



## ARTICULACIÓN DE LA MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA. UNA EXPERIENCIA DE MODELACIÓN EN CONTEXTO

Noemí Gabriela Lara Sáenz

*Universidad Autónoma de Querétaro, noemi\_lara\_saenz@hotmail.com*

Andrea Liliana Rojas Reséndiz

*Universidad Autónoma de Querétaro, andrea.rojas@uaq.edu.mx*

### Resumen

La literatura señala a la matemática y a la estadística como disciplinas con métodos y objetos de estudio diferentes. Sin embargo, estas disciplinas en la práctica escolar no son disyuntas y pueden articularse mediante un trabajo de modelación, en el que los estudiantes se enfrenten a una problemática, donde para comprenderla requieran del análisis de datos o variables, abstraer relaciones y utilizar métodos (algunas veces estadísticos, otras veces matemáticos) que les permitan obtener una visión general de la situación que analizan, con el objeto de proponer algún tipo de resultado a la situación de interés. En este sentido, este artículo tiene la finalidad de presentar una secuencia de actividades que, mediante la estrategia de desarrollo de proyectos de modelación, los estudiantes desarrollaron y fueron capaces de integrar la matemática en el desarrollo de momentos de estudio, para la comprensión de conceptos que forman parte del campo propio de la estadística, caso particular, la regresión lineal.

**Palabras clave:** Modelación matemática, Estadística, Proyecto.

### 1. INTRODUCCIÓN

Los procesos de modelación matemática han ocupado, durante los últimos años, un papel central en la investigación en educación, ya que han sido reconocidos como una herramienta didáctica para la enseñanza de la matemática y como objeto de enseñanza-aprendizaje. Son diversos los enfoques referentes al tema de modelación matemática, sin embargo, en la literatura revisada, es poca la investigación que se ve concerniente a temas con problemáticas que tengan que ver con estadística y modelación matemática en cualquiera de sus perspectivas. Por ejemplo, en el capítulo “*Mathematical modelling in the teaching of statistics in undergraduate courses*”, propuesto por Campos, Ferreira, Jacobini y Wodewotzki (2015), los autores consideran el modelo de pensamiento estadístico y la perspectiva teórica de la educación matemática crítica. Estos investigadores entienden que la educación estadística puede ser trabajada a través de la modelación matemática por medio de una articulación eficiente entre la teoría y la práctica escolar, de modo que se favorezca la ruptura de fronteras arbitrarias entre disciplinas, a saber la matemática y la estadística, y se permitan alcances más generalizados y eficaces, siempre y cuando los estudiantes puedan experimentar la posibilidad de hacer conexiones entre los diferentes contenidos de las disciplinas y entre la parte académica y el mundo real.



En opinión de Campos, Wodewotzki y Jacobini (2014), el trabajo con modelación matemática en el aula contribuye al desarrollo de conocimientos estadísticos, ya que los estudiantes trabajan con datos que pertenecen a un contexto específico y real, en el que se involucran para conocerlo y donde se requiere que los estudiantes expliquen resultados, trabajen en grupos y critiquen las interpretaciones a las que llegan los demás alumnos; así se promueve la validez de las conclusiones, se justifican resultados y se evalúa constantemente el desarrollo de las habilidades presentes en el pensamiento estadístico.

En este artículo se presenta la muestra de una secuencia de actividades que pueden ser de interés para jóvenes que cursen los últimos años de la enseñanza media superior en la asignatura de estadística y para profesores que tengan afinidad en fortalecer el trabajo interdisciplinario de la estadística y la matemática para mejorar las estrategias de enseñanza y aprendizaje de sus estudiantes. Para fundamentar la secuencia que se expone, se utilizó la experiencia de aplicar dicha secuencia en el aula de clase y, dados los resultados obtenidos, se explican las habilidades, destrezas y dificultades que los alumnos experimentaron en la solución de las tareas. Cabe resaltar, que dicha secuencia puede ser adaptada a las necesidades de los estudiantes, pues se debe considerar el contexto en que los alumnos se desenvuelven para la elección de una problemática adecuada.

## 2. PENSAMIENTO ESTADÍSTICO ESCOLAR Y MODELACIÓN MATEMÁTICA ESCOLAR

La actividad y el pensamiento estadísticos están basados en torno al desarrollo y organización de algunos elementos que intervienen durante la indagación y el análisis de datos. El Modelo de Pensamiento Estadístico de Wild y Pfannkuch (1999) está apoyado en la estructura de cuatro dimensiones que organizan y ponen en juego los elementos que el estadístico desarrolla al momento de llevar a cabo la investigación de alguna problemática en particular.

La *primera dimensión* del modelo de pensamiento estadístico hace alusión al ciclo investigativo formado por cinco pasos: la problemática que debe plantearse, donde es necesario considerar aspectos importantes como el interés y la capacidad que ese problema tiene para responderse con los datos; diseño de un plan para la obtención de datos; la recogida de los datos donde se trabaje el plan propuesto inicialmente; análisis de los datos; obtención de conclusiones.



La *dimensión dos*, pone en juego el esquema de pensamiento que se desarrolla al momento de llevar a cabo el “ser estadístico”. En esta dimensión se mencionan los siguientes aspectos:

- *La necesidad de los datos*. Es necesario tener datos para resolver un problema.
- *La transnumeración*. Consiste en las diversas transformaciones a las que se someten los datos, la elaboración de gráficas y cálculos que permitan revelar la historia que precede a los datos establecidos.
- *Consideración de la variabilidad*. Búsqueda de variabilidad en los datos, así como la descripción, control de acuerdo al tipo de problema y el contexto al que pertenecen.
- *Razonamiento con modelos*. Consiste en aplicar las herramientas estadísticas al problema y situación de la que provienen los datos. Estas herramientas son aquellas que se proporcionan en los cursos tradicionales de estadística: distribuciones, muestreo, intervalos de confianza, pruebas de hipótesis, análisis de varianza, correlación, etc.
- *Integración de la estadística y el contexto*. Las materias primas con que trabaja el pensamiento estadístico son el conocimiento estadístico, el conocimiento del contexto y la información en los datos. El pensamiento mismo es la síntesis de estos elementos para producir implicaciones, perspectivas y conjeturas.

La *dimensión tres* hace referencia al ciclo interrogativo, el cual se refiere a los procesos de producción y evaluación de las ideas con relación a la problemática planteada. En esta dimensión intervienen la generación de ideas, búsqueda de patrones o indicios en los datos y se critica el proceso de solución, es decir, la calidad de éste, su veracidad y relevancia. Finalmente, la *dimensión cuatro*, tiene que ver con las actitudes frente al trabajo estadístico y profesional.

Por su parte, la modelación matemática también merece ser estudiada y analizada, ya que hay investigadores, por ejemplo Borromeo-Ferri (2006), que estudian el proceso de modelación desde diferentes enfoques y esquemas descriptivos, llamados comúnmente ciclos de modelación. No obstante, la visión más general que hay de la modelación matemática puede representarse mediante un ciclo, sirva de referencia, el ciclo de modelación matemática de Blum y Leiss (2007), donde la modelación está situada en dos ámbitos diferentes, la matemática y el resto del mundo. Este ciclo de modelación inicia cuando se parte de un fenómeno o problema real que demande actividades de simplificación y estructuración, con el objeto de lograr una delimitación de la problemática de estudio y que, además, esta



problemática sea susceptible de ser planteada como una situación a modelar. La situación a modelar requiere de una recolección de datos, con el objeto de proveer información acerca de la situación o fenómeno de estudio, y donde esa información sea susceptible de ser organizada y simplificada. La transformación del problema real en un problema, que toma la forma de un modelo matemático, se realiza mediante un proceso de matematización, donde los objetos relevantes, los datos, las relaciones, condiciones e hipótesis de la situación o fenómeno en cuestión, se trasladan hacia la matemática, resultando en un modelo matemático a través del cual se direcciona el problema identificado. El modelo matemático obtenido mediante el trabajo matemático, se ve reflejado en ecuaciones, resultados teóricos, solución de ecuaciones, estimaciones numéricas, pruebas estadísticas, simulaciones, etc., que permiten disponer de una respuesta al problema que debe ser interpretado en el contexto original para poder disponer de un resultado real. Por último, el modelo obtenido se contrasta con la situación o fenómeno original, para dar respuesta a la situación de estudio. Tanto la validación del modelo como su presentación pueden dar lugar a nuevas preguntas acerca del modelo obtenido, con lo que el proceso puede volver a ponerse en marcha. Los resultados, en forma de modelo, son matemáticos y reales, ya que se hallan fuertemente conectados entre sí por los procesos descritos anteriormente.

Hay una gran similitud entre el ciclo de investigación estadística y la modelación matemática. Esta coincidencia no es mera casualidad, pues dentro de la actividad científica y dentro de la práctica escolar, cuando es necesario enfrentarse a un fenómeno o situación problemática en un contexto real para ofrecer una solución, en ambos casos se debe identificar el fenómeno o situación que ha de estudiarse, planear cómo es que se llevará a cabo la solución del problema, elegir las variables más convenientes hacia la problemática de estudio, así como obtener abstracciones de la información que se dispone para hacer relaciones, tomar decisiones y proponer un modelo, matemático o estadístico, que sea contrastado con la realidad del fenómeno o situación de análisis. En este sentido, el ciclo de investigación estadística y el ciclo de modelación matemática, convergen con la investigación científica, donde el modo de abordar la realidad, de estudiar los fenómenos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, se hacen con el propósito de descubrir relaciones y plantear soluciones a dichos fenómenos. Así, la modelación en general, como método de investigación, establece una relación directa entre la dimensión teórica y la empírica del conocimiento científico, donde su validez ha sido comprobada tanto en ciencias naturales, en las técnicas y las sociales (Douglas, 2016).



### 3. METODOLOGÍA

Para lograr el propósito de esta investigación se diseñó una experiencia de aula que desarrollará un proceso de modelación y en la que intervinieran conceptos de la matemática y de estadística. La experiencia se llevó a cabo en la Escuela de Bachilleres “Salvador Allende”, Plantel Sur, la cual es una de las instituciones de nivel medio superior que pertenece al conjunto de planteles de la Universidad Autónoma de Querétaro. La asignatura donde se desarrolló el proyecto fue Estadística y Probabilidad, la cual, es la última materia de un conjunto de seis, que conforman el eje matemático y de razonamiento del mapa curricular y donde se considera que los estudiantes tienen las bases suficientes para continuar sus estudios en este campo, que les permita plantear y resolver problemas más complejos y más cercanos a su vida cotidiana.

El propósito de desarrollar esta experiencia fue, en primer lugar, aplicar tareas de modelación matemática en la asignatura de Estadística y Probabilidad, y utilizar esta herramienta de enseñanza para introducir conceptos correspondientes a temas propios de la asignatura; en este caso, el tema con el que se consideró trabajar fue la estadística descriptiva y el tema de regresión lineal. El trabajo realizado, se hizo con estudiantes de último semestre del turno vespertino, es decir, jóvenes de entre 17 y 20 años de edad; se trabajó con un grupo de clase que estaba integrado por 25 alumnos, los cuales habían cursado previamente el conjunto de matemáticas anteriores a Matemáticas VI (Estadística y Probabilidad), que respectivamente corresponden a Álgebra I, Álgebra II, Geometría y Trigonometría, Geometría Analítica y Cálculo.

Para desarrollar esta investigación se empleó una metodología de trabajo basada en una secuencia de tareas, con el fin de abarcar la situación a estudiar y, que a su vez esta secuencia permitiera analizar las ideas, mecanismos y procedimientos matemáticos y estadísticos de un grupo de estudiantes confrontados en tareas de investigación y modelación en un contexto real, además de permitir comprender e interpretar las manifestaciones de las formas de pensamiento, las decisiones, dificultades y opciones metodológicas de los estudiantes en las situaciones diseñadas.

### 4. MÉTODO, PLANIFICACIÓN Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Para implementar la experiencia se usó la estrategia de *Desarrollo de Proyectos de Modelación*, es decir, a través de una temática sugerida, los estudiantes se dieron a la tarea de obtener datos, proponer



estrategias de análisis, plantear modelos, validarlos y usarlos para obtener resultados de interés (Blum & Leiss, 2007). Para ello, se propuso a los estudiantes una temática que tuviera impacto a nivel social y que estuviera relacionada con su contexto; en este caso fue la obesidad en la institución escolar la que motivó el estudio para el desarrollo del proyecto de modelación.

Las actividades realizadas fueron divididas en cinco secciones. La primera de ellas, se hizo para introducir la problemática y discutir acerca de la posible información que se debía y podía obtener con base en el tema de la obesidad; la segunda sección se empleó para elaborar el diseño de la herramienta que permitió recabar datos; en la tercera sección los alumnos hicieron un análisis de datos, empleando la estadística descriptiva; la sección número cuatro se empleó para introducir la relación de variables, coeficiente de correlación de Pearson, uso de diagrama de dispersión y su respectivo análisis; y finalmente, la sección número cinco estuvo enfocada a trabajar el tema introductorio a las rectas de mejor ajuste, donde se elaboró un modelo matemático para comprender el fenómeno de la obesidad en la preparatoria y, donde al finalizar esta fase del proyecto, se discutió con los estudiantes la necesidad de un conjunto de actividades, que al articularse dieron sentido a la temática estudiada y que en su conjunto, representaron un proceso de investigación científica.

En la siguiente sección, se explicita la secuencia de actividades que los alumnos elaboraron en el aula de clase y se pone de manifiesto la relación e interdisciplinariedad de la estadística y la matemática cuando fueron trabajadas en un contexto de modelación.

## 5. ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES

La secuencia que se propuso se realizó en varias sesiones de clase. Dado que el planteamiento de la situación problemática estuvo vinculada a la obesidad, los estudiantes leyeron un artículo referente a la temática. La problemática fue puesta en contexto con la situación escolar y se desarrolló un debate que dio origen a diferentes cuestiones con un contenido problemático referente a la temática. Las cuestiones propuestas, fueron planteadas de forma conjunta por los estudiantes y el profesor, estas cuestiones se abordaron mediante la estadística descriptiva y se plantearon otras situaciones que posibilitaron el desarrollo progresivo de nuevos tópicos, como la introducción a la regresión lineal.

Los alumnos y el profesor titular trabajaron en conjunto con el objeto de establecer un plan de acción que reflejó la *necesidad de los datos* y la *formulación de una investigación*. Esto orilló a los



estudiantes a establecer preguntas acerca de ¿Qué debo buscar?, ¿Dónde buscar?, ¿Cuáles son los datos que necesito?, ¿Qué tipo de datos requiero?, ¿Cuántos recursos debo invertir en la búsqueda de la información?, ¿De quién obtendré la información? Todas estas cuestiones sugirieron un plan enfocado a la investigación que los estudiantes establecieron, con el objeto de dar solución a las problemáticas que ellos, junto con el profesor, diseñaron.

Los alumnos propusieron una herramienta que les permitió obtener información; dicha herramienta fue una encuesta, la cual mantuvo presente la problemática y la población de estudio. Los estudiantes aplicaron la encuesta que diseñaron a la muestra establecida, con ello, obtuvieron datos e información, la cual se depuró, organizó, analizó y se presentó en un reporte que mostró respuestas parciales a las preguntas problema que establecieron. Además, algunos estudiantes explicaron en sus reportes los métodos estadísticos que utilizaron y el significado de estos en el fenómeno de estudio. Para complementar la actividad, los alumnos compartieron sus ideas en una sesión de retroalimentación, en la que expusieron sus dificultades, métodos y herramientas aplicadas, así como las limitaciones que se presentaron y los resultados que obtuvieron.

Esta primera descripción hace referencia a la primera etapa de la secuencia, en la que los estudiantes sólo utilizaron la estadística descriptiva para establecer algunas propuestas de solución a los problemas planteados.

La segunda etapa de la secuencia se empleó para establecer nuevas temáticas, particularmente, la correlación, diagramas de dispersión y coeficiente de correlación de Pearson. Estos temas se abordaron con el objeto de que los alumnos tuvieran recursos técnicos que les permitiera dar respuesta a la situación problemática y, además, les ayudara a articular la actividad con nuevas herramientas útiles para sus propuestas de solución.

Para poder aplicar estas nuevas técnicas fue necesario que los alumnos sintieran la necesidad de aprenderlas; en este sentido, los alumnos fueron guiados por el profesor en actividades en las que ellos construyeron definiciones, relaciones y donde asignaron un significado a cada uno de los términos utilizados. Los alumnos se vieron en la necesidad de establecer significados y validarlos por medio de diferentes recursos como internet, libros, apuntes, con la ayuda del profesor y en el grupo mismo y en sesiones de retroalimentación, en donde ellos adquirieron un papel más protagónico, pues se les dio la oportunidad de defender sus propuestas en lugar de aceptar aquellas que pudieron venir directamente del



docente. En esta fase del proyecto los alumnos tuvieron un acercamiento fuerte con el trabajo de las técnicas estadísticas y la comprensión de éstas, ya que representaron recursos que fueron útiles para proponer soluciones a las tareas que se establecieron.

A su vez, para lograr trabajar la introducción a la regresión lineal, se recurrió al ciclo de modelación matemática, donde fue necesario tener una situación problemática, buscar datos, analizarlos, abstraer relaciones y mediante alguna representación simbólica, ofrecer respuesta a la situación problema (Blum & Leiss, 2007). En este caso, los estudiantes contaban con algunos elementos de este ciclo de modelación, es decir, tenían planteada una situación problemática así como datos organizados y clasificados en variables.

La primera actividad a la que los alumnos se enfrentaron fue la selección de variables estadísticas para responder a la problemática establecida. Algunos alumnos mostraron dificultades para hacer esta selección, mientras que otros identificaron rápidamente dichos elementos justificando su elección mediante la situación problemática de la obesidad. Los alumnos representaron las variables en un diagrama de dispersión que les permitió establecer algunas conjeturas referentes a la correlación y tendencia que seguían los datos, en este caso los alumnos se vieron en la necesidad de calcular el coeficiente de correlación para justificar los argumentos que emitieron a partir de la nube de puntos.

Posteriormente, a través del diagrama de dispersión, se cuestionó a los estudiantes acerca de la curva que mejor podría ajustarse a los puntos que estaban presentes en sus diagramas; la mayoría de los alumnos trazó sobre estos una recta que representaba la tendencia de los datos. Luego, se cuestionó acerca de un modelo que representara mejor la curva que trazaron. Esta pregunta se hizo con el objeto de que los alumnos investigaran en diferentes recursos, los métodos estadísticos para el cálculo de la regresión lineal. Sin embargo, los estudiantes hicieron uso de los conocimientos matemáticos previos, caso particular, geometría analítica, para calcular una ecuación lineal que representó la recta que dibujaron sobre el diagrama de dispersión.

En este caso, los diferentes modelos que los alumnos construyeron fueron útiles para que, con el apoyo del profesor, pudieran construir e interpretar el significado de la regresión lineal e introducirse a una nueva temática, que es propia del estudio de la disciplina estadística. En resumen, la secuencia de actividades puede mostrarse como una guía de trabajo que involucró los aspectos señalados en la Figura 1:

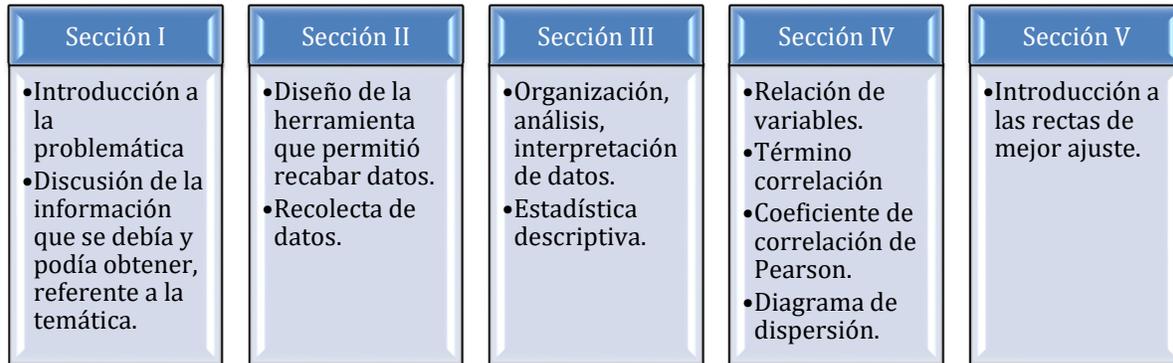


Figura 1. Resumen de secuencia

Es importante mencionar que la temática, la comunicación, intervención y participación del estudiante son cruciales para la actividad propuesta, pues ellos serán mediadores de los procesos que puedan surgir en la elaboración y búsqueda de respuestas a las tareas establecidas.

## 6. RESULTADOS DE LA SECUENCIA

A la luz del trabajo estadístico se notó la capacidad de discutir y comunicar opiniones e ideas referentes al diseño de la encuesta. Además, las preguntas establecidas por los estudiantes mantuvieron presente la población de estudio a quien se dirigía la investigación, es decir, la institución educativa. Los estudiantes se vincularon efectivamente con la situación problema y pudieron experimentar, desde su propia lógica, el comienzo de un proceso de investigación que, sin duda, les hizo reconocer la necesidad de diseñar una herramienta estadística para obtener información.

La evaluación de las otras actividades que los estudiantes llevaron a cabo, se realiza mediante algunos elementos generales que exponen Batanero y Díaz (2004):

*Tipos de datos y aplicaciones:* Los datos estuvieron definidos por variables cualitativas y cuantitativas que los estudiantes identificaron en el diseño de la encuesta que elaboraron. La aplicación de la actividad estuvo enfocada a un problema de Salud Pública, que todos los estudiantes trabajaron y del cual expresaron opiniones y criterios basados en sus respectivos análisis estadísticos.

*Notaciones y representaciones:* Parte importante de la estadística es la reducción y presentación de los datos en una variedad de formatos, desde tablas hasta gráficos de tipo diverso. El manejo de un gráfico estadístico no supone simplemente el cambio de un tipo de representación a otra de un concepto



dado. Los gráficos estadísticos presentan convenios de construcción que el alumno debe reconocer. En este sentido, los alumnos emplearon en mayor medida gráficos de barras, omitiendo otros diagramas que pudieron ser útiles en el manejo de información y para obtener conclusiones más amplias como el histograma o polígono de frecuencias.

*Técnicas y procedimientos estadísticos:* Los alumnos, durante todas las actividades propuestas, aplicaron varios procedimientos estadísticos, entre ellos, el diseño y aplicación de encuesta además del registro de información en bases de datos.

*Trabajo estadístico-matemático:* Los estudiantes hicieron uso de representaciones gráficas para apoyar sus argumentaciones, también se reflejó el uso de razonamientos verbales deductivos, ya que continuamente enunciaron propiedades, por ejemplo la correlación o los diagramas de dispersión, utilizando principalmente el lenguaje verbal, más que el simbólico. Además, los estudiantes trabajaron adecuadamente distintos objetos matemáticos, que les permitió llevar a cabo procesos de traducción entre diferentes representaciones de la correlación estadística.

*Actitudes:* Los alumnos durante la puesta en marcha de todas las actividades, tuvieron varios aspectos actitudinales, enfocados principalmente a la valoración acerca de la manera correcta de recoger datos, valoración en cuanto a la estética de la información presente en las encuestas; asignaron importancia a los datos y a la aplicación de las encuestas, además de mostrar curiosidad y conciencia en la información obtenida.

En lo referente al ciclo de pensamiento estadístico, expuesto por Wild y Pfannkuch (1999), los alumnos desarrollaron en el aula, la lógica que se presenta en la Figura 2.

## 7. CONCLUSIONES

Es importante que tanto los docentes como los alumnos tengan bien definidas las diferencias entre la estadística y la matemática. A pesar de la relación íntima que comparten, existen elementos que las diferencian como la variabilidad, el contexto, el tipo de pensamiento que se desarrolla y los métodos y objetivos que cada disciplina persigue.

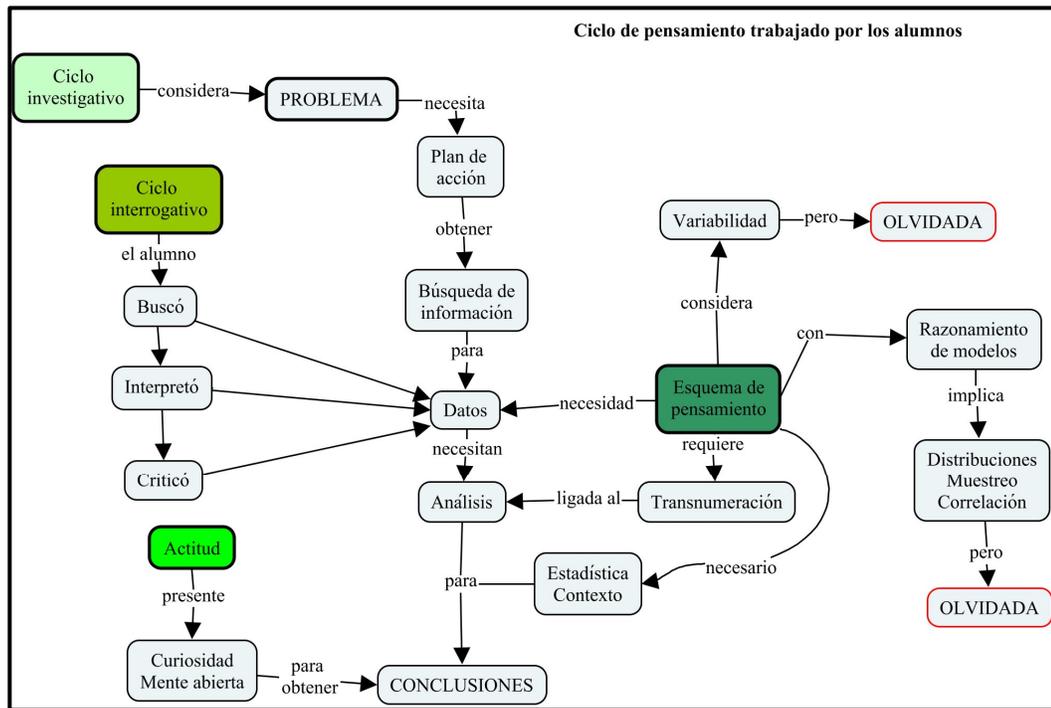


Figura 2. Ciclo de pensamiento construido por los alumnos en la secuencia propuesta

Las tareas de modelación colocaron al alumno en un papel más activo dentro del aprendizaje de la estadística, pues se vieron en la necesidad de validar y argumentar justificadamente las conclusiones a las cuales llegaron. El ciclo de modelación matemática y el ciclo de investigación estadística, permitieron la interdisciplinariedad de la matemática y la estadística, pues los alumnos trabajaron en un contexto real, donde obtuvieron datos, los analizaron y propusieron respuestas a la problemática dentro de la institución educativa donde ellos están la mayor parte del día. Además, este trabajo permitió que los alumnos vieran la utilidad de trabajar la matemática y la estadística en conjunto (con sus respectivas diferencias), establecer conjeturas y crear nuevos conocimientos con base en una situación que ellos construyeron y a la cual asignaron soluciones.

Los alumnos, con ayuda del profesor, lograron asignar un significado introductorio de la regresión lineal pues, a partir de una ecuación de primer grado, se establecieron algunas características que posibilitaron el entendimiento de temas propios de la disciplina estadística.

En las actividades que se propusieron, fue necesario que los estudiantes tuvieran correctamente definidas algunas técnicas estadísticas para dar solución a las tareas propuestas y con ello, hacer diferentes interpretaciones, entre tablas, gráficas y cálculos numéricos.



Parte de las actividades reflejaron algunas generalizaciones que los alumnos hacen de la matemática, especialmente en temas referentes a la correlación, donde no distinguen la diferencia existente entre las variables estadísticas y las variables que se utilizan en matemáticas, pues no consideran los usos, el contexto, el fenómeno y la actividad misma. Esta situación es reflejo de las inadecuadas interpretaciones que los docentes hacen de la estadística al considerarla parte de la matemática, los estudiantes adquieren concepciones erróneas que se vieron reflejadas en esta actividad.

En este sentido, contrastar métodos y objetos estadísticos y matemáticos por medio de un proyecto de modelación es una excelente oportunidad para que los estudiantes puedan notar las diferencias existentes entre disciplinas y con ello comprender la importancia de cada una de ellas.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batanero, C., y Díaz, C. (2004). *Estadística con proyectos*. Granada: Universidad de Granada.
- Bessant, K. C., & MacPherson, E. D. (2002). Thoughts on the Origins, Concepts, and Pedagogy of Statistics as a “Separate Discipline.” *The American Statistician*, 56(1), 22–28.
- Blum, W., & Leiss, D. (2007). How do students and teachers deal with mathematical modelling problems? In P. Haines, W. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics* (pp. 222–231). Chichester: Horwood Publishing.
- Borromeo-Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modeling process. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik*, 38(2), 86–95.
- Campos, C. R., Wodewotzki, M. L. L., & Jacobini, O. R. (2014). Educação Estatística: Teoria e prática em ambientes de modelagem matemática. *Zetetiké – FE/Unicamp*, 22(41), 161–168.
- Campos, R. C., Ferreira, L. D. H., & Wodewotzki, L. M. L. (2015). Mathematical Modelling in the Teaching of Statistics in Undergraduate Courses. In G. A. Stillman, W. Blum, & M. S. Biembengut (Eds.), *Undergraduate Courses. In Mathematical Modelling in Education Research and Practice* (pp. 501–512). Springer International Publishing.
- Douglas, C. (2016). La modelación como método de investigación científica. En *VIII Congreso Internacional de Formación y Modelación en Ciencias Básicas*. Medellín, Colombia: Universidad de Medellín.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique*, 67(3), 223–256.