

Interrelaciones entre matemáticas y ciencias ambientales

Rolando Torres Castillo ¹   Daniela Vásquez Duchicela ² 

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, El Coca EC220001, Orellana, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico Universitario Oriente, La Joya de los Sachas 220101, Ecuador

 Correspondencia: rolando.torres@esepoch.edu.ec  +593 991637771



Check for updates

Recibido: 15/noviembre/2020; **Aceptado:** 30/noviembre/2020; **Publicado:** 10/diciembre/2020

DOI/URL: <https://www.greenworldjournal.com/doi-026-gwj-2020>



Resumen: Los problemas matemáticos que involucran cálculos básicos, porcentajes, razones, tablas, diagramas circulares y gráficos se utilizan para ilustrar problemas ambientales como el crecimiento de la población, escasez de recursos, contaminación del aire, agua y la demanda de energía eléctrica. La integración de las matemáticas, las ciencias y la educación ambiental permite a los estudiantes beneficiarse de las tres áreas simultáneamente. La ciencia abarca el arte de cuestionar, investigar, formular hipótesis y descubrir. Las matemáticas son el lenguaje que proporciona claridad, objetividad y comprensión. La resolución de problemas, pensamiento creativo en matemáticas y ciencias, conocimiento básico, toma de decisiones y la capacitación ambiental están disponibles en un período de tiempo en una actividad correctamente concebida y dirigida. Los profesores también están más interesados cuando utilizan métodos y conceptos que son más familiares.

Palabras claves: educación, universidad, relaciones, problemas.

Interrelationships between mathematics and environmental sciences

Abstract: Mathematical problems involving basic calculations, percentages, ratios, tables, pie charts, and graphs are used to illustrate environmental problems such as population growth, resource scarcity, air and water pollution, and electric power demand. The integration of math, science, and environmental education allows students to benefit from all three areas simultaneously. Science encompasses the art of questioning, investigating, hypothesizing, and discovering. Math is the language that provides clarity, objectivity and understanding. Problem solving, creative thinking in math and science, basic knowledge, decision making, and environmental training are available over a period of time in a properly designed and directed activity. Teachers are also more interested when they use methods and concepts that are more familiar.

Keywords: education, university, relationships, problems.

1. Introducción

La integración de las matemáticas y la ciencia con otras materias ha sido defendida durante bastante tiempo. Se han sugerido varias iniciativas a gran escala en los últimos años. Actualmente se está sugiriendo que las escuelas primarias y secundarias pueden estar quedándose cortas en la educación de los estudiantes en matemáticas y ciencias esto pueden alejar o disminuir el interés de los estudiantes de estas materias. Howe, Blosser, Suydam, Helgeson y Disinger (1987) señalan que para el octavo grado muchos estudiantes califican las ciencias y las matemáticas como sus cursos menos favoritos, mientras que los estudiantes de primaria, secundaria y universidad las consideran entre sus cursos más difíciles [1,2].

Los estudios sobre degradación ambiental, gestión y contaminación, se han convertido en un tema candente en los trabajos de investigación en las últimas décadas. Prueba de ello es la cantidad de revistas nuevas que parecen presentar adecuadamente estos resultados de investigación [3]. Los futuros ingenieros deben ser conscientes de los problemas y preocupaciones ambientales para desarrollar un pensamiento crítico sobre el desarrollo sostenible. Es importante brindar educación ambiental para evitar que los estudiantes se conviertan efectivamente en operadores de procesos que perpetúan el negocio como de costumbre, causando serios problemas ambientales [4].

Lo que estamos presenciando es que, en general, solo los estudiantes interesados reciben alguna información a través de programas vacacionales, cursos electivos o por asistencia voluntaria a seminarios fuera del horario habitual de contacto. Un enfoque diferente que llegue a toda la clase y no solo a los estudiantes interesados sería ideal. Ésta es la principal intención de este artículo [5]. Dadas sus características, es más fácil incluir temas ambientales en ciertos cursos mientras que en otras puede parecer menos fácil de hacer. Por ejemplo, incluir cuestiones medioambientales en Optimización matemática no parece ser obvio; pero mostraremos que es posible contextualizando los problemas del tutorial. Estos problemas se pueden dar con solo la información esencial (básica) para proceder inmediatamente a los cálculos requeridos [6].

El objetivo del estudio fue determinar las Interrelaciones entre matemáticas y ciencias ambientales aplicando una revisión bibliográfica que permita a los estudiantes beneficiarse de un aprendizaje integral. Logrando incrementar la capacidad para resolver problemas, el pensamiento creativo en matemáticas y ciencias, el conocimiento básico, la toma de decisiones y la capacitación ambiental están disponibles en un período de tiempo en una actividad correctamente concebida y dirigida.

2. ¿Qué son las matemáticas?

Varias personas describen las matemáticas como la única ciencia que alguna vez probará algo, la única ciencia capaz de dar una respuesta absoluta de "sí" o "no", y como la ciencia más pura [7,8]. La palabra proviene de la traducción griega de máthema que significa "aprender" o "estudiar". Sin matemáticas no habría ciencia teórica ni aplicada. No habría ciencias atmosféricas, arquitectura, física, química o biología [9].

Se sabe que los humanos han aplicado las matemáticas desde los albores de los tiempos, incluso si las personas del pasado no entendían que lo estaban haciendo, sí entendían el volumen y la distancia, y por qué ciertas estructuras sobrevivirían mejor cuando se construyeran con ciertos exteriores o exteriores [9,10]. anglos. Como ciencia aplicada, puede llevar muchos años de prueba y error encontrar una solución matemática; eso es tan cierto para construir una mina como para calcular la distancia entre nuestro planeta y otros cuerpos planetarios, y para la tecnología tal como es. para financiar inversiones. También es una ciencia natural; muchos aspectos del universo se adhieren a las leyes universales de las matemáticas [11].

3. Importancia de las matemáticas para la ciencia

Las matemáticas son tanto una herramienta como una ciencia en sí mismas. Crea conceptos simples en torno a los cuales se construyen otras ciencias y proporciona un marco cuantitativo para construir hipótesis y teorías, no siempre se trata de absolutos, sino que siempre reafirma la evidencia [12]. Muchas de nuestras ciencias no existirían si no fuera por el marco matemático y especialmente sin las áreas de matemáticas enumeradas en una sección posterior de esta guía. Podría decirse que las matemáticas son la primera ciencia y crecieron simultáneamente en todas las sociedades civilizadas desde los albores de los tiempos [13]. Incluso aquellos que lo practicaron no necesariamente lo vieron como una ciencia como nosotros lo veríamos, sino como un método para resolver problemas, hechos sobre el mundo que los rodea, utilizando la lógica y el error de prueba [14,15]. Eventualmente, esto conduciría al estudio de las matemáticas como una asignatura formal como lo hizo en el Antiguo Egipto, pero es anterior incluso a su sociedad. Más detalles se encuentran en la sección de Historia de las Matemáticas a continuación [4]. En lo que respecta a las tres ciencias principales, las matemáticas son fundamentales:

- Química: matemáticas para algoritmos tales como calcular la estructura de moléculas y clasificarlas en función del número de protones, electrones, neutrones, etc. El número de estas partículas puede cambiar la composición y las acciones de una molécula; las matemáticas se utilizan para contar y clasificar.
- Física: calcular el tamaño de la Tierra, la distancia a la Luna y trazar las mejores rutas y el mejor momento para lanzar misiones. Es posible que haya oído hablar de las "ventanas de lanzamiento" para cualquier misión espacial. Esto se debe a que los planetas, satélites y otros cuerpos siempre están en movimiento. Hay ocasiones en las que se acercan y el lanzamiento debe programarse para minimizar la distancia y el margen de error. Si pasa el intervalo de tiempo, tardará mucho en llegar o es posible que se pierdan el fenómeno por completo.
- Biología: un área de la biología que utiliza las matemáticas es la biología de poblaciones. Este es el examen del número de especies, prevalencia y distribución. La biología puede lidiar con la predictibilidad de muchas maneras; como veremos a continuación, esto también se aplica particularmente a las ciencias ambientales y especialmente cuando se superponen con la biología

Hoy en día, aunque algunos científicos modernos no necesitan más que un conocimiento básico de las matemáticas, ya sea en la escuela secundaria o un poco más allá, muchos no podrían realizar su trabajo sin él [16]. La mayoría necesita comprender la ciencia de datos y cualquier investigador en cualquier campo necesita más que una comprensión pasajera de las estadísticas. Podría decirse que la mayoría de las personas deberían saber más sobre estadísticas de lo que realmente saben [2]. Pero la mayoría necesita los procesos de pensamiento de las matemáticas. Eso incluye estadísticas, pero también incluye aritmética que todos necesitamos en procesos simples como compras al recibir un cambio o simplemente saber los valores exacto de pago para evitar fraudes.

4. Matemáticas y las ciencias ambientales

Las ciencias ambientales se refieren a todo lo relacionado con el mundo que nos rodea, desde la tierra en la que vivimos hasta la roca subterránea, nuestros cursos de agua y suelos, nuestro entorno construido y la naturaleza y conservación de las especies de plantas y animales [14,17]. Muchas de las ciencias generales que se clasifican como ciencias ambientales utilizan las matemáticas de una forma u otra [18–20].

Arquitectura: se puede argumentar que la arquitectura es una forma de matemáticas aplicadas. Lo ha hecho desde los albores de la civilización. El cálculo de las proporciones y proporciones de los edificios ha permitido a los arquitectos a lo largo del tiempo construir algunas estructuras impresionantes, entre ellas las pirámides de Giza, cuyo ángulo y enfoque de fondo pesado ha resistido la prueba del tiempo. La arquitectura se trata de ángulos [21,22].

Ciencias atmosféricas: la climatología y otras ciencias atmosféricas como la meteorología se trata de leer datos y hacer predicciones con modelos simulados. Ambos conceptos requieren matemáticas y la climatología no sería capaz de hacer predicciones sin modelos. En el mejor de los casos, serían conjeturas informadas y muy imprecisas la mayor parte del tiempo. Eso es tan cierto para el medio ambiente actual como para el paleoclima. Las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero y sus efectos, los patrones climáticos locales y los niveles de precipitación requieren datos matemáticos [15].

Ecología: la ecología es la ciencia del equilibrio y las relaciones entre los seres vivos. Eso puede ser cualquier cosa, desde el sistema digestivo humano y la flora y los microbios que viven en él, ecosistemas completos y la relación depredador-presa y la interdependencia entre la vida vegetal y los animales de ese paisaje. Más recientemente, la ecología ha desarrollado una subdisciplina llamada ecología matemática que utiliza datos más cuantitativos en sus análisis [5,14,23,24].

Geografía: Esencialmente, la geografía es una ciencia relacionada con el espacio y el área, distribuciones y relaciones. Eso significa que utiliza las matemáticas de muchas maneras: para medir el tamaño o el volumen de la tierra y los cuerpos de agua, la expansión y contracción de las características planetarias a lo largo del tiempo (como el retroceso de los glaciares o los niveles de agua durante una precipitación excesiva o baja,

es decir, inundaciones o sequías). Es más frecuente en la subárea de la geofísica que se ocupa de las mediciones [6,25].

Zoología: El área obvia para la zoología como ciencia ambiental es el monitoreo y conservación de especies. Conocemos aproximadamente el equilibrio entre depredador y presa para mantener el equilibrio. También usamos las matemáticas para monitorear las poblaciones y la distribución. Estos datos se utilizan para clasificar el estado de conservación de las especies: no evaluados, datos deficientes, de menor preocupación, casi amenazados, vulnerables, en peligro de extinción, en peligro crítico, extintos en la naturaleza, extintos. Cada uno de estos grados se basa en el número, la distribución y la disponibilidad de hábitat [17,26].

Ingeniería ambiental: La ingeniería y las matemáticas van de la mano gracias a las necesidades de la física en los proyectos de edificación. Los ingenieros necesitan una base sólida de matemáticas avanzadas, al igual que los arquitectos, independientemente del campo de la ingeniería en el que trabajen. Sin embargo, los aspectos de las matemáticas que necesitan comprender más varían. Las matemáticas y cualquier innovación tecnológica requieren física e ingeniería [8,24].

Ciencias de datos geográficos: cada vez más ciencias ambientales están recurriendo a datos duros y análisis. Esto puede incluir análisis estadístico (que es en sí mismo una ciencia matemática) pero como tal información es requerida por múltiples partes interesadas, incluso no científicos y miembros del público, se está combinando con resultados visuales. El ejemplo más común aquí son los sistemas de información geográfica que analizan conjuntos de datos y mapas de salida para referencia visual [7,27,28].

Esta es una pequeña muestra de las ciencias ambientales, pero demuestra con ejemplos amplios y variados cuán importantes son las matemáticas para las ciencias ambientales, como lo son para otras ciencias [29,30]. Eso no quiere decir que todas las ciencias ambientales requieran un alto grado de matemáticas, e incluso dentro de disciplinas que pueden variar. Por ejemplo, la arqueología y la antropología pueden requerir que quienes trabajan en análisis espacial y modelado comprendan las matemáticas y la ciencia de datos con el propósito de tiempo y distribución, mientras que quienes examinan artefactos

5. Conclusión

Para la mayoría de los educadores, las matemáticas ambientales pueden parecer extrañas, pero las dos van bien juntas. La alfabetización científica requiere habilidad en matemáticas, al igual que aprender sobre ecología y sistemas ambientales. Hay muchas matemáticas por descubrir en el mundo natural, desde patrones en la naturaleza hasta la ingeniería de la naturaleza, y existe una simbiosis entre los principios científicos básicos y sus expresiones matemáticas en la naturaleza.

Los planes de estudio en línea enseñan matemáticas a través de problemas globales actuales, incluido el crecimiento de la población, la biodiversidad, el cambio climático, el uso de recursos naturales y la huella ecológica. A los estudiantes universitarios se les

puede enseñar sostenibilidad usando matemáticas simples, como compartir. Las matemáticas básicas (porcentajes, proporciones, gráficos y tablas, secuencias, muestreo, promedios, crecimiento, cálculo, variabilidad y probabilidad) se relacionan con cuestiones críticas actuales como la contaminación y la disponibilidad sostenible de recursos. Comprender las matemáticas del crecimiento exponencial y los límites del crecimiento es esencial para la alfabetización ambiental. El modelado matemático es esencial para evaluar el cambio ambiental global.

Contribución de los autores: Los autores participaron en todas las etapas investigativas.

Financiamiento: La publicación fue financiada a integridad por los autores y sus instituciones filiales.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Mendoza-Escamilla, A.J.; Hernandez-Rangel, J.F.; Cruz-Alcántar, P.; Saavedra-Leos, Z.M.; Morales-Morales, J.; Figueroa-Díaz, A.R.; Valencia-Castillo, M.C.; Martínez-López, J.F. A Feasibility Study on the Use of an Atmospheric Water Generator (AWG) for the Harvesting of Fresh Water in a Semi-Arid Region Affected by Mining Pollution. *Appl. Sci.* 2019, 9.
2. Mihailović, D.T.; Balaž, I.; Kapor, D. Chapter 19 – Interrelations between mathematics and environmental sciences. In *Time and Methods in Environmental Interfaces Modelling*; Mihailović, D.T., Balaž, I., Kapor, D.B.T.–D. in E.M., Eds.; Elsevier, 2017; Vol. 29, pp. 253–263 ISBN 0167-8892.
3. Billionnet, A. Mathematical optimization ideas for biodiversity conservation. *Eur. J. Oper. Res.* 2013, 231, 514–534.
4. van Strien, A.J.; Soldaat, L.L.; Gregory, R.D. Desirable mathematical properties of indicators for biodiversity change. *Ecol. Indic.* 2012, 14, 202–208.
5. Henson, M.A. Understanding Environmental Adaptation of the Fungal Circadian Clock with Mathematical Modeling. *Biophys. J.* 2015, 108, 1580–1582.
6. Beneyto, P.A.; Di Rado, H.A.; Mroginski, J.L.; Awruch, A.M. A versatile mathematical approach for environmental geomechanic modelling based on stress state decomposition. *Appl. Math. Model.* 2015, 39, 6880–6896.
7. Riccardi, R.; Bonenti, F.; Allevi, E.; Avanzi, C.; Gnudi, A. The steel industry: A mathematical model under environmental regulations. *Eur. J. Oper. Res.* 2015, 242, 1017–1027.
8. Wang, X.; Xiao, Y.; Wang, J.; Lu, X. A mathematical model of effects of environmental contamination and presence of volunteers on hospital infections in China. *J. Theor. Biol.* 2012, 293, 161–173.
9. Yeh, G.-T.; Gwo, J.-P.; Siegel, M.D.; Li, M.-H.; Fang, Y.; Zhang, F.; Luo, W.; Yabusaki, S.B. Innovative mathematical modeling in environmental remediation. *J. Environ. Radioact.* 2013, 119, 26–38.
10. van de Ven, G.W.J.; van Keulen, H. A mathematical approach to comparing environmental and economic goals in dairy farming: Identifying strategic development options. *Agric. Syst.* 2007, 94, 231–246.
11. Fischbein, H. *Intuition in science and mathematics: An educational approach*; Springer Science & Business Media, 1987; Vol. 5; ISBN 9027725063.
12. Halpern, D.F.; Benbow, C.P.; Geary, D.C.; Gur, R.C.; Hyde, J.S.; Gernsbacher, M.A. The science of sex differences in science and mathematics. *Psychol. Sci. public Interes.* 2007, 8,

- 1–51.
13. Bendala-Muñoz, M.; Pérez-Ortega, J.A. Educación ambiental: praxis científica y vida cotidiana. Descripción de un proyecto. *Rev. Eureka sobre enseñanza y Divulg. las ciencias* **2004**, *1*, 233–239.
 14. Mestanza-Ramón, C.; Sanchez Capa, M.; Figueroa Saavedra, H.; Rojas Paredes, J. Integrated Coastal Zone Management in Continental Ecuador and Galapagos Islands: Challenges and Opportunities in a Changing Tourism and Economic Context. *Sustain.* **2019**, *11*.
 15. Jaksic, F.M. Ecología, ecologistas y ciencias ambientales. *Rev. Chil. Hist. Nat.* **1997**, *70*, 177–180.
 16. Escalona, J.; Boada, D. Evaluación de actitudes ambientales en estudiantes de Ciencias. *Educere* **2001**, *5*, 302–306.
 17. Mestanza-Ramón, C.; Henkanaththegedara, S.M.; Vásconez Duchicela, P.; Vargas Tierras, Y.; Sánchez Capa, M.; Constante Mejía, D.; Jimenez Gutierrez, M.; Charco Guamán, M.; Mestanza Ramón, P. In-Situ and Ex-Situ Biodiversity Conservation in Ecuador: A Review of Policies, Actions and Challenges. *Divers.* **2020**, *12*.
 18. Mestanza, C.; Llanos, D.; Herrera Jaramillo, R.V. Capacidad de carga turística para el desarrollo sostenible en senderos de uso público: un caso especial en la reserva de producción de fauna Cuyabeno, Ecuador. *Caribeña Ciencias Soc.* **2019**.
 19. Mestanza, C.; Saavedra, H.F.; Gaibor, I.D.; Zaquinaula, M.A.; Váscones, R.L.; Pacheco, O.M. Conflict and Impacts Generated by the Filming of Discovery Channel's Reality Series "Naked and Afraid" in the Amazon: A Special Case in the Cuyabeno Wildlife Reserve, Ecuador. *Sustainability* **2019**, *11*, 50.
 20. Poma Copa, P.; Jiménez Gutiérrez, M.; Rojas Oviedo, S. Evaluación del riesgo ambiental en el transporte terrestre de sustancias químicas de clases de riesgo 3 y 9, Ecuador. *Green World J.* **2020**, *3*, 007.
 21. dos Santos, F.A.; Tiradentes Souto, V. Graphic design and user-centred design: designing learning tools for primary school. *Int. J. Technol. Des. Educ.* **2019**, *29*, 999–1009.
 22. Blondel, J. The "design" of Mediterranean landscapes: A millennial story of humans and ecological systems during the historic period. *Hum. Ecol.* **2006**, *34*, 713–729.
 23. Sánchez Capa, M.; Mestanza-Ramón, C.; Sánchez Capa, I. Perspectiva de conservación del suelo en la Amazonía ecuatoriana. *Green World J.* **2020**, *3*, 009.
 24. Mestanza-Ramón, C.; Capa, M.C.S.; Gutiérrez, M.J. Capacidad de Carga turística una herramienta para la gestión sostenible en áreas protegidas. *Tierra Infín.* **2019**, *5*, 6–22.
 25. Simancas Cruz, M.; Peñarrubia Zaragoza, P.M. Analysis of the Accommodation Density in Coastal Tourism Areas of Insular Destinations from the Perspective of Overtourism. *Sustain.* **2019**, *11*.
 26. Canessa, S.; Converse, S.J.; West, M.; Clemann, N.; Gillespie, G.; McFadden, M.; Silla, A.J.; Parris, K.M.; McCarthy, M.A. Planning for ex situ conservation in the face of uncertainty. *Conserv. Biol.* **2016**, *30*, 599–609.
 27. Davie, T.; Quinn, N.W. *Fundamentals of Hydrology*; Routledge Fundamentals of Physical Geography; Taylor & Francis, 2019; ISBN 9781135106829.
 28. Nawaz, A.M.; Lin, X.; Chan, T.-F.; Ham, J.; Shin, T.-S.; Ercisli, S.; Golokhvast, S.K.; Lam, H.-M.; Chung, G. Korean Wild Soybeans (*Glycine soja* Sieb & Zucc.): Geographic Distribution and Germplasm Conservation. *Agron.* **2020**, *10*.
 29. Ramon, C.M.; Capa, M.S.; Garcia, A.C.; Gutierrez, M.J.; Villacís, M.T.; Velasco, A.A. Community Tourism In Ecuador: A Special Case In The Rio Indillama Community, Yasuní

- National Park. *Int. J. Eng. Res. Technol.* **2019**, 08, 5.
30. Ramón, C.M.; Villacís, M.A.T.; García, A.E.C. Tortugas Charapa un aporte para el turismo comunitario y conservación de la biodiversidad. *Explor. Digit.* **2020**, 4, 55–65.

Reseña de los autores:



Rolando Torres Castillo, profesor investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la rama de la matemática. Sus últimas investigaciones se han desarrollado en la zona norte de la región amazónica en la provincia de Orellana, Ecuador.



Daniela Vásconez Duchicela, Ingeniera Mecánica, mención Automotriz. Magister en Gestión del Talento Humano. En la actualidad es profesora investigadora del Instituto Superior Tecnológico Universitario Oriente en la carrera de electromecánica.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).