

Conclusiones

En este apartado se presentan las conclusiones que se tienen del trabajo, con lo que se pretende que éstas permitan al lector tener una visión general de lo que se pudo observar al diseñar y al poner en escena la secuencia de actividades didácticas.

La estructura de este apartado contempla los siguientes aspectos: Dificultades en el proceso de diseño de la secuencia de actividades didácticas, dificultades que presentaron los estudiantes en las primeras actividades, logros de los objetivos planteados, experiencias en la estrategia de diseño y aplicación de la secuencia de actividades y posibles líneas de trabajo que permitan en futuros diseños o investigaciones enriquecer los resultados aquí obtenidos.

Dificultades en el proceso de diseño de la secuencia de actividades didácticas.

La elaboración de la secuencia de actividades didácticas fue un reto ya que debían ser actividades en las que los estudiantes participaran de manera activa al tratar de resolver las situaciones planteadas, partiendo de la idea de que es la acción del estudiante lo que le permite ir construyendo el significado del objeto matemático vector y en particular lo referente a la suma vectorial en coordenadas cartesianas. Otro reto era estructurar las actividades didácticas en una secuencia en la que se reflejará conexión entre ellas, tanto en contenido como en propósitos, y no que se vieran como actividades sueltas y sin sentido.

Entre las dificultades más importantes para lograr el diseño podemos mencionar las siguientes:

- ◆ Elección de los contextos.
- ◆ Seleccionar la información adecuada sin proporcionar datos extras.
- ◆ Falta de experiencia como profesora.
- ◆ Identificar lo que se quiere lograr con cada actividad.

- ◆ Redactar de manera correcta las preguntas para que a través de ellas se pudiera alcanzar el propósito establecido.
- ◆ Organización de las actividades en la secuencia.
- ◆ Falta de dominio del software GeoGebra.

Dificultades que presentaron los estudiantes en las primeras actividades

En la puesta en escena de la secuencia de actividades didácticas, se identificaron en los estudiantes una serie de dificultades, algunas de ellas coinciden con las dificultades que presentan estudiantes de otras universidades al trabajar con el tema de vectores, reportadas en otras investigaciones tal como lo reportamos en el primer capítulo, entre las dificultades detectadas al trabajar con las primeras actividades de la secuencia podemos destacar las siguientes:

- ◆ Desconocimiento de las características que definen un vector.
- ◆ Olvido de las funciones trigonométricas.
- ◆ Dificultades de carácter conceptual como sumar vectores como escalares.
- ◆ No logran diferenciar el objeto desplazamiento del objeto recorrido.
- ◆ Uso incorrecto del teorema de Pitágoras
- ◆ Ignoran el sentido de los vectores para realizar la suma.
- ◆ Expresar sus ideas y conclusiones en el registro del lenguaje natural, pese a haber utilizado una estrategia adecuada para resolver las actividades y tener las respuestas correctas.

Es importante mencionar que estas dificultades se hicieron evidentes al poner en escena las primeras actividades, y en la mayoría de los estudiantes no persistieron al finalizar la secuencia de actividades, lo cual no quiere decir que de manera automática al resolver las actividades dichas dificultades van desapareciendo, sino que es fundamental la participación del profesor responsable de la puesta en escena, ya que al ir interactuando con los estudiantes tiene la posibilidad de identificarlas y al mismo tiempo ir haciendo replanteamientos de la situación que se está trabajando

para generar un ambiente en el que los estudiantes pongan en juego sus conocimientos y reflexionen sobre la pertinencia o no de la forma en cómo lo están utilizando.

Logros de los objetivos planteados

En lo que respecta al objetivo del trabajo podemos decir que para el diseño de la secuencia de actividades didácticas se logró identificar situaciones en contextos apropiados en los que se promueve la construcción de la suma vectorial, ya que al tratar de resolver las situaciones planteadas los estudiantes se ven en la necesidad de poner en juego la suma de vectores coordinando diferentes registros de representación o bien haciendo transformaciones dentro del mismo registro.

Para valorar el logro de los objetivos de la secuencia de actividades didácticas, que en buena medida determinan el logro de los objetivos del trabajo, es fundamental lo que se observa en el análisis de las hojas de trabajo y de lo que ocurre en el salón de clase al aplicar la secuencia, de donde podemos concluir que:

En las primeras cuatro actividades de la secuencia, y a pesar de las dificultades que presentaron los estudiantes logran diferenciar las cantidades escalares de los vectores. También durante el desarrollo de esas primeras actividades se observó que los estudiantes tuvieron mayor facilidad para identificar las características de los vectores en el registro gráfico, en un primer momento construyeron un significado en este registro de representación de los objetos matemáticos involucrados, aunque no tan completo pero útil para el propósito de las actividades.

La mayoría de las dificultades relacionadas con la representación en el registro gráfico, fueron provocadas principalmente por la poca familiaridad que tenían los estudiantes de trabajar en dicho registro, mientras que las dificultades presentes en el registro numérico pueden deberse al olvido de las funciones trigonométricas al

iniciar el desarrollo de la secuencia, lo cual se va subsanando a lo largo del desarrollo de las actividades que integran la propuesta.

En la Actividad 5 que es la primera en la que se les proporciona la información en el registro gráfico, los estudiantes tuvieron dificultades para hacer el tratamiento en dicho registro al no poder, en un primer momento, realizar la suma vectorial haciendo la traslación (manifestación perceptible del tratamiento) de los vectores que se deben sumar (recordemos que la suma vectorial en el registro gráfico implica realizar un tratamiento de los vectores ya que una vez que se decide cual es el primer vector que se suma, el punto inicial del siguiente debe ser trasladado al punto final del primero, el del tercero al punto final del segundo y así sucesivamente hasta llegar al último vector que se suma). La dificultad presente en esta actividad puede deberse a que en las actividades previas el contexto plantea situaciones de desplazamientos y como que es más natural pensar que un segundo desplazamiento inicia después de haber terminado el primero, y un tercero después de haber terminado el segundo y así sucesivamente.

Los ambientes dinámicos diseñados con GeoGebra, utilizados en las actividades 6 y 7, brindaron a los estudiantes un escenario para que ellos tuvieran experiencias para observar el comportamiento de los vectores respecto a la suma vectorial, y a partir de dicha observación pudieron realizar conjeturas que el mismo ambiente computacional les permite verificar al menos en el registro gráfico y numérico. La manipulación que permite hacer GeoGebra proporcionó a los estudiantes la oportunidad de tener una gran cantidad de experiencias en las que las variaciones en el registro gráfico podía percibir las instantáneamente en el registro numérico, lo cual les permitió enriquecer su significado de las propiedades conmutativa y asociativa de la suma vectorial. Este ambiente computacional también coadyuva a inhibir la presencia de la “paradoja cognitiva del conocimiento matemático”; ya que los estudiantes pudieron realizar tareas que involucraron la representación simultánea de objetos en el registro gráfico y numérico sin complicaciones mayores.

En la actividad 8 los estudiantes lograron definir la suma vectorial en coordenadas cartesianas, lo cual es uno de los elementos fundamentales propuestos tanto en el objetivo del trabajo como en el objetivo de la secuencia, consideramos que la ambientación que se generó con las primeras siete actividades propició que esto se lograra de manera natural.

En todas las actividades los estudiantes se vieron en la necesidad de poner en juego dos de las actividades cognitivas fundamentales ligadas a la semiosis: el tratamiento y la conversión, la primera se ponen de manifiesto a través de las transformaciones que se realizan dentro del mismo registro (lo cual se hace ostensible a través de operaciones aritméticas, algebraicas o geométricas (como las traslaciones)) que se requieren para resolver la situación planteada; y la segunda a través de las transformaciones que se realizan de un registro de representación a otro (lo cual se hace ostensible al representar gráficamente o numéricamente lo que se plantea de manera verbal o viceversa, o bien al pasar del registro numérico al gráfico y viceversa).

Experiencias en la estrategia de diseño y aplicación de la secuencia de actividades

En el diseño de las actividades fue fundamental el trabajo en equipo de dos elementos, quien diseñó las actividades y quien las implementaría en el aula con los estudiantes (profesor con experiencia en impartir el curso de Geometría Analítica), el hecho de que quien implementa la propuesta la conozca desde sus orígenes brinda la oportunidad de hacer sugerencias en el diseño de las actividades, así como tener conciencia de los propósitos específicos de cada una de ellas. Ese conocimiento de las actividades le permite que en la puesta en escena pueda hacer los ajustes que considere pertinentes.

Otro aspecto importante en el diseño de la secuencia de actividades didácticas es el hecho de hacer evidente los dos primeros momentos en que se organizó la estrategia

didáctica con la que serían abordadas las actividades: trabajo individual y trabajo en equipo; el trabajo realizado en estos dos primeros momentos quedaron plasmados en las hojas de trabajo en las que se tiene asignado explícitamente un espacio para que los estudiantes registres sus estrategias y resultados obtenidos en cada uno de estos momentos, lo cual fue muy favorable para el análisis de la puesta en escena de las actividades ya que permite ver la evolución que tienen los estudiantes después de haber transitado ambos momentos.

Es importante destacar que el segundo momento de la estrategia didáctica (trabajo en equipo) les permitió poner en juego sus conocimientos y habilidades, además de realizar la institucionalización local del nuevo conocimiento que iban construyendo. Con esta forma de trabajo se observó en los estudiantes una mayor confianza al exponer sus ideas en grupos pequeños de compañeros; además, se favorece la cooperación entre los integrantes de los equipos durante la ejecución de las actividades. También se observó mayor disponibilidad por parte de los estudiantes para escuchar, refutar, argumentar y defender las conclusiones a las que habían llegado con sus equipos de trabajo, cuando se realizaban las discusiones grupales.

El formato que se diseñó para las hojas de trabajo no considera un espacio para que se registren las estrategias y resultados de los estudiantes una vez que se hace la discusión grupal, creemos que para próximas puestas en escena de la secuencia de actividades didácticas deberá incluirse un espacio para que esta información se registre, ya que así tenemos la posibilidad de tener un panorama más completo de la evolución que tienen los estudiantes una vez que se trabajan los tres momentos.

En la puesta en escena de la secuencia de actividades didácticas también se detectaron algunas dificultades que creímos pueden atribuirse a la redacción de algunas actividades, por lo que se hicieron los ajustes que consideramos pertinentes con el propósito de mejorar la redacción de las actividades, entre los que podemos mencionar las siguientes:

- ◆ Reorganización de las preguntas en actividad 1.
- ◆ Se agregaron más datos en algunas imágenes con la intención de mejorar la comprensión de la actividad 2.
- ◆ Cambio de redacción en la información proporcionada en los casos proporcionados en la actividad 3.
- ◆ Se agregaron preguntas a la actividad 5 que permitieran al estudiante comparar resultados con sus compañeros.

Posibles líneas de trabajo que permitan en futuros diseños o investigaciones enriquecer los resultados aquí obtenidos.

Después de concluido este trabajo, quedan abiertos algunos problemas o líneas de investigación relacionadas. Por ejemplo:

- ◆ La continuación del diseño para abarcar otras propiedades y características de la suma vectorial.
- ◆ La detección de dificultades de aprendizaje que los estudiantes presentan al trabajar con el tema de vectores y la suma de estos, aunque aquí se señalan algunas, no se realizó una investigación formal de ellas debido a que esto sobrepasa los alcances de este trabajo de tesis.
- ◆ Realizar un mayor número de actividades con el apoyo del software GeoGebra en el que se puedan explotar al máximo los beneficios que brinda en los estudiantes el trabajar con ambientes computacionales.
- ◆ Centrar el análisis en los elementos significativos que persisten en la representación del objeto matemático suma vectorial cuando se lleva a cabo la transformación de un registro de representación a otro.
- ◆ Realizar una guía para el profesor en la que se explique a detalle cada una de las actividades, los objetivos que estas tienen, lo que se pretende promover en cada una de ellos, lo que se espera que el estudiante sea capaz de hacer e

incluir de manera detallada la estrategia didáctica propuesta para su aplicación.

- ◆ Incorporar actividades en la secuencia de actividades didácticas que tengan como propósito central evaluar los aprendizajes de los estudiantes, ya que en este trabajo la construcción de los aprendizajes se observan y registran a través del trabajo que ellos hacen en el aula, y el reporte que se hace de ellos es de tipo descriptivo.

Para concluir me gustaría plantear algunas experiencias que tuve a lo largo de los dos años en que estuve trabajando en este proyecto, por una parte el estudio de algunas teorías que ayudan a entender y a explicar la problemática presente en Matemática Educativa y el hecho de compartir opiniones con los expertos de esta disciplina, cambio muchas de mis concepciones respecto de cómo deben ser enseñadas las matemáticas y que se puede esperar como respuesta de aquellos alumnos que son expuestos a distintos tipos de enseñanza. Por esta razón me propuse realizar como trabajo de tesis, un proyecto de desarrollo docente en el que se viera reflejada una de estas teorías, en particular la Teorías de la Representaciones Semióticas, que a mi juicio era la más apropiada para desarrollar la secuencia de actividades didácticas de acuerdo al objeto matemático que se pretende promover.

La experiencia vivida con este trabajo, resultó enriquecedora, no únicamente por los resultados observados de la aplicación del diseño, sino además porque fue posible enriquecer mi idea de lo que es el trabajo del profesor en el aula a partir de las necesidades de los estudiantes y de la manera en que ellos aprenden, por ejemplo yo tenía la idea de que era suficiente que el profesor enunciara verbalmente de manera adecuada alguna idea para que los estudiantes se apropiaran de ella. Esta visión se vio modificada al tener la oportunidad de participar como observadora en la puesta en escena de la secuencia de actividades didácticas, ya que aún cuando las ideas se discutía en equipo y después grupalmente, en siguientes actividades donde se tenía

que poner en juego la misma idea había estudiantes que seguía presentado dificultades con ella.

Por último, he podido observa que cuando a los estudiantes se les da la oportunidad de participar de manera activa en la resolución de actividades se genera un ambiente más rico para el aprendizaje.