

La investigación como actividad complementaria en un curso de cálculo en la licenciatura en biología de la Universidad de Sonora

Isabel Dorado Auz y José Luis Díaz Gómez
auz3@correom.uson.mx; jdiaz@gauss.mat.uson.mx
Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora.
México

EL CÁLCULO Y SU ENSEÑANZA

Volumen 13. julio-diciembre 2019. Cinvestav-IPN ©
Ciudad de México. ISSN 2007-4107. P.p. 13 - 18

Fecha de recepción: 19-09-2019
Fecha de aceptación: 06-12-2019



Resumen. En este trabajo se presenta una propuesta didáctica, que permita involucrar a los estudiantes en tareas de investigación, la cual puede implementarse en cualquier curso de ciencias experimentales. Se presentan resultados de un estudio exploratorio que se implementó en el curso de Introducción al Cálculo Diferencial e Integral de la carrera de Biología, el cual se imparte en el primer semestre de esta licenciatura.

Palabras claves: Investigación, Cálculo, Biólogo.

Abstract. In this work, we present a didactic proposal, which allows involving the students in research tasks, which can be implemented in any course of experimental sciences. Results of an exploratory study implemented in the course of Introduction to Differential and Integral Calculus for Biological Sciences, which is given in the first semester of this degree, are presented.

Keywords: Research, Calculus, Biologist.

1. Objetivo general

Diseñar una propuesta didáctica que permita iniciar a los estudiantes en el proceso de investigación, mediante un trabajo colaborativo, desde un curso de Cálculo que se imparte en el primer semestre de la carrera de Biología en la Universidad de Sonora.

2. Introducción

En el curso en cuestión se establece que el profesor implementará dinámicas de grupo que favorezcan el desarrollo de habilidades matemáticas de autoaprendizaje y de comunicación oral y

La investigación como actividad complementaria en un curso de cálculo en la licenciatura en biología de la Universidad de Sonora

escrita, atendiendo tanto a las habilidades para el trabajo individual como de equipo. De hecho, se recomienda emplear tres horas a la semana para abordar conocimientos teóricos y dos horas para actividades prácticas, sin embargo, la extensión del contenido temático del curso obligó al instructor a dedicarle solamente una hora a la actividad de investigación que se implementó. Por tal motivo, se decidió implementar un estudio exploratorio donde los estudiantes, agrupados en equipos, buscarían información sobre el crecimiento poblacional de algún tipo particular de ser vivo, consultando artículos de investigación donde se hiciera referencia a modelos matemáticos implementados para comprender este fenómeno. Se trabajó por un periodo de 12 semanas, aunque el primer equipo en hacer su exposición se presentó en la quinta semana.

3. Antecedentes

Nos dicen Pozo y Gómez-Crespo (citados por García y García, 2007, p. 75), que no se trata de que el conocimiento científico sustituya al conocimiento cotidiano o intuitivo del alumno, sino que, el alumno los haga coexistir con cierta jerarquía, y comprenda que el primero en muchos casos, resulta más correcto o apropiado para describir y comprender determinados fenómenos de la naturaleza.

Si se retoma el concepto de “aplicacionismo” propuesto por Barquero, Bosch y Gascón (2014), el cual persiste en las instituciones universitarias responsables de la formación en Ciencias Experimentales, se puede decir que el presente trabajo intenta darle la vuelta a los cinco postulados con que definen Barquero y colegas el “aplicacionismo”:

Las matemáticas se mantienen independientes de las otras disciplinas, lo que denominan “purificación epistemológica” y donde las herramientas matemáticas se consideran independientes de los sistemas extra-matemáticos. Se trata pues, de que los estudiantes observen cómo las matemáticas están presentes cotidianamente en su disciplina, en este caso Biología, y vean que se plantean cuestiones problemáticas cuyas respuestas llevan a la construcción de diversos modelos matemáticos.

Las herramientas matemáticas básicas son comunes para todos los científicos. Dejar evidenciado, en nuestro caso, que aún dentro de un mismo curso introductorio de matemáticas, se puede interactuar con diversas problemáticas que requieren diferentes herramientas matemáticas para darles solución.

La organización de los contenidos matemáticos sigue la lógica de los conceptos, lo que denomina como lógica deductivista. En este caso, a pesar de que se sigue un contenido temático preestablecido, mediante este trabajo se busca ampliar la visión de los estudiantes al revisar distintas estrategias para solucionar las diversas problemáticas planteadas en los artículos de investigación revisados durante el desarrollo del curso.

Las aplicaciones siempre van después de la formación matemática básica. El surgimiento de modelos matemáticos que se aplican en cursos más avanzados (ecuaciones diferenciales, estadística inferencial, etc.) rompe la regla implementada tradicionalmente de construir a partir de los conceptos, propiedades y teoremas de cada tema.

Muchos sistemas extra-matemáticos pueden ser contruidos sin ninguna referencia a las matemáticas. La esencia del presente trabajo es evidenciar la importancia de las matemáticas en la enseñanza de las ciencias experimentales y dejar claro que las matemáticas no solo son útiles para ejemplificar los aspectos «cuantitativos» de ciertos fenómenos científicos.

Por otro lado, Mónica y Ana María Izquierdo (2010) nos dicen que no es lo mismo enseñar a investigar que hacer investigación, lo que hace necesario una didáctica específica para formar y desarrollar el hábito investigador. Aseguran que formar en investigación es mucho más que transmitir un conjunto de técnicas, que más bien es un proceso social de producción y comunicación en el que se ha de desarrollar una compleja red de habilidades cognitivas, procedimentales, sociales y metacognitivas (p. 109). Resaltan también, que se puede establecer un marco teórico sobre la didáctica de la investigación grupal colaborativa conceptualizándola como objeto de aprendizaje en sí mismo para el desarrollo de una práctica eficaz de la misma. También proponen cuatro tipos de actividades que deben desarrollarse:

- a) *Actividades de inicio*, para sensibilizar y motivar a los estudiantes.
- b) *Actividades de desarrollo*, para familiarizarse con los aspectos claves del trabajo a desarrollar y con las dinámicas grupales colaborativas.
- c) *Actividades de síntesis*.
- d) *Actividades de reflexión*.

4. Estudio exploratorio

El trabajo consistió en la implementación de una actividad de investigación en el curso Introducción al Cálculo Diferencial e Integral de la carrera de Biología que ofrece el Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. Se trabajó con todos los integrantes del curso, cuya lista inicial comprendía 40 estudiantes, de los cuales asistieron regularmente 32.

Desde la segunda semana de clases se les planteó la idea de realizar una tarea de investigación y dedicar una hora de clase a la semana, durante todo el semestre 2015-2, a darle seguimiento al trabajo que habría de realizarse de forma colaborativa, mediante la integración de equipos de cinco personas.

5. Primera actividad

Como actividad de inicio, se solicitó que cada estudiante seleccionara, individualmente, un ser vivo e investigara cuál sería su crecimiento poblacional en condiciones ideales. Esta actividad cumpliría con dos propósitos: analizar el proceso de apertura de la investigación y tomar como un factor importante la selección individual de los seres vivos en la integración de los equipos, tomando en cuenta características de similitud. Se buscaría una integración que permitiera favorecer la investigación grupal en torno a intereses comunes más allá de la amistad que pudieran profesarse entre ellos.

6. Segunda actividad

Como actividades de desarrollo se integraron los equipos de trabajo y como paso previo a la búsqueda y análisis de la bibliografía se establecieron los criterios más relevantes respecto al tipo

La investigación como actividad complementaria en un curso de cálculo en la licenciatura en biología de la Universidad de Sonora

de artículos que deberían ser seleccionados. Estos deberían ser de investigaciones que involucraran a un ser vivo y donde se utilizaran las matemáticas como herramienta para resolver alguna problemática planteada en torno al objeto de estudio. Se solicitó a los estudiantes que investigaran a través de diversas fuentes: libros, revistas científicas, internet, etc.

Los integrantes de cada equipo deberían seleccionar un ser vivo en particular para desarrollar el trabajo. Esto es, tenían que consensar solo una opción de las generadas en la primera actividad.

7. Tercera actividad.

Las actividades de reflexión y síntesis se fomentaron en un proceso de seguimiento a las actividades de los equipos, el instructor debería solicitar al equipo más avanzado una presentación en Power Point para que compartieran los resultados de su investigación y dejaran de manifiesto cómo es que las matemáticas sirven para resolver los problemas específicos. Posteriormente se continuaría con esta actividad por el resto del semestre hasta culminar las presentaciones. Finalmente, cada equipo debía presentar, por escrito, un resumen de sus investigaciones.

8. Resultados y discusión

La primera actividad sirvió al docente para identificar las limitaciones que presentan los estudiantes en torno a la actividad de investigación, quienes en su mayoría aportaron notas tomadas de internet y, en el mejor de los casos, de revistas de divulgación científica en vez de verdaderos artículos de investigación. Esta actividad permitió integrar los equipos de trabajo en torno al ser vivo seleccionado de manera individual por los estudiantes del curso (ver tabla 1).

Equipos	Seres vivos seleccionados	
	Individual	Equipo
1	Oso panda, rinoceronte, caimán, oso perezoso, perro	Oso panda
2	Zooplankton, E. coli, clostridium, bacterias, cochinilla	E. coli
3	Árbol, cuángare, hongos, pino, hongos	Cuángare
4	Tigre, garza, salmón, hormiga, guirre	Tigre de bengala
5	Mantarraya, tortuga marina, robalo blanco, caballito de mar,	Caballito de mar
6	No hicieron esta actividad (3 integrantes)	Bagre
7	No hicieron esta actividad (5 integrantes)	Carpas

Tabla 1: equipos de estudiantes y seres vivos seleccionados.

Para evitar desviaciones, el docente seleccionaba los artículos que cumplieran con dos requisitos fundamentales: calidad metodológica y calidad científica. En muchos casos, fue necesario recurrir a revistas extranjeras, cuyo idioma es el inglés.

9. Trabajos de los estudiantes.

A continuación se dará una breve descripción de los trabajos realizados.

Quienes trabajaron con el Panda Gigante, encontraron en uno de sus artículos de investigación un modelo matemático que relacionaba la población de pandas con la densidad de bambú, tomando en cuenta los principales factores que afectaban a ambas variables (el daño causado por insectos en el caso del bambú y la máxima natalidad de los pandas en vida silvestre, para mencionar solo dos ejemplos).

Los que trabajaron con las carpas, encontraron que en condiciones ideales (si todos los huevecillos liberados fueran fecundados y dieran lugar a un ser vivo) el crecimiento poblacional generaría una saturación de la especie en el medio en que se estuviese desarrollando en muy poco tiempo; además, encontraron que las carpas pueden ser una especie invasiva en algunos países por lo que debiera ser regulada; este equipo presentó una gráfica de las estadísticas de producción reportadas por la FAO y se sorprendieron de que se reportaran 40 millones de toneladas en el año 2010.

El equipo que trabajó con E. coli, presentó gráficas de crecimiento exponencial y linealización de los datos y dos modelos matemáticos que pueden aplicarse en estos casos, estableciendo la similitud entre ellos (ver Figura 1)

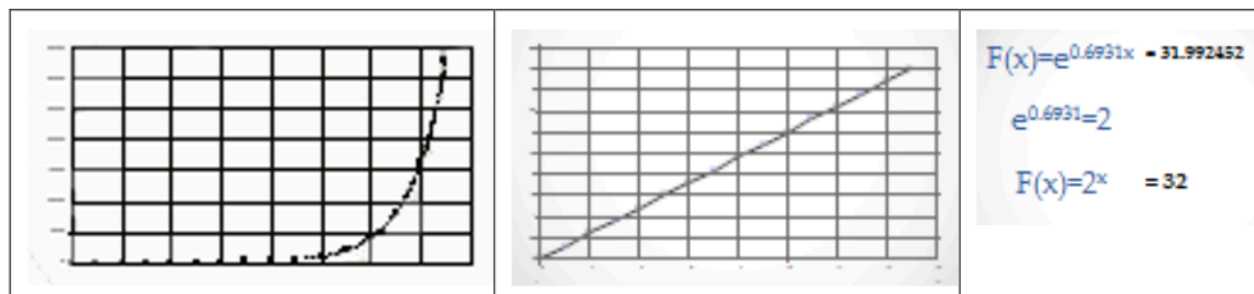


Figura 1. Gráficas presentadas por el equipo de E. coli

10. Comentarios de los estudiantes.

En general, se puede decir que los estudiantes tomaron conciencia de la importancia de las diversas herramientas matemáticas que pueden usarse en su ámbito profesional. Señalaron que esta actividad de investigación les hizo más agradable y menos pesado el curso de Cálculo. Entre otros, se dan a conocer algunos comentarios que hicieron llegar los estudiantes:

- E1: “al principio estaba con la idea de qué enfadoso sería tener esa clase a las 7 de la mañana, pero la verdad no me enfadó para nada, fue muy entretenida, didáctica y aprendí mucho. Me gustó mucho que tomara un día de la semana para intentar enfocar su materia a nuestra carrera”.
- E11: “me pareció muy buena idea lo de las exposiciones y la investigación que hicimos, considero que así debería ser con todas las materias que se puedan alejar del concepto general de la carrera, pues nos ayudan a visualizar que todo está correlacionado y no podemos dejar ninguna asignatura de lado”.
- E27: “En este curso de Cálculo Diferencial e Integral descubrí que el cálculo tiene muchas aplicaciones para la investigación, cosa que jamás había reflexionado”.

La investigación como actividad complementaria en un curso de cálculo en la licenciatura en biología de la Universidad de Sonora

11. Conclusiones

Como se comentó previamente, este trabajo busca ser una propuesta didáctica de investigación, con la que los estudiantes aborden una parte de su formación integral realizando investigación desde un primer curso de matemáticas, logrando con ello generar un mayor interés por comprender los conceptos y aplicaciones del Cálculo diferencial. Con esta propuesta se observó:

La dinámica del proceso de enfrentarse a los problemas, lleva a los alumnos hacia un pensamiento crítico y creativo.

El proceso conduce a los alumnos al aprendizaje de los contenidos del curso de manera similar a la que utilizarán en situaciones futuras, fomentando que lo aprendido se comprenda y no sólo se memorice. Con el uso de problemas de la vida real, se ha observado que se han incrementado los niveles de comprensión, permitiendo utilizar su conocimiento y habilidades. El proceso conduce a los alumnos al aprendizaje de los contenidos del curso de manera similar a la que utilizarán en situaciones futuras, fomentando que lo aprendido se comprenda y no sólo se memorice.

Se impulsó también el trabajo colaborativo y los estudiantes tuvieron la oportunidad de compartir experiencias. Finalmente, hay que resaltar el hecho de que el índice de reprobación fue muy bajo, lo cual puede estar relacionado con el interés propiciado con esta incipiente actividad de investigación.

12. Bibliografía

- Barquero, B., Bosch, M. y Gascón, J. (2014). *Incidencia del “aplicacionismo” en la integración de la modelización matemática en la enseñanza universitaria de las ciencias experimentales*. Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas. 32(1), 83–100.
- García C. A. y García L. C. (2007) Investigar para aprender, aprender para enseñar. Un proyecto orientado a la difusión del conocimiento escolar sobre ciencia. Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales. 52. 73–83.
- Izquierdo, A. M e Izquierdo, A. A. M. (2010). *Enseñar a investigar: una propuesta didáctica colaborativa desde la investigación-acción*. Documentación de las Ciencias de la Información. 33, 107–123.