestra escuadra, hacemos una “L”, señalando que ése es su ángulo recto.

SITUACIÓN 2

TIPO DE SITUACIÓN: Situación de Acción. Duración: dos horas de clase.

CONTENIDO:

Construir figuras que demandan identificar y trazar rectas paralelas y perpendiculares

FINALIDAD:

Trazar rectas perpendiculares y paralelas con escuadra y regla.

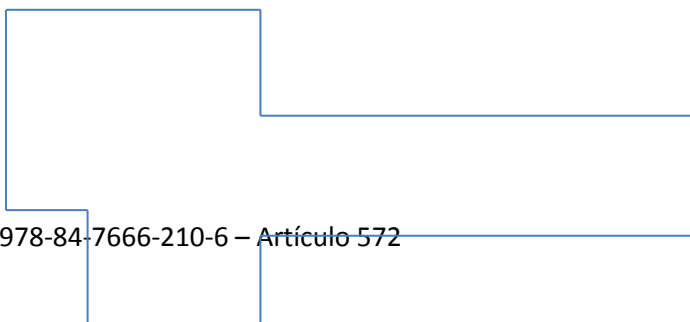
DESARROLLO:

El docente entrega a cada alumno dos hojas: una blanca lisa y otra con el dibujo de una figura geométrica.

Primer momento:

Consigna: Copia la siguiente figura en papel blanco liso, puedes usar regla o escuadra. No está permitido calcarla. Hay que conseguir la figura con un solo intento. Cuando termines superpone tu figura con la original.

Figura 1



Discusión colectiva: ¿salió igual la figura? ¿Por qué no salió igual?

Segundo Momento:

Como, seguramente, la copia no ha quedado superponible con la original, se habilita el uso de lápiz y goma, manteniendo sin modificar los demás instrumentos utilizados previamente.

Finalizada la copia se vuelve a superponer con la original.

Discusión colectiva: ¿Qué paso esta vez? ¿Qué parte salió bien de la figura? ¿Y qué salió mal? ¿Por qué pudieron hacer mejor la segunda copia? ¿Dónde tiene ángulos rectos la figura?

A medida que los niños muestran sus producciones, el docente va superponiendo su propia escuadra de manera de mostrar cómo se “mide” un ángulo recto. Teniendo en cuenta el grado de familiaridad que los alumnos puedan tener con el copiado de figuras, es conveniente que el docente ponga énfasis en destacar aquellas partes del copiado que mejor le han quedado a cada alumno.

Institucionalización Parcial:

El docente legitima la propiedad que tiene la escuadra para trazar perpendiculares. Destaca y hace registrar que **La escuadra sirve para trazar rectas paralelas y perpendiculares. La regla sola no alcanza.**

Como trabajo domiciliario, el docente propone que jueguen en casa con la regla y la escuadra, y que para la próxima clase traigan sus producciones para mostrarlas.

SITUACIÓN 3

TIPO DE SITUACIÓN: Situación de Acción. Duración: dos horas de clase

CONTENIDO:

Construir figuras que demandan identificar y trazar rectas paralelas y perpendiculares

FINALIDAD:

Determinar una recta paralela a otra, por un punto dado.

DESARROLLO:

Modalidad de trabajo: Inicialmente en parejas, luego se reunirán en sextetos y finalmente entre todo el grupo clase.

Acuerdos previos: Mesas despejadas.

El docente comunica a la clase que en su barrio se ha construido una cancha de fútbol para todos los niños de la zona, y sólo resta, para que empiece a funcionar, la conexión de agua en los sectores de los baños, a la red pública.

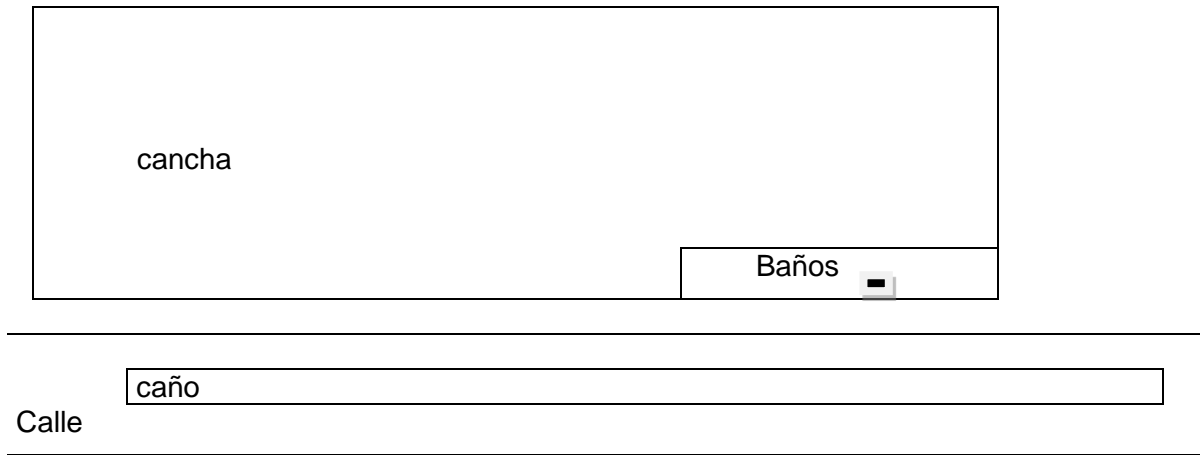
Se han generado algunos inconvenientes con respecto al lugar donde se debe perforar el caño de agua para que se utilicen la menor cantidad de caño posible.

El docente hace entrega a cada pareja del plano de la cancha donde está indicado el sector de los baños y la calle desde donde se traerá el agua.

Entrega también los siguientes materiales: Regla, hilo, cinta adhesiva, tiras de tela, escuadra, varillas de brochet, metro de carpintero y elástico.

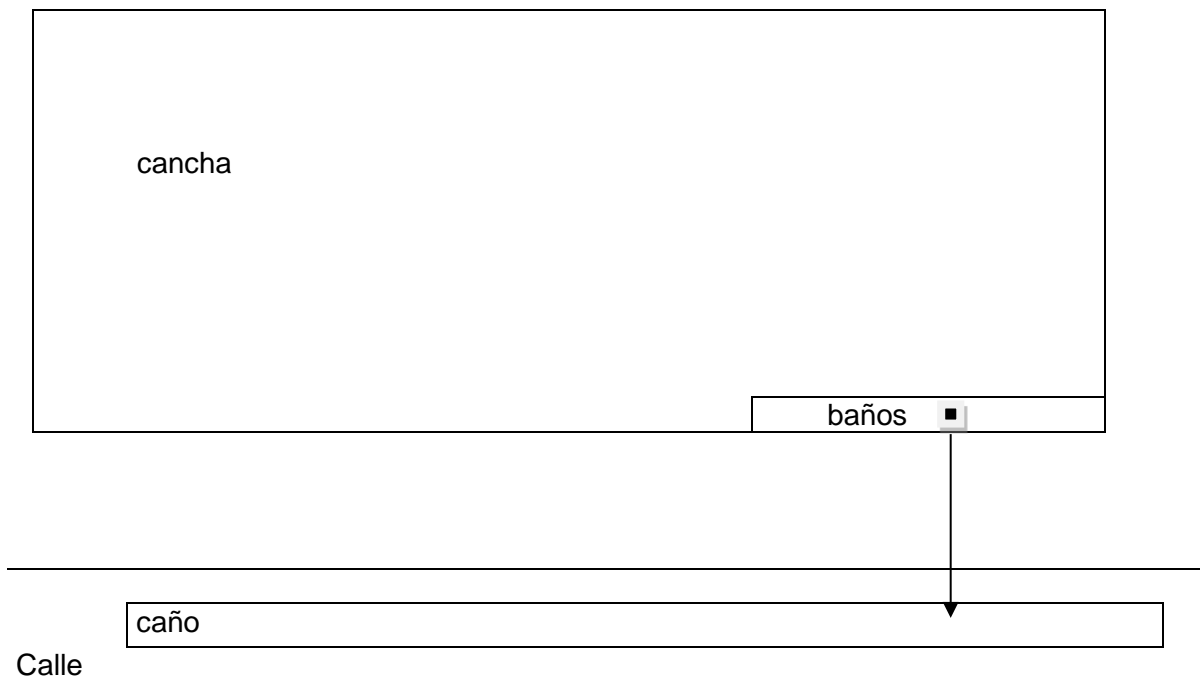
E indica que con esos instrumentos deberán establecer la dirección de la recta que represente el lugar por donde debería realizarse el zanjeo que permita la menor utilización de caño posible.

Figura 2



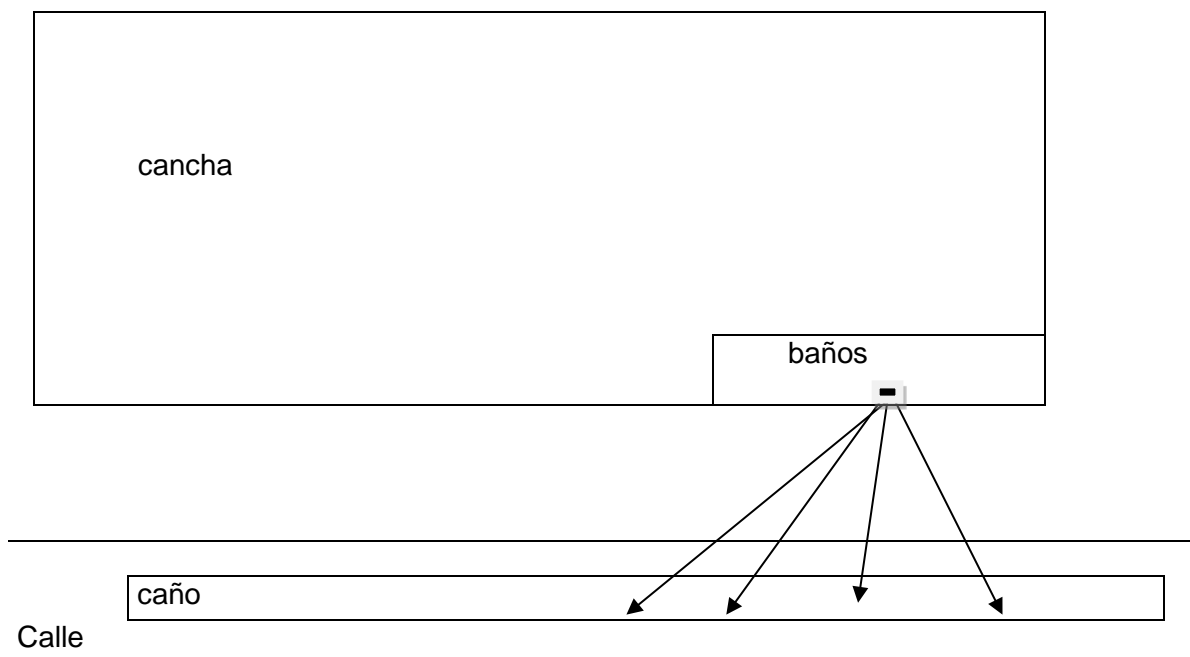
Resultados exitosos:

Figura 3



Posibles resultados no favorables:

Figura 4



Una vez realizado lo indicado, las parejas se agruparon formando sextetos y compararon sus trabajos, con la intención de obtener el que más se ajuste a la situación requerida.

Finalmente se realizara una puesta en común entre el grupo clase, cada sexteto comunicará como lo hicieron y que instrumentos utilizaron.

Se confrontan los diferentes procedimientos hasta arribar al correcto, entre todos.

Institucionalización: El docente legitima el uso de la escuadra como el instrumento óptimo para solucionar este tipo de problemas (*es recomendable que converse con los alumnos acerca del tipo de problema que la situación plantea, esto es encontrar la distancia más corta entre una recta y un punto. La conversación debe servir para descontextualizar el problema*) Resaltando y haciendo registrar que **la distancia más corta entre un punto y una recta es la perpendicular a esa recta que pasa por el punto**

SITUACIÓN 4

TIPO DE SITUACIÓN: Situación de Acción Duración: dos horas de clase

CONTENIDO:

Construir figuras que demandan identificar y trazar rectas paralelas y perpendiculares

FINALIDAD:

Determinar una recta paralela a otra, por un punto dado.

DESARROLLO: El docente trae el carrito que contiene las computadoras portátiles. Presenta a la clase el programa GeoGebra, dando un tiempo para que los alumnos lo exploren. Solicita a los alumnos que reconstruyan la situación vivida en la clase anterior, utilizando el programa y considerando un punto, como la puerta de los baños y una recta para la dirección del caño de la red pública.

Los alumnos resuelven el problema en forma autónoma.

A partir de lo institucionalizado en la clase anterior es de esperar que los alumnos utilicen para la construcción el botón “recta perpendicular”.

SITUACIÓN 5

TIPO DE SITUACIÓN: Situación de Formulación Duración: dos horas de clase

CONTENIDO:

Construir cuadrados y rectángulos como medio para profundizar el estudio de algunas de sus propiedades

FINALIDAD:

Elaboración de instructivos para que otra persona pueda reproducir una figura

DESARROLLO:

Se divide a la clase en varios grupos de 4 integrantes. Cada grupo es “socio” de otro grupo. La mitad de los grupos (los llamaremos grupo A) recibe una misma figura y la otra mitad (grupo B) otra figura. Ambas figuras ponen en juego los mismos conocimientos.

Consigna: Cada grupo (A o B) elabora un mensaje escrito con instrucciones para que su grupo socio (B o A), al recibirlo, pueda construir la figura. (*Las medidas no están dadas a los alumnos*)

El docente aclara: “En el mensaje pueden poner lo que quieran pero no puede haber ningún dibujo, es como si le estuvieran mandando un mensaje por teléfono. Cuando tengan el mensaje listo me lo dan a mí y yo se lo llevo al otro grupo, no vale pararse y no vale hablar con sus socios. La idea es que el mensaje que manden se entienda, para que los socios puedan construir la figura. Ustedes, por ejemplo, juegan con aquel grupo, no pueden enviarle ningún dibujo, pero ustedes ganan si lo que ellos arman coincide con lo que tienen ustedes”.

Figura 5

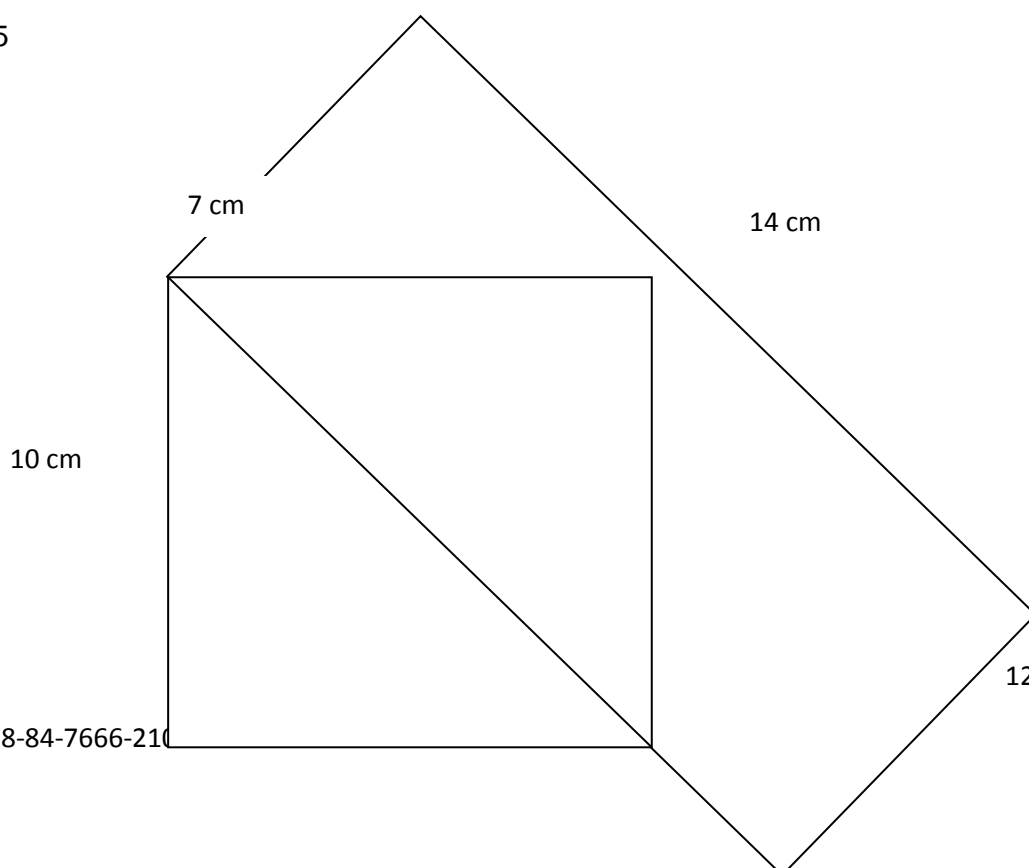
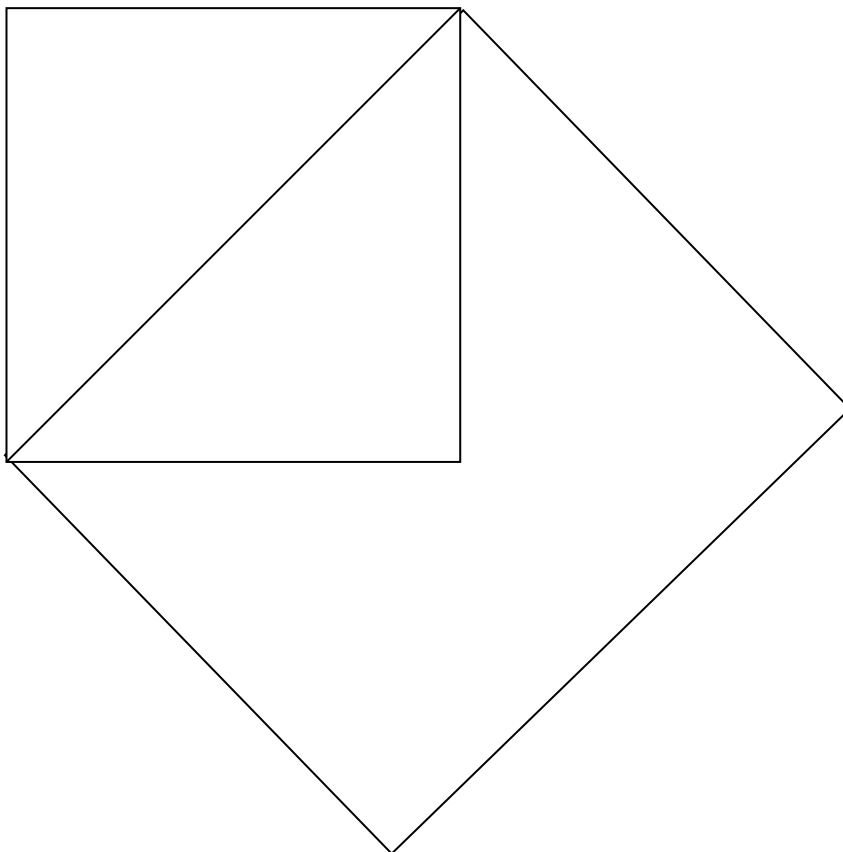


Figura 6



A medida que cada grupo recibe las instrucciones, inician la construcción.

Luego, se comparan y analizan los errores a partir de preguntas como ¿qué decía el mensaje que permitió (o no) construir esta figura? ¿Qué palabras permiten, con seguridad, construir una figura igual? ¿Qué palabras no sirven?

Institucionalización Parcial: El docente remarca la importancia de tener los mismos significados para las palabras utilizadas y así garantizar que la comunicación funcione. Propone registrar las palabras que sirvieron para esto, destacando y haciendo registrar que **en geometría, hay que usar palabras específicas, la información precisa sobre medidas y las relaciones entre las figuras.**

SITUACIÓN 6

TIPO DE SITUACIÓN: Situación de Acción Duración: dos horas de clase.

CONTENIDO:

Construir cuadrados y rectángulos como medio para profundizar el estudio de algunas de sus propiedades

FINALIDAD:

Construir un cuadrado explicitando las propiedades.

DESARROLLO:

El docente comienza la clase preguntando si saben por qué los televisores se venden como “de 15 pulgadas”, “de 32 pulgadas”, etc. Haciendo saber que 15, 32 pulgadas es la medida de la longitud de la diagonal de la pantalla del televisor.

Propone jugar a ser fabricantes de televisores y que, por alguna razón extraña, les han encargado televisores de pantalla cuadrada, de 10 cm. Para ello, entrega hojas blancas lisas y los niños cuentan con sus escuadras de papel y reglas graduadas.

Luego de que han conseguido construir el cuadrado el docente organiza una puesta en común, invitando a los niños a superponer sus “pantallas”. Los niños comprueban que son todas iguales, (por eso los televisores se venden sólo por el dato de la medida de la diagonal) y también les propone que midan la otra diagonal al tiempo que pregunta *¿qué está pasando? (se trata aquí de que los niños vayan explicitando las propiedades de las diagonales del cuadrado y que, aunque deben medir lo mismo hay errores de construcción inevitables, que hacen que las construcciones aparezcan diferentes)*

Institucionalización Parcial:

El docente destaca y hace registrar que **las diagonales del cuadrado son perpendiculares, iguales y se cortan en el punto medio**. Y además, que **ninguna construcción geométrica es igual a otra porque las personas que las construyen son todas diferentes**.

SITUACIÓN 7

TIPO DE SITUACIÓN: Situación de Acción Duración: dos horas de clase.

CONTENIDO:

Construir cuadrados y rectángulos como medio para profundizar el estudio de algunas de sus propiedades

FINALIDAD:

Reconocer la necesidad de construir figuras a partir de sus propiedades, cuando se trata de hacerlo con GoeGebra.

DESARROLLO:

Primer momento:

El docente vuelve a traer al aula el carro que contiene las computadoras portátiles. Solicita a los alumnos que construyan un cuadrado cuya diagonal mida 10.

Los alumnos construyen de manera autónoma.

Segundo momento:

El docente interviene en la construcción realizada por los alumnos, quienes aseguran que han construido un cuadrado, arrastrando el mouse sobre un vértice de la figura construida. Al hacerlo, el cuadrado se deforma. El docente pregunta a qué se debe tal efecto. Los alumnos discuten entre ellos y dan respuestas que los van aproximando a la idea de que al momento de la construcción, si no se consideran las propiedades del cuadrado, no resulta. Vuelven sobre lo trabajado en la clase anterior y realizan una nueva construcción a partir de las propiedades del cuadrado.

Institucionalización Parcial:

La maestra hace registrar que para construir una figura es necesario tener en cuenta sus propiedades.

Conclusiones

La ingeniería didáctica se fundamenta en las teorías de Situaciones Didácticas formulada por Brousseau y de Transposición Didáctica formulada por Chevallard, ambos enmarcados en la Didáctica de la Matemática de la denominada Escuela Francesa.

Los estudiantes han utilizado en su desarrollo las distintas fases de la ingeniería didáctica: análisis preliminares; concepción y análisis *a priori* de las situaciones didácticas; experimentación y análisis *a posteriori* con la evaluación.

En los análisis preliminares fueron revisados programas, textos, libros de historia de las matemáticas para los análisis epistemológicos y bibliografía de la didáctica específica con el fin de determinar la metodología utilizada por la enseñanza tradicional para la Geometría, y sus efectos. También han tenido que elaborar cuestionarios para identificar las concepciones de los alumnos respecto al objeto de estudio.

Se elaboraron las situaciones didácticas que fueron utilizadas en la fase experimental, tratando de respetar la tipología que determina el marco teórico: situaciones de acción, de formulación, de validación y de institucionalización.

Finalmente se analizaron los datos recolectados para proceder a hacer el análisis *a posteriori* con la respectiva evaluación de los resultados obtenidos y la validación, resultante de la confrontación de éste con el análisis *a priori*.

Es de destacar las posibilidades que brindó en esta experiencia el uso del programa computacional GeoGebra. Los estudiantes pudieron abordar los contenidos haciendo uso de una tecnología informática de gran impacto en los procesos de enseñanza y de aprendizaje matemáticos, pues ofrece la posibilidad de trabajar la Geometría de manera dinámica, a partir de considerar las propiedades de las figuras.

Por otra parte, a partir de esta experiencia, quedó instalada en el Instituto formador una tecnología didáctica adecuada para la enseñanza de la Matemática desde los paradigmas actuales.