

¿Es el Agua un Espejismo? Algunas Reflexiones desde la Perspectiva de La educación Matemática Crítica⁵⁸

Henry Cardozo, henrola67421@hotmail.com

Angelo Chaparro, angeloud07@hotmail.com

Gabriel Mancera, gmancerao@udistrital.edu.co

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

1. Presentación del problema

Teniendo en cuenta que la educación tradicional es vista como un modelo pedagógico que entre otras: i) se enfoca en desarrollar en los estudiantes conocimientos algorítmicos, ii) hace un énfasis en la ejercitación de procedimientos, iii) no tiene en cuenta el desarrollo social del individuo dentro de una comunidad y tampoco se enfoca en el proceso que tiene un estudiante al desarrollar una actividad con determinado objeto matemático; hoy en día se propende por buscar perspectivas que le permitan a los estudiantes encontrarle sentido a las actividades que el profesor lleva al aula.

A la luz de lo anterior, en Colombia han surgido diversas tendencias que han buscado la renovación pedagógica, didáctica y conceptual en la educación escolar, enmarcadas –la mayoría de estas propuestas– dentro de la idea de que los estudiantes se relacionen directamente con el conocimiento, mientras que el profesor toma una postura de orientador del proceso de aprendizaje del estudiante.

Teniendo en cuenta lo anterior, muchos profesores han buscado cambiar sus prácticas tradicionales de enseñanza, un ejemplo de ello lo encontramos en el colectivo de profesores de la Institución Educativa Distrital Colegio Paulo Freire de la localidad de Usme (Bogotá, Colombia); donde los profesores –en concordancia con las ideas del pedagogo Paulo Freire– comparten, como parte de su proyecto educativo, el hecho de ver a la enseñanza como un proceso que debe generar en los estudiantes una comprensión crítica de la realidad social, política y económica en la que él está inmerso.

Por otra parte, el colectivo de profesores y estudiantes del grupo de investigación EDUTOPÍA de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, venía reflexionando sobre las características de una perspectiva socio política de la educación, compartiendo que: i) las prácticas de la educación matemática no se pueden definir exclusivamente en términos de procesos de pensamiento individual; ii) la investigación de esas prácticas requiere la indagación de los actores involucrados en la creación y recreación de los diversos conocimientos matemáticos, en una diversidad de

⁵⁸ La presente ponencia muestra un avance de la investigación “*Los escenarios de aprendizaje como propuesta desde la Educación Matemática Crítica para la formación continuada de profesores de matemáticas en ejercicio*” (financiado por el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”), desarrollada en la Institución Educativa Distrital Paulo Freire (IEDPF) (Bogotá, Colombia)

contextos, no sólo en el aula; iii) las matemáticas no son un conocimiento único. Existen diversos conocimientos matemáticos asociados a diversas prácticas sociales y culturales, y iv) las matemáticas no son un conocimiento neutral, sino que son un conocimiento/poder del cual seres humanos hacen uso en diversas situaciones de la vida social para promover una visión determinada del mundo. (Valero, 2007)

Es así como los dos colectivos se encontraron con el ánimo de adelantar el proyecto investigación “Los escenarios de aprendizaje como propuesta desde la Educación Matemática Crítica para la formación continuada de profesores de matemáticas en ejercicio”, proyecto que se plantea: i) caracterizar algunos aspectos del diseño, implementación y valoración de un escenario de aprendizaje desde la Educación Matemática Crítica; ii) describir los roles que deben asumir los profesores de matemáticas bajo esta perspectiva y cómo enriquece sus conocimientos profesionales; iii) describir cuáles son los nuevos roles que deben asumir los estudiantes bajo esta perspectiva y cómo enriquece sus conocimientos y su acción en contexto donde vive; iv) dar cuenta de la mediación que debe contemplarse, en el diseño de escenarios de aprendizaje, entre los conocimientos básicos que poseen los estudiantes de secundaria y las matemáticas avanzadas que requieren algunos de procesos de modelación matemática de fenómenos cotidianos y v) establecer aspectos que posibiliten mitigar los riesgos que conlleva el encuentro de dos colectivos de profesores bajo un enfoque colaborativo.

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente ponencia da cuenta de un avance de la investigación señalada, particularmente en relación con el primer propósito.

Para ello, se presenta el pilotaje realizado por los dos colectivos en relación con la propuesta de un escenario de investigación para grado undécimo, buscando generar pensamiento crítico en los estudiantes alrededor de la importancia de preservar el agua.

Esté escenario de investigación se desarrolla en fases dentro de las cuales se plantea estudiar y analizar el recibo público del agua.

2. Marco de referencia conceptual

En el marco de referencia conceptual se parte por compartir las ideas de De Zubiría (2005) en relación con la Educación Matemática Crítica en la cual, uno de sus postulados teóricos señala que: *en el aula de matemáticas, lo social antecede a lo matemático, ya que no habrá aprendizaje si no se crea un ambiente en el cual todos se sientan participes de su propio aprendizaje, sin sentirse excluidos por razones de distancia cultural o social*; además, se comparte el postulado de que todo individuo es un ser social, por lo cual el aula es un micro-contexto social de interacción que no puede ser disociado del macro-contexto en el que están inmersos el aula y quienes la componen.

Por otra parte y en relación con la Educación Matemática Crítica, Skovsmose (2000) desarrolla seis tipos de ambientes de aprendizaje, los cuales quedan determinados al relacionar tres tipos de referencia (matemáticas puras, semi-realidad y realidad) con dos formas de organizar la actividad de los estudiantes (paradigma del ejercicio y paradigma del enfoque investigativo).

En relación con la forma de organizar la actividad de los estudiantes se parte por reconocer que la educación tradicional está basada en procedimientos algorítmicos para solucionar problemas – también llamado *paradigma del ejercicio*– dejando de lado el contexto social, político y cultural de

los estudiantes. De esta manera la Educación Matemática Crítica hace frente a este paradigma mediante una propuesta que denomina Skovsmose (2000) como el *paradigma del enfoque investigativo*, el cual busca enfatizar el trabajo en el aula de matemáticas a través de proyectos. Según este autor:

“En general, el trabajo por proyectos se ubica dentro de un “escenario” que ofrece posibilidades para realizar investigaciones y representa un ambiente de aprendizaje en esencia diferente al del paradigma del ejercicio.”

Un escenario de investigación según Skovsmose (2000), es una situación que genera, posibilita y promueve en los estudiantes un trabajo investigativo, en otras palabras es una práctica educativa donde los estudiantes y profesores se hacen participantes activos de la misma.

Según Skovsmose (2000) para lograr el objetivo de relacionar las prácticas educativas con el contexto, se generan –como ya se mencionó– tres tipos de referencias; matemática pura, semi-realidad y realidad. En este sentido se crean seis ambientes de aprendizaje, que se conectan con los tres tipos de referencia y los enfoques tradicional e investigativo desarrollados en la clase de matemáticas.

De acuerdo con lo anterior: i) el ambiente que relaciona el paradigma del ejercicio y el marco de referencia de matemática pura, hace alusión a las actividades de tipo procedimental y algorítmico sin tener en cuenta el contexto de los estudiantes; ii) el ambiente que se genera con el mismo marco de referencia (matemática pura), pero enmarcado en los escenarios de

		Formas de organización de la actividad de los estudiantes	
		Paradigma del ejercicio	Escenarios de investigación
Tipo de referencia	Matemáticas puras	(1)	(2)
	Semirealidad	(3)	(4)
	Situaciones de la vida real	(5)	(6)

Tabla tomada de Skovsmose (2000)

investigación, permite abordar de diferentes maneras una actividad y no se restringe a una única respuesta; iii) en el ambiente que relaciona una actividad de referencia semi-real con el paradigma del ejercicio, se encuentran problemas donde se supone una situación aparentemente real, en ésta se trabaja sobre objetos matemáticos, que en su gran mayoría no se vivencian por los estudiantes en la cotidianidad; iv) en un ambiente con el mismo tipo de referencia sobre el paradigma del escenario de investigación, el docente –quien fomenta la actividad– hace participe al estudiante de la actividad, donde, se realicen diferentes exploraciones y diferentes propuestas para desarrollar la actividad v) en los ambientes de referencia tipo real con el paradigma del ejercicio, los estudiantes pueden adicionar información y cuestionarla ya que los problemas son reales, sin dejar de lado las actividades de tipo matemático y vi) finalmente las actividades bajo el mismo tipo de referencia (real), en un escenario de investigación, le permiten –al estudiante– asumir el problema en cuestión y buscar alternativas de solución y análisis del problema.

Así, para construir un buen escenario de aprendizaje y establecer una buena metodología de enseñanza, se deberá analizar y buscar estrategias que involucren aspectos importantes como los mencionados anteriormente. Estas series de relaciones se concretizan en situaciones donde personas –estudiantes y profesores– se involucran en prácticas dentro de las cuales se desenvuelve el aprendizaje matemático, buscando desarrollar –de esta manera– una educación matemática que “sustente la democracia, lo cual quiere decir que la microsociedad del salón de

clase de matemáticas debe: Encarnar aspectos democráticos y poder generar un aprendizaje cooperativo” (Skovsmose, 1999)

3. Reflexiones metodológicas y análisis de datos

Para diseñar la propuesta de un escenario de investigación para grado undécimo, buscando generar pensamiento crítico en los estudiantes alrededor de la importancia de preservar el agua, los dos colectivos adoptaron una metodología de trabajo que consistió en el desarrollo de una dinámica que posibilitara –entre otras– que:

- *“El punto inicial de los problemas a estudiar, fueran identificados por el colectivo de profesores del colegio, los cuales constituyen desafíos y dificultades asociadas a sus prácticas escolares relacionadas con las matemáticas.*
- *Los problemas y desafíos son discutidos y analizados por los colectivos, y tienen como mediación la lectura de artículos o estudios que contribuyan a comprenderlos y a encontrar caminos de solución, en tanto se acepta que la transformación de las realidades escolares es el principal de los retos de investigadores y profesores.*
- *Desde el mismo instante en que se inicia la comprensión de los problemas, un subgrupo (que puede integrarse con miembros de los dos colectivos), prepara, con la colaboración de todos, escenarios y alternativas para ser desarrolladas y aplicadas, teniendo cuidado de registrar (en notas de campo, narrativas, video y/o audio, etc.) los acontecimientos que se dan durante su ejecución y las producciones de los estudiantes.*
- *Los profesores que desarrollan las actividades producen, con base en los registros obtenidos, narrativas o historias del desarrollo de las actividades, las cuales son analizadas de manera sistemática por los dos colectivos para tomar decisiones entorno al aprendizaje de los estudiantes y de ser posible son publicadas para darlas a conocer a la comunidad académica.”* (Fragmento tomado del proyecto, 2009)

Así, para lograr el objetivo de desarrollar un ambiente de aprendizaje tipo seis, alrededor de la importancia de preservar el agua, se planearon cuatro fases, las cuales tienen como propósito generar una organización metodológica que permita avanzar de manera progresiva en el trabajo sobre el recibo del agua. A partir de este proceso se buscó generar conciencia en los estudiantes sobre la cantidad de agua que consumen en sus viviendas y el ahorro que se debería hacer del líquido.

A continuación se presentan dichas fases:

La primera fase se propuso generar en los estudiantes una posición crítica sobre la importancia de preservar el agua, para ello se les pidió reflexionar –en un primer momento– sobre interrogantes como:

- ¿Qué tan importante es el agua para ti?
- ¿Toda el agua del mundo se puede consumir (mares, océanos, ríos, represas, riachuelos, quebradas, etc...)?
- ¿Sabes cuánta gente no tiene acceso a agua potable? , ¿Cómo crees que es la vida diaria de esas personas?
- ¿En qué lugar del mundo crees que pasa eso?
- Cuando has tenido cortes de agua, ¿cómo se ha visto afectada tu vida?
- Y en tu familia, ¿sí se habla sobre la importancia del agua, o simplemente no es un tema de conversación?
- ¿Te has puesto a pensar que el agua que descargas en el inodoro, podría servir para preparar alimentos y calmar la sed de niños?

Situación que fue complementada –en un segundo momento– a través del análisis de la lectura del artículo titulado "*En el 2025, dos tercios de la población mundial no tendrá suficiente agua potable. La desalinización y reutilización son buenas opciones para satisfacer la demanda de agua*"⁵⁹. Lo anterior se complementó con las siguientes preguntas:

- ¿Crees que estás gastando más agua que la que deberías?
- ¿cómo lo sabes?
- En tu casa, ¿quién paga el recibo del agua?
- ¿Conoces el recibo de cobro por este servicio? Si – No ¿porqué?

Por su parte la fase 2, fue planteada para que los estudiantes se familiarizaran con la información que contiene el recibo del agua. Para ello se plantearon preguntas que motivaran el reconocimiento del recibo del agua:

- ¿Cuál es el lapso de tiempo del consumo que se cobra en cada factura?
- ¿Qué unidades de medida son usadas y qué miden éstas?
- A parte del cobro por los servicios de consumo de agua, alcantarillado y servicio de aseo, ¿qué otros servicios pueden ser cobrados en la factura?
- ¿Qué representa el diagrama de barras que aparece en la factura de cobro?

⁵⁹ Recuperable en <http://www.diariodelhuila.com/domingo/especiales/item/11636?tmpl=component&print=1>

- ¿Qué aspectos son tenidos en cuenta en las casillas Subtotal Acueducto, Subtotal Alcantarillado y Subtotal Aseo?
- ¿Qué incluye la casilla “TOTAL A PAGAR”? ¿cómo son calculados esos valores?
- ¿Cómo se calcula el costo diario por disfrutar el consumo de acueducto y alcantarillado?
- ¿Cómo se calcula el consumo diario por persona?
- ¿Existe algún tipo de impuesto que se cobra adicionalmente en la factura?

En la fase tres, el propósito estuvo enmarcado con el ánimo que los estudiantes pudieran i) discriminar los diferentes cobros que este contiene, ii) identificar e interpretar las gráficas y demás representaciones matemáticas usada en el recibo y iii) comprender la relación entre las mediciones hechas en el recibo y el pago que éstas mediciones generan.

Lo anterior buscó hacer un análisis, desde una perspectiva matemática del recibo del agua. Es en este momento donde se propone una actividad en la cual se usa el recibo del agua y se indaga por el objeto matemático *función*. En este caso se busca que los estudiantes comprendan que la relación entre el consumo en metros cúbicos y el cobro en pesos, es una relación de dependencia entre dos variables.

Así, esta fase fue estructurada en tres momentos, cada uno de ellos relacionados con cuatro tipos de representación de la *función* como dependencia entre dos variables. Dichos momentos son: i) identificación de la variable independiente y dependiente (Descripción verbal); ii) construcción e interpretación de gráficas y tablas y iii) modelación matemática de la función (Expresión algebraica).

El primer momento es transversal a toda la actividad, se busca que los estudiantes describan verbalmente la dependencia entre el consumo y el cobro. Por su parte el segundo momento estuvo relacionado estrechamente con la representación gráfica y tabular (la tabla permite descubrir regularidades como diferencias constantes que crecen o decrecen regularmente, la representación grafica permite que el estudiante interprete de manera general, la forma en la que se comportan las variables dependientes). En el tercer momento se encuentra la modelación, relacionada con la representación algebraica de la función.

La actividad de clase esta diseñada por grupos de cuatro estudiantes (cada uno debe llevar un recibo del agua y entre todos elaborar un análisis de uno de los recibos) dando respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Existe una relación entre el consumo y el costo del acueducto? Justifique su respuesta.
- ¿Cree que ahorrar agua implica menor costo en el consumo? Justifique su respuesta desde los datos que aparecen en el recibo

- Describa las diferencias o similitudes que pueden existir en cuanto a consumo y valor de acueducto entre dos recibos de diferentes estratos (Sin tener en cuenta valor del subsidio). Con lo anterior busque otra forma de representación (Tabla de datos, gráfica, diagrama, mapa.) que le permita explicar lo mismo.
- Teniendo en cuenta uno de los recibos que tienen en el grupo, organice los valores del costo de alcantarillado para el año siguientes suponiendo que por cada recibo que llegue el consumo disminuye 3 metros cúbicos.
- Observe los consumos de cada uno de los recibos que hay dentro del grupo, ¿Qué característica(s) puede observar en los números de cada uno de los consumos?
- ¿Usted cree que en algún recibo puede aparecer un número que no sea entero? Justifique la respuesta
- Teniendo en cuenta las respuestas anteriores y la forma en la que se organizaron los datos pedidos, realice una gráfica en el plano en la que aparezcan datos de la tabla.
- Encuentre una expresión algebraica con la cual pueda dar el valor de cualquier consumo de 0 a 40 metros cúbicos y otra con la que pueda dar el valor para un consumo igual o mayor a 41 metros cúbicos.

En cuanto a la fase final, ésta tiene como propósito que los estudiantes propongan estrategias de ahorro para implementarlas en sus hogares, por lo que los estudiantes deberán identificar el consumo del agua en cada uno de los mismos, debatir sobre las posibles causas de estos sucesos y proponer estrategias de ahorro.

Finalmente se les propondrá a los estudiantes, reflexionar sobre *¿cuál era la importancia de las matemáticas que ahora veían dentro de su vida cotidiana y si está si les permitía transformar su entorno?*

Teniendo en cuenta la anterior actividad, se evidenció que el colectivo de profesores del colegio y de la universidad, generaron una actividad que potenciaba el trabajo con el objeto matemático *función* y al mismo tiempo buscó que cada estudiante asumiera el problema, buscara alternativas de solución y transformaran su realidad.

En este sentido, los docentes universitarios no se vieron como agentes externos, sino como un colectivo que se integró al colectivo del colegio, compartiendo de esta manera un objetivo común. Así se generó una dinámica formativa en la que los elementos foráneos (Universidad, asesores, expertos) sólo juegan el papel de “apoyo externo” que va dejando al grupo autorregularse progresivamente hasta hacerlos innecesarios” (Antúnez, 2002, P. 89-90).

Teniendo en cuenta lo anterior, se buscó incentivar la formación de colectivos entre profesores del colegio, en la que puedan trabajar sobre problemas que afecten sus estudiantes (contexto social) y sean las matemáticas las que permitan modelar esta situación para transformarla.

Además se generó un ambiente de aprendizaje, en el cual, el centro de atención fue el estudiante y el desarrollo de su pensamiento crítico, con el fin de formarle una conciencia de ahorro que en primera medida puede ser sólo del consumo de agua; que conozca la forma en que la empresa del acueducto de Bogotá cobra dependiendo de factores como el estrato, la zona, el consumo y que además cobra por alcantarillado y por recolección de basura; que analice por qué en su hogar están cobrando determinado consumo teniendo en cuenta el número de personas que viven en este y el uso que las mismas hacen de este servicio; que critique sí su entorno, esta haciendo un uso moderado o no del consumo de agua y tenga presente las implicaciones de cualquiera de los dos hechos; y finalmente, que transforme la comunidad en la que está inmerso generando acciones colectivas o individuales que tengan como fin el ahorro del agua.

4. Conclusiones

Se construyó un colectivo con objetivos comunes, para el desarrollo de un ambiente de aprendizaje tipo 6 que posibilitó a partir de las matemáticas una comprensión sobre el cobro que se hace del agua en Bogotá.

A partir de actividades matemáticas, sobre el recibo del agua, se busca que los estudiantes modifiquen la perspectiva que tenían sobre el contexto en el que viven, ya que se espera que no vean de igual forma el consumo de agua en su casa y así procurar cambiar la manera en la que la utilizan.

La estrecha relación que debe haber en la clase de matemáticas con respecto al entorno de matemáticas es muy importante ya que por medio de un contexto cotidiano se pueden generar conocimientos matemáticos relevantes para los estudiantes, además de poder generar posturas críticas frente al mismo.

Bibliografía

- AZCÁRATE Carmen y DEULOFEU. Jordi. (1998). Funciones y gráficas. Madrid: Síntesis.
- De Zubiría, M. (2005) Enfoques pedagógicos y didácticas contemporáneas. FIPC.
- Edutopía (2009) Proyecto de investigación Los escenarios de aprendizaje como propuesta desde la Educación Matemática Crítica para la formación continuada de profesores de matemáticas en ejercicio”
- Investigación socio-política en educación matemática: Raíces, tendencias y perspectivas Valero 2007 recuperable en vbn.aau.dk/fbspretrieve/12158125/Granada_notas.pdf
- SKOVSMOSE, L. Hacia una filosofía de la educación matemática crítica. Una empresa docente. 1999
- SKOVSMOSE, L. Escenarios de investigación. EMA Vol. 6, Número 1. Pág 3-26