
¿CUÁL ES LA CALIDAD DEL AGUA QUE TOMAMOS?: UN APOORTE DE LA EDUCACIÓN ESTADÍSTICA CRÍTICA EN ESTUDIANTES DE BÁSICA PRIMARIA

Constanza, Bermúdez Arroyo

constanzabal144@gmail.com

Universidad del Valle (Colombia)

Diego, Díaz

diegoden09@gmail.com

Universidad del Valle (Colombia)

Asunto: Proyectos de investigación

Temática: Estadística descriptiva e inferencial

RESUMEN

El presente trabajo de investigación permite recrear el aprendizaje del conocimiento estadístico en la comprensión de situaciones del entorno de los estudiantes del 5° grado, mediante el enfoque de la Educación Estadística Crítica, como parte de una tendencia que permite la participación y exploración de situaciones reales. Se pretende fomentar las actitudes democráticas desde la estrategia proyecto estadístico para la enseñanza de la estadística, involucrando a los estudiantes de manera activa en el proceso de investigación promoviendo el interés por la estadística como el medio para abordar situaciones problemas de la vida real, en el estudio de la calidad del agua.

366

PALABRAS CLAVES

Educación Estadística Crítica, Matemática Crítica, Proyecto estadístico.

INTRODUCCIÓN

Las situaciones de aprendizaje que se desarrollan en este proyecto, con estudiantes de básica primaria, se fundamentan en los lineamientos curriculares colombianos para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, específicamente en el Pensamiento Aleatorio y Sistemas de Datos, enfocándose en situaciones reales fundamentadas en la indagación sobre los conceptos que conocen los estudiantes, la estructuración y el seguimiento de sus aprendizajes, dentro de los tres contextos del aprendizaje de la actividad matemática (contexto del aula, contexto institucional y contexto sociocultural), expresados en los Estándares Básicos de Competencias (MEN, 2006, p. 46).

La aplicación de los conocimientos matemáticos en el contexto extra escolar o contexto sociocultural permitirá al estudiante aprender con sentido crítico, ser parte propositiva del mundo que lo rodea y en el que siempre tendrá que analizar situaciones y variables que intervienen en la toma de decisiones. La interpretación de situaciones del entorno, la comprensión y aplicación de conocimientos matemáticos en la relación con situaciones reales, le da sentido al uso del conocimiento estadístico sin que esté aislado de la realidad de los estudiantes, incentivando la recolección e interpretación de los datos. En este planteamiento son útiles estrategias enmarcadas en la Educación Estadística Crítica propuesta por Campos, Wodewotzki y Jacobini (2011) en la que relacionan tres competencias (alfabetización, razonamiento y pensamiento estadístico); también la estrategia de proyecto estadístico expuesta por Batanero y Díaz (2011). Propuestas que potencian las etapas de recolección e interpretación de datos, producto de la aplicación de instrumentos para dar sentido al conocimiento estadístico en relación con la realidad como seres humanos que pertenecen a un entorno, a una escuela y hacen parte de una sociedad (Skovsmose & Valero 2009).

La población educativa con la que se desarrolla este proyecto, el cual hace parte de los avances de un trabajo de grado de la Maestría en Educación con énfasis en Educación Matemática de la Universidad del Valle, está integrada por estudiantes de 5° grado la Institución Educativa el Queremal, sede Mercedes Abrego, ubicada en el corregimiento el Queremal, Valle del Cauca.

Es así como se plantea por iniciativa de los estudiantes un proyecto estadístico, bajo el marco de la Educación Estadística Crítica denominado ¿Cuál es la calidad del agua que tomamos? enfocado en determinar la calidad del agua, en cuanto a su turbidez, en la zona aledaña a la Institución Educativa, contando con la participación de la empresa privada para la consecución del instrumento de medición (turbidímetro); y con el apoyo de padres de familia y comunidad educativa en general para el desarrollo de las actividades, siendo necesario acudir en algunas ocasiones a jornadas extra clase.

Con frecuencia los estudiantes participantes del proyecto plantean, en sus escritos respecto a la relación con las matemáticas, que su clase no va más allá de una herramienta de cálculo, sin embargo durante la realización del proyecto estadístico, se observó interés por los nuevos conceptos, necesarios para abordar el problema de la calidad del agua, planteando hipótesis de acuerdo a su desarrollo cognitivo y reflexionando acerca de su papel como agentes transformadores de su entorno.

Este proyecto permitió el reconocimiento de los estudiantes como sujetos con derechos, desarrollando competencias desde la Educación Estadística y de la Educación Estadística Crítica; posibilitando un “conocer reflexivo” (Skovsmose, 1999). Finalmente,

a partir de las expresiones de las intenciones y disposiciones de los estudiantes, se propicia el montaje del escenario de aprendizaje para dar solución a la pregunta directriz.

MARCO DE REFERENCIA

Esta investigación se realiza tomando como referencia a Campos (2016) quien fundamenta la Educación Estadística en tres competencias: la alfabetización, el razonamiento y el pensamiento estadístico. A su vez la Educación Estadística se conjuga con la Educación Crítica para poder incorporar estas tres competencias y una cuarta competencia que es la competencia crítica. La estrategia de integración de estas cuatro competencias esta encarnada bajo los propósitos de aprendizaje que se ha referenciado desde el planteamiento de la metodología por proyectos para el aprendizaje de la estadística, proyectando así la Educación Estadística Crítica. Desde esta perspectiva, Campos (2016) expresa la importancia de hacer estudios para mejorar la enseñanza y el aprendizaje, empezando por diferenciar la aplicación teórica y metodológica de las Matemáticas y la Estadística. Por lo tanto, para la comprensión e interpretación de la información estadística se requiere que el estudiante tenga conocimientos estadísticos y matemáticos, además del conocimiento del contexto del problema.

Campos (2016) fundamenta las competencias asociadas al aprendizaje de la estadística, asumiendo el pensamiento estadístico, ligado a la idea de evaluar globalmente una situación, comprendiendo cómo y porqué el análisis estadístico es importante, identificando los conceptos estadísticos que hacen parte de la investigación como el origen de los datos desde la variabilidad, la incertidumbre, como también el uso adecuado, en su momento, de los métodos de análisis y replanteamiento, cuestionamiento y aclaración de situaciones en el método de análisis de la investigación. La alfabetización estadística, la caracteriza como la competencia de discutir, argumentar y comunicar interpretaciones de las informaciones estadísticas referentes a datos presentados en diferentes contextos, exponiendo comentarios, evaluaciones y comprensiones, utilizando como base los conceptos estadísticos. Estas habilidades no deben ser tratadas aisladamente y no constituyen un fin en sí mismo, pero están correlacionadas entre sí, con una serie de conocimientos estadísticos y con actitudes que deben ser desarrolladas y valoradas en los estudiantes. En este sentido, la idea de alfabetización puede ser entendida como la competencia que confiere al ciudadano una alfabetización funcional en la disciplina, lo que significa ser capaz de comprender, interpretar y comunicar las informaciones estadísticas.

En tanto, la competencia de razonamiento hace referencia a la idea de resumir y representar adecuadamente los datos en un proceso en el que se van haciendo conexiones entre los conceptos involucrados en un problema, de manera que se le permita al

estudiante la habilidad de comprender, interpretar y explicar un proceso estadístico completo, es decir, razonar con ideas estadísticas para dar sentido a la información.

El entramado de determinar la calidad del agua que consumen los estudiantes de 5º grado, participantes de esta indagación, es abordado desde la estrategia de enseñanza por proyectos, siguiendo a Batanero y Díaz (2011) quienes expresan que las tareas propuestas a los estudiantes, en dichos proyectos, deben ser en lo posible reales. También Holmes (1997) citado por Batanero y Díaz (2011) afirma que si los estudiantes trabajan la estadística por medio de proyectos se consiguen varios puntos positivos, los cuales serán de apoyo para desarrollar la investigación, entre ellos:

- Los proyectos permiten contextualizar la estadística y hacerla más relevante. Si los datos surgen de un problema, son datos con significado y tiene sentido ser interpretados.
- Los proyectos refuerzan el interés, sobre todo si es el alumno el que elige el tema. El alumno quiere resolver el problema, ya que no es impuesto por el profesor.
- Se aprende mejor qué son los datos reales, y se introducen ideas que no aparecen con los “datos inventados por el profesor”: precisión, variabilidad, fiabilidad, posibilidad de medición, sesgo.
- Se muestra que la estadística no se reduce a contenidos matemáticos.

Uno de los propósitos que destacan Batanero y Díaz (2011) para que la estadística sea estudiada por proyectos, es el de enfrentar a los estudiantes al tratamiento de los datos, aspecto que enriquece el pensamiento estadístico debido a que es así como ellos deberán realizar un proceso de depuración con esos datos. Estos autores también describen que parte del proceso es el de recoger, organizar, depurar, almacenar, representar y analizar sistemas de datos; contextualizando la estadística y haciéndola relevante. Si los datos surgen de un problema, son datos con significado (Batanero y Díaz, 2011, p. 22).

Debido a esto, Batanero y Díaz (2011) plantean la necesidad de considerar la descripción y estudio de los datos a partir de los aspectos formulados en la Tabla 1. Al realizar estas labores el estudiante se encuentra en un ejercicio parecido al de un investigador, hecho mediante el cual se puede promover el diseño y análisis de gráficos estadísticos, el planteamiento y estudio de hipótesis, el diseño y análisis de tablas de frecuencia, entre otros asuntos que aportan al desarrollo de las competencias de alfabetización, razonamiento y pensamiento.

Procedencia de los datos	Anuarios estadísticos, Encuestas, Experimento realizado en la clase, Internet, Prensa, Simulación
Técnica de recogida de datos	Observación, Encuesta, Medida
Naturaleza de la escala de medida	Nominal, Ordinal, razón

Variables estadísticas incluidas	Cualitativa, Cuantitativa, discreta, pocos valores, Cuantitativa discreta, necesidad de agrupar, continua
Tabla 1. Aspectos para el estudio de datos Fuente. Batanero y Díaz (2011)	

DESARROLLO DEL TEMA

La población educativa que participa de este proyecto son estudiantes de 5° grado de la Institución Educativa el Queremal, sede Mercedes Abrego; población, su mayoría, flotante de los departamentos del Cauca y Nariño, y zonas costeras del mismo, una población vulnerable por la inestabilidad laboral.

El proyecto involucró a 21 estudiantes de la Institución Educativa, durante 10 días de marzo de 2018. Se trabajó, desde un acercamiento preliminar intuitivo, algunos conceptos fundamentales de la estadística como lo son: tipos de variables, indicadores de tendencia central y dispersión, y representación estadística; vistos como un todo y no desligados entre sí, para tratar de describir y proponer alternativas de respuestas frente a una situación de crítica, como alude Skosvmose (1999), una actividad de pensamiento y de reacción ante una situación de crisis.

El aspecto preliminar que detectaron los estudiantes para la determinación del escenario de aprendizaje, se asoció al problema de la calidad del agua, al que describieron como: “El agua que consumimos llega sucia”, “Es muy turbia el agua que tomamos”. Con esto se dio inicio al proyecto denominado ¿Cuál es la calidad del agua que tomamos? el cual a través de las configuraciones dadas por la Educación Crítica, desde la competencia democrática, permitió establecer un conocer reflexivo durante los escenarios de aprendizaje, permeados según Skosvmose (1999) por las intenciones, disposiciones e intereses de los agentes participantes. Dentro de esto, el estudiante que llamaremos Pablo afirmaba que “nuestra agua debe ser mala pues nos enfermamos del estómago en mi casa”. Al respecto, una de las causas que se pudo rastrear con el proyecto, fue el gran crecimiento poblacional que está sufriendo la región, provocando alteraciones a las fuentes hídricas y por consecuencia, las enfermedades asociadas.

Ahora bien, la labor del docente participante en el proyecto fue el de mediador, tal como lo menciona Batanero y Díaz (2011), en la etapa de planteamiento e implementación del proyecto, ya que el docente no impone un tema de estudio y unas estrategias de desarrollo, sino que a través de preguntas orientadoras, los estudiantes son quienes proponen y validan qué les gustaría investigar y cómo deben cumplir cada fase del proyecto.

Cabe resaltar que, desde el planteamiento de la propuesta, los estudiantes muestran interés en las problemáticas de su comunidad y en particular en los aspectos del medio

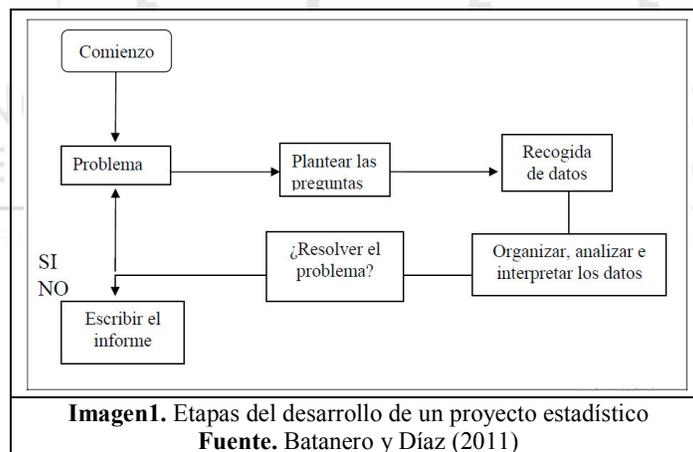
ambiente natural, participando activamente en las salidas o caminatas para la toma de muestras, aún a pesar de estar en jornadas extraclase y vivir en zonas montañosas del corregimiento, implicando un desplazamiento significativo para algunos. Esto no les ha impedido el interés por participar y estar atentos a desarrollar las actividades para conocer las condiciones de turbiedad del agua que llega a sus hogares y que influye en sus condiciones de salud.

Este entorno de aprendizaje pretende, como lo expresa Skovsmose (1999), reflexionar sobre el desinterés por el aprendizaje desde el punto de vista de los estudiantes, es decir, las intenciones de aprendizaje en relación con el ambiente de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para Skovsmose (1999) las intenciones del aprendizaje son un conjunto complejo de disposiciones que puede guiar al estudiante en direcciones contrarias a las que el profesor le propone en la clase.

Finalmente, para la recolección de los datos, los estudiantes a través del turbidímetro, financiado en parte por la empresa privada, registraron los datos en cuatro puntos muestrales, posterior a ello, desde la estadística descriptiva, expresaron su posición crítica frente a los altos índices de turbiedad presentados en su entorno.

Metodología

En este trabajo asumimos la perspectiva de la investigación cualitativa por la vía de Estudio de Caso en Educación y el enfoque de la Educación Matemática Crítica en la metodología por proyectos. La investigación es de tipo descriptivo y sigue las fases basadas en el estudio de la estadística por proyectos propuesta por Batanero y Díaz (2011) como se indica en la Imagen 1.



Cada una de las fases del proyecto ha permitido hasta el momento, el uso de varios conceptos estadísticos para describir y proponer consideraciones respecto al agua que

consumen, sin embargo, es útil aclarar que este tipo de proyectos no es de carácter lineal, rígido, ya que en algunos aspectos resultó útil las variaciones que se hicieron respecto a las pretensiones iniciales.

Los agentes participantes durante la elaboración del entorno de aprendizaje vieron la necesidad de conocer las normas que regulan la condición del agua apta para el consumo humano, desde las condiciones físicas como color aparente, olor, sabor y turbiedad, dados en la Resolución 0811 de 2008, la cual define los lineamientos respecto a la autoridad sanitaria y la Resolución 2115 de 2007 sobre las condiciones del agua para su consumo humano. El proyecto estuvo permeado por varias capacitaciones exógenas, realizadas por una empresa del sector privado interesada en el proyecto educativo, encaminadas al uso y calibración del turbidímetro y la caracterización de los cuatro puntos de muestreo, atendiendo la normatividad colombiana, los cuales fueron:

- Punto A. Bocatoma.
- Punto B. Después del proceso de tratamiento que aplican y va salir a la distribución.
- Punto C. Punto que llega con más nivel de turbiedad de acuerdo a las quejas de los usuarios.
- Punto D. Sector más alejado del punto de distribución del agua tratada.

La metodología empleada en la construcción del proyecto, permitió corroborar la hipótesis inicial, según los índices de turbiedad analizados por los estudiantes. Algunos de estos, como el estudiante Pablo, inquieto por su futuro, decidió medir la turbidez del agua en el corregimiento donde estudia dando como referente nivel 0, es decir, totalmente apta para el consumo. Esta comparación la realiza con respecto a las muestras de agua del corregimiento San José del Salado en donde las mediciones realizadas casi en la totalidad dieron nivel de turbiedad por encima del índice aceptado por las normas colombianas. El desarrollo del proyecto permitió a los estudiantes cuestionar e indagar sobre las condiciones mínimas de salud a las que tienen derecho. En esta etapa del proceso se realizan las prácticas atendiendo a un plan de acción previo a la planificación del proyecto, en el cual se toma como referente la propuesta de la OMS (2006), estructura que servirá para orientar la planificación del proyecto educativo con los estudiantes.

A partir del segundo momento del proyecto educativo se realiza la valoración del cumplimiento de los propósitos pactados sobre la apropiación de los conceptos y procedimientos estadísticos, para esto tendrá en cuenta la propuesta de evaluación que propone Batanero y Díaz (2011). En la Tabla 2 se muestran los referentes y los criterios que permitirán indagar sobre el reconocimiento y comprensión de los conceptos y procedimientos de tipo estadístico involucrados durante el desarrollo del proyecto.

REFERENTES	CRITERIO
Comprensión conceptual	Dar nombre, verbalizar y definir conceptos.
Conocimiento procedimental	Reconocer cuando es adecuado un procedimiento, explicar las razones de los pasos de un procedimiento, llevar a cabo un procedimiento.
Formulación y comunicación matemática	Expresar ideas matemáticas de forma hablada, escrita o mediante representaciones visuales.
Actitud o disposición hacia las matemáticas	Confianza en el uso de las matemáticas para resolver problemas, deseo de continuar hasta el final con una tarea matemática, interés y curiosidad.
Pregunta de interés	Si es la pregunta de investigación es relevante, está claramente enfocada y expuesta.
Diseño de la investigación	Especificación de la forma en que el estudiante aborda el problema, incluyendo la descripción de población y muestra y el modelo en que los estudiantes recogieron datos.
Análisis de datos	Se debe valorar si el análisis de datos es adecuado al tipo de variables y a la pregunta de investigación, si se respetan los supuestos de aplicación de los diferentes métodos y si los métodos están correctamente aplicados.
Tabla 2. Evaluación del reconocimiento y comprensión de conceptos y procedimientos estadísticos Fuente. Batanero y Díaz (2011)	

CONCLUSIONES

Las conclusiones frente al avance que se ha presentado, están enmarcadas desde las distintas competencias que se pudieron potenciar, así, desde la competencia crítica, a través de la Educación Estadística Crítica, los estudiantes posibilitaron su capacidad de expresarse frente a los grandes desafíos que enfrenta su entorno con relación a la calidad del agua y su consumo. Esto llevó a asumirse como agentes políticos de su comunidad.

Desde la alfabetización estadística, los análisis preliminares de los datos permitieron observar niveles muy por encima del nivel apto para el consumo humano, dadas las mediciones del turbidímetro, esto es 2.0 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez), según la medición realizada con el turbidímetro y el contraste con el parámetro dado por la normatividad en Colombia que debe ser inferior a 2.0. Este aspecto produjo gran desasosiego en los estudiantes respecto a su porvenir como ciudadanos.

En lo referido al pensamiento estadístico, los estudiantes observan la necesidad de recolectar, organizar e interpretar los datos para describir y sacar conclusiones de la calidad del agua. A través de esto, se hicieron entradas primigenias de los conceptos de medidas de tendencia central, tipos de variable, tipos de muestreo, variabilidad y pruebas de hipótesis, aspectos que posteriormente serán tratados en profundidad de acuerdo al nivel de escolaridad.

Se centra un precedente en este corregimiento, ya que, a través de este tipo de trabajo en el aula, se logró impactar a la comunidad en general y en particular llamar la atención de las autoridades correspondientes, como lo es el acueducto municipal, para mejorar sus

procesos de potabilización y apto consumo humano, en directa sintonía con el centro de salud, que verbalmente expresa la reiterada frecuencia de niños con enfermedades gastrointestinales y en la piel.

Se acepta que este es un primer acercamiento desde la Educación Estadística Crítica a conceptos que los estudiantes no estaban familiarizados y que desde el estricto orden de un diseño de experimentos como tal, faltaría validarse formalmente. Sin embargo, consideramos que para estudiantes de 5° grado, resultó novedoso y atractivo. El proyecto está en la etapa de cierre con la elaboración de un folleto donde los estudiantes expresan sus conclusiones, las cuales serán llevadas a las autoridades competentes sanitarias y divulgadas a la comunidad educativa.

REFERENCIAS

- Batanero, C., & Díaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. Granada: Departamento de Didáctica. Recuperado de <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Libroproyectos.pdf>
- Campos, C. R., Wodewotzki, M. L. L., & Jacobini, O. R. (2011). *Educação Estatística: teoria e prática em ambientes de modelagem matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Campos, C. R. (2016). La Educación Estadística y la Educación Crítica. En I. Álvarez & C. Súa (Eds.), *Conferencia en Memorias del Segundo Encuentro Colombiano de Educación Estocástica [2°ECEE]*, Asociación Colombiana de Educación Estocástica. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN] (2006). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Bogotá, D.C., Cooperativa Editorial Magisterio.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2006). *Guía para la calidad del agua potable*. Primer apéndice a la Tercera edición. Recomendaciones 1. Recuperado de https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Resolución 2115 de 2007, sobre características físicas y químicas del agua para consumo humano. Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá. Colombia. 22 de Junio 2007.
- Resolución 0811 de 2008, sobre criterios para puntos de recolección de muestras en red de distribución. Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 5 de marzo 2008.
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica* (P. Valero, Trans.). Bogotá, Colombia: Una empresa docente. <http://funes.uniandes.edu.co/673/1/Skovsmose1999Hacia.pdf>.
- Skovsmose, O., & Valero, P. (2009). Democratic access to powerful mathematical ideas. En L. D. English (Ed.), *Handbook of International Research in Mathematics Education*. (pp. 383-408). Nueva York: Routledge.