

Modelación matemática a través de fenómenos físicos. La proporcionalidad directa y el principio de Bernoulli

JAVIER DAVID FERNÁNDEZ

javier.david.ft@gmail.com
Universidad del Valle (Estudiante)

HERSON STIVEN APONTE

geron_aponte@hotmail.com
Universidad del Valle (Estudiante)

MYRIAM VEGA RESTREPO

myvega43@gmail.com
Universidad del Valle (Profesora)

Resumen. En este documento se presentan los resultados de una propuesta de actividad escolar respecto a la modelación matemática de la proporcionalidad directa, los cuales permitieron concluir que la experimentación física del principio de Bernoulli¹ puede llegar a ser una alternativa de contextualización de ese contenido matemático. Para el diseño de la actividad se recurrió a la elaboración de una ficha de trabajo aplicada a 28 estudiantes de la Corporación Educativa Adventista (CEA) de la ciudad de Cali. La actividad incluye la construcción de un artefacto por parte de los estudiantes que permite llevar a cabo el experimento en cuestión.

Palabras clave: Modelación, experimentación física, proporcionalidad directa.

1. Planteamiento del problema

En los últimos años algunas investigaciones en educación matemática, entre estas la de Espinal, Suárez, Araque & Vanegas (2003) y Moreno G., Otálora A., Jiménez L., & Barón F. (2003), motivadas por los resultados de pruebas externas (TIMSS) y nacionales (pruebas SABER), han mostrado que la proporcionalidad directa es un concepto que resulta problemático en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas. Espinal et al. (2003) y Moreno et al. (2003) señalan que algunas de esas dificultades se basan en la

¹ Como lo expresan Serway & Jewett (2008), el principio de Bernoulli describe la forma en la que disminuye la presión a medida que la velocidad de un fluido aumenta. De acuerdo con esto, la relación proporcional entre presión y velocidad sería inversa; sin embargo, existe una proporcionalidad directa entre el aumento de velocidad del fluido y la diferencia de presión exterior e interior al flujo de aire.

falta de contextualización de los problemas que incluyen proporcionalidad directa, frente a lo cual proponen situaciones de aula que consisten en el diseño e implementación de talleres que recurren a problemas que involucran situaciones cotidianas.

No obstante, dichas situaciones están diseñadas de tal manera que los datos presentados en cada una se comportan de forma apropiada y conveniente al tratamiento que se les dará después, mientras que en la mayoría de los casos las situaciones reales a las que se enfrenta el estudiante no arrojan datos inmediatamente identificables ni resultan de fácil organización. Además, no en todos los casos la percepción de la proporcionalidad en una situación está ligada a la observación de variaciones cuantitativas. Puede también darse por medio de la identificación y reconocimiento de aquellas variables que aparecen relacionadas en el problema propuesto, y de la forma en la que se da dicha relación de forma cualitativa.

Por otra parte, pese a que las situaciones propuestas en los trabajos mencionados ubican al estudiante en contextos que pueden resultar familiares, dichos contextos pueden no ser actuales, es decir, están alejados del momento en el que se propone la actividad, y en consecuencia, no permiten ser manipulados. Frente a esto último, un recurso comúnmente usado por los estudiantes es la acción de evocar momentos de su cotidianidad que se ajusten a los problemas presentados. Esto puede conllevar a un desinterés colectivo en la situación propuesta y finalmente al fracaso del taller diseñado.

De acuerdo con lo anterior este estudio se enmarca en la siguiente pregunta: ¿qué características deberían tenerse en cuenta para el diseño de una actividad que fomente en los estudiantes un interés hacia el aprendizaje de la proporcionalidad directa y que a su vez logre un acercamiento a este concepto?

En este sentido, nuestro propósito principal es presentar un diseño de actividades que pongan al estudiante en un contexto actual con la proporcionalidad a través de la experimentación física con un fenómeno natural particular (El principio de Bernoulli). De acuerdo con lo anterior, la propuesta incluye una actividad pensada en el marco del Laboratorio de Matemáticas de la Universidad del Valle, la cual comprende el diseño de fichas de laboratorio. Esta actividad incluye la construcción, por parte de los estudiantes, de un artefacto que les permita llevar a cabo tal experimentación.

2. Marco de referencia conceptual

Como un proceso fundamental de la actividad matemática, la modelación juega un papel fundamental en el diseño de actividades que pretendan movilizar conocimiento matemático.

Así, es necesario precisar lo que se entiende por modelación en la perspectiva de la presente investigación. Se considera la modelación desde dos niveles: en un nivel general, “puede entenderse como la detección de esquemas que se repiten en las situaciones cotidianas, científicas y matemáticas para reconstruirlas mentalmente” (MEN, 2006, p. 52-53); en un nivel particular, se destaca la perspectiva contextual en la cual, según Lesh & Doerr (citados por Henao & Vanegas, 2012, p. 20), la modelación se entiende como una actividad de solución de problemas guiados por seis principios:

- Principio de realidad: la situación debe ser significativa para los estudiantes y relacionarse con sus experiencias anteriores.
- Principio de construcción del modelo: la situación debe crear la necesidad de que los estudiantes desarrollen importantes construcciones matemáticas.
- Principio de auto-evaluación: la situación debe permitir a los estudiantes evaluar sus propios modelos.
- Principio de documentación: la situación y el contexto requieren que los estudiantes expresen sus ideas acerca de la solución del problema.
- Principio de generalización de construcción: debe ser posible generalizar el modelo como solución a otras situaciones similares.
- Principio de simplicidad: la situación problema debe ser simple.

De acuerdo con Henao & Vanegas (2012), los problemas guiados por estos principios son presentados en contextos que si bien son útiles para la formulación de los problemas, también resultan esenciales para la resolución de estos.

En este punto, las situaciones que recurran a la experimentación física, con el objetivo de contextualizar contenidos matemáticos, satisfacen los dos niveles mencionados. Por una parte, la posibilidad de la reproducción de los experimentos por medio de la manipulación de los artefactos que incluyen, permite que el estudiante se percate de aquello que es repetitivo en el proceso experimental y que es pertinente para la explicación del fenómeno presentado. Por otro lado, cada reflexión que se haga sobre el fenómeno en el marco de la experimentación, resulta ser una aproximación a la resolución de los problemas mediante su traducción a preguntas problemáticas en la presentación de la actividad.

3. Metodología

La propuesta que se pone en juego consiste en realizar una aproximación al concepto de proporción directa por medio de una actividad de experimentación física, que consiste en soplar por el extremo libre del pitillo del artefacto observando qué sucede con la hoja de papel. El principio de Bernoulli que rige este experimento, ofrece el contexto que permitirá modelar la proporción directa.

Para la realización de la actividad se diseñó una ficha que sigue el modelo contemplado por el Laboratorio de Matemáticas², el cual consta de las siguientes preguntas: 1) ¿qué piensas que pasará si soplas por el extremo libre del pitillo sobre una hoja de papel cuadrada y sin dejar de soplar intentas levantar el instrumento? 2) Coloca la hoja de papel sobre la mesa y sopla en el extremo libre del pitillo mientras lo levantas. ¿Qué ocurre? ¿Por qué ocurre? 3) ¿Qué pasa si se sopla con mayor o menor intensidad? ¿Existe alguna diferencia? 4) ¿Qué pasa si intentas repetir el experimento colocando esta vez la hoja en tu mano? 5) De acuerdo con lo anterior, menciona algunas variables que podrían estar involucradas y que podrían estar relacionadas entre sí.

La actividad se llevó a cabo con veintiocho estudiantes de grado undécimo de la Corporación Educativa Adventista de la ciudad de Cali; se dispuso un trabajo por parejas. A cada pareja se le entregó una ficha y materiales como pitillos, cartón paja, tijeras, hojas de papel y cinta adhesiva, los cuales permitieron la construcción del artefacto para el desarrollo experimental.

4. Análisis de resultados

En la primera etapa de la actividad (primera pregunta de la ficha), pudo notarse en primer lugar que solo dos de las catorce parejas de estudiantes pensaban que la hoja de papel se levantaría del suelo. Al llevar a cabo el experimento descrito, la totalidad de los estudiantes concluyó que la hoja se levanta del suelo y se adhiere a la superficie del instrumento al soplar por el extremo libre del pitillo (segunda pregunta de la ficha).

No obstante, la pregunta que permite un primer acercamiento a una situación de proporcionalidad directa fue la tercera. Aquí los estudiantes presentaron sus explicaciones de lo que sucede si se sopla con mayor o menor intensidad, presentándose dos variantes en las respuestas dadas:

Ocho de las parejas explicaron que soplando con mayor intensidad el papel se adhiere con mayor fuerza al artefacto, sin explicitar qué pasa si se sopla con menor intensidad.

Seis de las parejas llegaron a la misma conclusión que las ocho restantes. Sin embargo, explicitaron que al soplar con menor intensidad el papel se adhiere con menos fuerza.

² Es importante aclarar que dentro del modelo empleado por el Laboratorio de Matemáticas para la producción de actividades, se destaca la utilización de materiales manipulativos, lo cual es una parte indispensable en la propuesta de actividad y que se hace evidente en el instructivo para la construcción del artefacto.

Otra pregunta que movilizó dicho acercamiento a la proporcionalidad fue la cuarta, en la cual se solicitó la identificación de variables que aparecen relacionadas en el fenómeno observado. Algunos de estas fueron la presión, la velocidad del aire, la temperatura, la gravedad y la fuerza.

En este sentido algunos elementos de la actividad que permiten la aproximación al concepto de proporción directa están dados en la tercera y cuarta pregunta donde respectivamente se identifica una relación de aumento proporcional entre dos variables y seguidamente la explicitación de la naturaleza de dichas variables; en esta actividad: la presión y la velocidad del aire.

5. Conclusiones

Los resultados observados en la aplicación de la actividad llevan a concluir que el estudio de fenómenos físicos como el principio de Bernoulli en el aula, se constituyen en situaciones contextualizadas que pueden ser aprovechadas para modelar conceptos matemáticos como el de proporcionalidad directa. Tales situaciones resultan ser actuales, esto es, que hacen concordar en el tiempo la construcción del artefacto con materiales manipulativos, la identificación de las variables en juego y una caracterización de la relación entre ellas. Esto genera en los estudiantes un interés constante por el descubrimiento de la causa del fenómeno observado.

Referencias bibliográficas

- Espinal A., Suárez A., Araque T., & Vanegas H. (2003). La enseñanza de la proporcionalidad: un camino largo por recorrer. En P. Perry, E. Guacaneme, L. Andrade & F. Fernández (Eds.). Transformar la enseñanza de la proporcionalidad en la escuela: un hueso duro de roer (pp. 147-163). Bogotá: una empresa docente, Universidad de los Andes.
- Henao, S., -& Vanegas J. (2012). La modelación matemática en la educación matemática realista: un ejemplo a través de la producción y uso de los modelos cuadráticos (Tesis de pregrado). Universidad del Valle, Santiago de Cali.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2006). Estándares básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Bogotá.
- Moreno G., Otálora A., Jiménez L., & Barón F. (2003). De la cotidianidad a la proporcionalidad directa. En P. Perry, E. Guacaneme, L. Andrade & F. Fernández (Eds.). Transformar la enseñanza de la proporcionalidad en la escuela: un hueso duro de roer (pp. 164-177). Bogotá: una empresa docente, Universidad de los Andes.
- Serway R.- & Jewett J. (2008). Física para ciencias e ingeniería. (7ª. Ed.) (Vol. 1). Cengage learning, Inc., p. 402.