

Importancia de la geoética en las carreras de ingeniería geológica y geociencias: La experiencia latinoamericana

Importance of geoethics in the geological engineering and geosciences careers: The Latin American experience

Sandra Villacorta^{1,*}, Luisa Pinto^{2,3}, Kátia Leite Mansur⁴

¹ Facultad de Ingeniería, Tecnología de la información y Medio ambiente, Universidad Charles Darwin, Australia.

² Departamento de Geología, Universidad de Chile, Chile.

³ Grupo en Geoética de la Sociedad Geológica, Chile.

⁴ Membro da Comissão de Geoética da Sociedade Brasileira de Geologia, Brasil.

* Autor para correspondencia:(S. Villacorta) sandra.villacorta-chambi@cdu.edu.au

Cómo citar este artículo:

Villacorta, S., Pinto, L., Mansur, K.L., 2023, Importancia de la geoética en las carreras de ingeniería geológica y geociencias: La experiencia latinoamericana: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 75 (2), A100423. <http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2023v75n2a100423>

Manuscrito recibido: 6 de Marzo de 2023.

Manuscrito corregido: 8 de Abril de 2023.

Manuscrito aceptado: 11 de Abril de 2023.

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

RESUMEN

Este artículo explora el concepto de geoética y su aplicación en la práctica profesional de las geociencias. La geoética involucra la investigación y reflexión sobre los valores y principios que sustentan los comportamientos apropiados dondequiera que las acciones humanas interactúen con el sistema terrestre. Aboga por soluciones a los problemas de la interacción humano-Tierra y contribuye a la protección de la humanidad y de los ciudadanos en el ámbito profesional y en la vida cotidiana. Luego de una evaluación de la problemática geoética común en América Latina, proporcionando ejemplos de tres países sudamericanos: Perú, Chile y Brasil. Se discute la acción sinérgica de la comunidad geocientífica en la promoción de un marco geoético. Se destaca la necesidad de análisis transparentes, cuantitativos, racionales y repetibles para asegurar un alto nivel de profesionalismo en la realización de estudios en geociencias. Se enfatiza además la importancia de proporcionar modelos a seguir para geocientíficos jóvenes y principiantes y la correcta difusión de información geocientífica al público en general. La capacidad de comunicarse de manera efectiva es un requisito fundamental para formar ingenieros geólogos y geocientíficos capaces de abordar problemas globales como la gestión ambiental, los riesgos geológicos y la transición energética. Adicionalmente, se propone la implementación de la geoética en las carreras de ingeniería geológica y geociencias para promover la responsabilidad social y ambiental entre las y los jóvenes graduados y científicos que inician su carrera, a fin de prevenir prácticas profesionales negativas y mejorar la visibilidad de las geociencias y sus beneficios para la sociedad. El artículo concluye llamando al involucramiento de los geocientíficos en las políticas públicas para la protección del patrimonio geológico y la promoción de los valores geoéticos, así como la creación de un grupo profesional para desarrollar y promover la didáctica de las geociencias para mejorar la calidad educativa en el campo.

Palabras clave: geoética, desarrollo profesional, geología, ingeniería geológica, geociencias.

ABSTRACT

This paper explores the concept of geoethics and its application in the professional practice of geosciences. Geoethics involves research and reflection on the values and principles that underpin appropriate behaviours wherever human actions interact with the earth system. It advocates for solutions to the problems of human-Earth interaction and contributes to protecting humanity and citizens in the professional field and everyday life. After evaluating the common geoethical problem in Latin America, provide examples from three South American countries: Peru, Chile and Brazil. The synergistic action of the geoscientific community in promoting a geoethical framework is discussed. The need for transparent, quantitative, rational and repeatable analyses is highlighted to ensure high professionalism in conducting studies. The importance of providing role models for young and beginning geoscientists and correctly disseminating geoscientific information to the public is further emphasized. The ability to communicate effectively is a fundamental requirement to train engineers, geologists and geoscientists capable of addressing global issues such as environmental management, geological hazards, and energy transition. Additionally, the implementation of geoethics in geological engineering and geoscience careers is proposed to promote social and environmental responsibility among young graduates and scientists starting their careers to prevent unethical professional practices and improve the visibility of geosciences and its benefits to society. The article concludes by calling for the involvement of geoscientists in public policies for the protection of geological heritage and the promotion of geoethical values, as well as the creation of a professional group to develop and promote geoscience didactics to improve educational quality in the field.

Keywords: geoethics, professional development, geology, engineering geology, geosciences.

1. Introducción

En un mundo moderno, donde los valores están devaluados, la Geoética no solo plantea su recuperación, sino que va más allá, promoviendo soluciones a los problemas del desarrollo humano y la conciencia cívica. En esto radica la importancia de esta nueva rama de las geociencias y su aplicación en el ejercicio profesional. La Asociación Internacional que Promueve la Geoética (IAPG, por sus siglas en inglés) la define como “la investigación y la reflexión sobre los valores y principios que sustentan los comportamientos adecuados donde quiera que las acciones humanas interactúen con el sistema terrestre” y se ocupa de las implicaciones éticas, sociales y culturales del conocimiento geocientífico, constituyendo un punto de encuentro entre la Geociencias, Sociología, Filosofía y Economía. De esta forma la práctica de la Geoética contribuye a promover la reflexión acerca del papel de los especialistas en geociencias, como soporte de la sociedad en la identificación de soluciones y creación de estrategias para el desarrollo sostenible.

De acuerdo a Peppoloni y Di Capua (2015), el término Geoética empezó a utilizarse en los años ‘90 para definir las implicaciones éticas y sociales de las Geociencias. Sin embargo, no es hasta el 2012 en que se publica el primer volumen totalmente dedicado a la Geoética por una revista científica internacional (Peppoloni y Di Capua, 2012). Actualmente, la Geoética cuenta con bases más robustas e incluye el estudio y reflexión de los valores y principios que sustentan un comportamiento adecuado en nuestra interacción con el sistema terrestre (Peppoloni y Di Capua, 2017). Más recientemente, Peppoloni y Di Capua (2022) presentaron un manifiesto por una geoética de la responsabilidad del planeta Tierra.

Para identificar estos valores, la Geoética se ocupa de las implicaciones éticas, sociales y culturales del conocimiento geocientífico, constituyendo un punto de encuentro entre la Geociencias, Sociología, Filosofía y Economía. Por lo tanto, el enfoque de la Geoética es multidisciplinario y su

perímetro de análisis y acción está definido por la “necesidad de identificar valores comunes basados en el conocimiento geocientífico como indispensable para reconocer nuestra responsabilidad en la sostenibilidad del sistema humano-Tierra” (Peppoloni y Di Capua, 2020).

Las crisis ambientales actuales resultan una gran oportunidad para un auténtico cambio cultural y desarrollo de conocimiento (Peppoloni *et al.*, 2019) con la condición de que cada ser humano actúe en un marco ético que garantice la dignidad, la libertad y la responsabilidad. Estos son los principios fundamentales de la Geoética (Peppoloni y Di Capua, 2021).

Al preparar este artículo, las autoras realizaron una revisión de la literatura y observaron prácticas comunes en la comunidad geocientífica de Perú, Chile y Brasil. Estas prácticas fueron evaluadas sobre la base de su compatibilidad con los valores y principios geoéticos de la IAPG que incluyen diversos aspectos como los impactos sociales, ambientales y económicos de dichas prácticas, así como el contexto y los actores involucrados. Sin embargo, las conclusiones extraídas de este artículo se basan en nuestra revisión general de la literatura y no son estrictamente estudios de casos. Recomendamos un análisis más profundo al evaluar este tipo de prácticas y esperamos que nuestro artículo pueda servir como una contribución útil a la conversación en curso sobre geoética en la región que motive una revisión profunda de los casos de dilemas éticos en Latino América.

1.1. VALORES GEOÉTICOS

Los especialistas de la Asociación Internacional que Promueve la Geoética (IAPG por sus siglas en Inglés) mencionan que existen 4 dominios de interacción, el personal, el interpersonal, el social y el ambiental. Estos dominios ayudan a delinear los valores hacia el logro de acciones éticas que permitan alcanzar los principios ideales de ser más justos, más conscientes y más respetuosos con la geosfera (Peppoloni y Di Capua, 2021). Estos dominios geoéticos envuelven diferentes grados de responsabilidad y una serie de valores (Figura 1).

En el caso del dominio personal, la responsabilidad es la base para asegurar un comportamiento ético a nivel personal, que nos hará ser ejemplos para seguir por otros. En el caso del dominio interpersonal, prima la responsabilidad en nuestras relaciones profesionales, es decir, cómo nos desenvolvemos en nuestras carreras, por ejemplo, respetando a nuestros colegas, en este marco se encuentra el cumplimiento de los códigos profesionales. En ambos dominios se requiere practicar valores como los de honestidad, integridad, confianza, transparencia. En el dominio social la responsabilidad es hacia las comunidades de los lugares donde desarrollamos trabajo de campo, autoridades locales y gubernamentales, entre otros. Los valores que se manejan aquí tienen que ver con la equidad, inclusividad, cooperación, prevención, sostenibilidad, interdisciplinariedad, entre otros. Pero si lidiamos con el dominio ambiental, nuestras responsabilidades se dirigen hacia el sistema terrestre y los valores se refieren a una escala de gran impacto como la búsqueda de una buena administración, sostenibilidad, impacto, minimización, protección, conservación, entre otros.

Estos conceptos han sido planteados y promovidos desde el año 2012 por la IAPG, una plataforma científica multidisciplinaria que ha logrado dar notoriedad a la Geoética a nivel mundial. Esta organización se fundó como resultado de una sesión del Congreso Geológico Internacional desarrollando ese año en Brisbane (Australia), y ahora congrega a as de 3000 profesionales de 128

países (Di Capua, 2022) que se han unido para concientizar a la sociedad acerca de los problemas relacionados con el uso racional y el desarrollo sostenible de los geo-recursos, así como la protección y gestión de la Tierra como nuestro hogar.

1.2. LA PROMESA GEOÉTICA

La Promesa Geoética es uno de los documentos publicados por esta asociación y es un juramento tipo hipocrático que todos los profesionales de las Geociencias deben considerar en el desarrollo de sus actividades cotidianas y es particularmente importante como una filosofía de vida. El documento se publicó como parte de la Declaración en Geoética de Ciudad del Cabo, a la que se ya se habían suscrito 27 organizaciones geocientíficas a nivel mundial y ha sido traducido a 35 idiomas al año 2017 (Di Capua *et al.*, 2017).

2. Examinando Malas Prácticas en Ingeniería Geológica y Geociencias

Los profesionales de las geociencias tienen la responsabilidad de priorizar los intereses sociales y ambientales por encima de su propio beneficio personal. Desafortunadamente, existen malas prácticas que socavan este objetivo y pueden conspirar contra un marco de desarrollo sostenible. Un ejemplo claro de ello es el fraude Bre-X, donde los geólogos falsificaron datos para convencer a los inversores de la existencia de una mina de oro

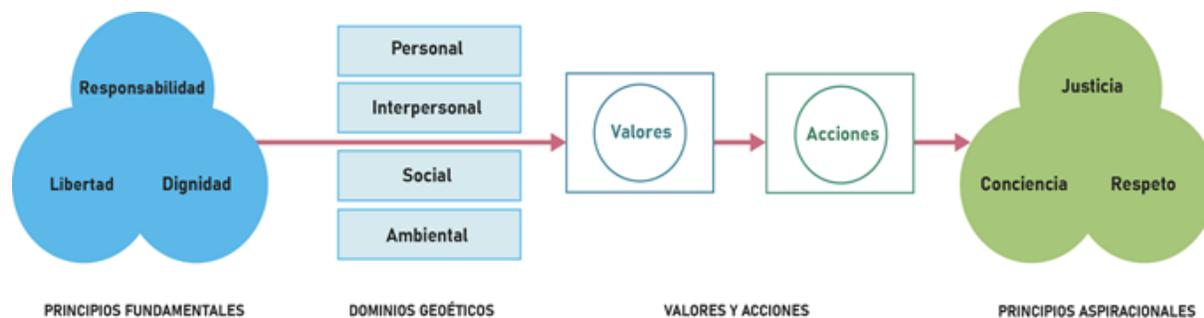


Figura 1 Principios y valores de la Geoética. Traducido de Peppoloni y Di Capua (2021).

en Borneo, únicamente para el enriquecimiento económico. La estafa sólo se reveló cuando una importante empresa minera estadounidense perforó el área y expuso el engaño (Danielson y Whyte, 1997). A pesar de la adopción de regulaciones en Canadá, el fraude persiste, destacando la necesidad de prácticas honestas, competentes y éticas en geociencias. Este escándalo dio a la industria minera una mala reputación, lo que llevó a varias reformas regulatorias. Sin embargo, este tipo de acciones continúa ocurriendo perpetradas por aquellos que burlan el sistema regulatorio (Abbott, 2017). Este caso fue llevado al cine en la película “Gold” del director Stephen Gaghan lanzada en 2016. Este comportamiento fraudulento infringe el valor geóético de la honestidad y la competencia en la profesión (Tabla 1).

Pero hay otras malas prácticas en los círculos profesionales, como la falta de inclusión de especialistas de otras disciplinas y la diversidad de género en las geociencias. Esta reducida participación multidisciplinaria dificulta la formación de grupos de trabajo multi-institucionales y el desarrollo de análisis holísticos. Respecto a la subrepresentación de mujeres en carreras de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (CTIM), particularmente en actividades asociadas a la minería, el panorama es preocupante. En Perú, los hombres representaron el 73% de la matrícula universitaria total en campos CTIM en 2021 (Silva, 2022). Del mismo modo, las mujeres en Chile están subrepresentadas en las áreas CTIM, con solo una de cada cuatro matrículas en estos campos pertenecientes a mujeres, a pesar de que las mujeres representan el 53% de la matrícula en la educación superior (Gajardo, 2018; Observatorio Social, 2020). En Brasil, las mujeres superan en número a los hombres en campos como Servicio Social, Ciencias Sociales, Salud y Educación, pero sólo representaron el 13% de los estudiantes de secundaria en CTIM y el 22% de las matrículas en ingeniería y profesiones relacionadas en 2019 (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística, 2021). Además, el porcentaje de mujeres geólogas en Brasil sigue siendo bajo, con solo 357 mujeres

convirtiéndose en geólogas en la UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) en comparación con 1.081 hombres de los primeros graduados en 1961 a 2018, lo que representa el 33% del total. El porcentaje de mujeres capacitadas aumentó de 4% en 1960 al casi 40% en 2010. Sin embargo, las mujeres todavía representan solo el 12% del total de miembros de la Academia Brasileña de Ciencias desde 1950.

Las razones del bajo porcentaje de mujeres en estos campos son variadas, y se atribuyen, entre otras razones, a los estereotipos, la falta de experiencia o de modelos de conducta en la ingeniería y las geociencias desde las primeras etapas de la formación educativa, y la dificultad para equilibrar la vida familiar con las demandas de enseñanza e investigación (Avolio, 2018; Villaseñor *et al.*, 2020). Esta falta de diversidad vulnera principios geóéticos como la justicia, la igualdad y la responsabilidad social (Figura 1 y Tabla 1). Para hacer frente a esta cuestión es necesario redoblar los esfuerzos para ofrecer a las mujeres oportunidades de participar en actividades de CTIM y eliminar las barreras que limitan su participación y progreso. Al promover la diversidad y la igualdad de oportunidades, los geocientíficos pueden cumplir mejor sus responsabilidades con sus colegas, la sociedad y el medio ambiente.

De igual forma, en América Latina no se observa la inclusión de minorías no visibles como la comunidad LGBTQ+ o las personas con discapacidad. Si bien, a nivel internacional ha habido algunos avances para promover la equidad y crear un entorno más inclusivo y acogedor para las personas LGBTQ+, como el uso de pronombres, la incorporación del tema en el currículo en ciencias, el enfrentamiento de la homofobia y la celebración de los logros de las personas LGBTQ+ (Downen y Olcott, 2022; Núñez *et al.*, 2020; en términos de igualdad racial y de género, la no inclusividad en el ámbito de las áreas CTIM continúa siendo descuidada (Le Bras, 2021). Esto vulnera los valores geóéticos de inclusión y diversidad (Tabla 1). Para que las geociencias sean más acogedoras e inclusivas, debe haber una intención y esfuerzos

explícitos para crear un verdadero cambio de mentalidad con respecto a la inclusión (Downen y Olcott, 2022; Núñez *et al.*, 2020).

Otro conjunto de malas prácticas en el ejercicio profesional se manifiesta en la falta de créditos bibliográficos adecuados y la actividad irregular de pseudocientíficos no acreditados, que vulneran varios componentes de los valores geoéticos. El hecho de no proporcionar los créditos bibliográficos adecuados infringe el componente de los derechos de propiedad intelectual, ya que priva a los autores originales de su debido reconocimiento y puede dar lugar a problemas de infracción de derechos de autor. La actividad irregular de pseudocientíficos no acreditados vulnera el componente de responsabilidad profesional, ya que compromete la calidad del trabajo realizado e incluso puede conducir al mal uso de fondos o patrocinios (Tabla 1). Por ejemplo, el XVI Congreso Latinoamericano de Paleontología, según Chacaltana (2022) y Gutiérrez-Marco *et al.* (2017) fue liderado por personas sin conocimientos de paleontología, lo que provocó la no realización de las actividades programadas y exigió la devolución de las inscripciones de muchos investigadores. Tales instancias violan el componente de especialización profesional, ya que permiten que personas sin la calificación necesaria realicen tareas que requieren un cierto nivel de especialización (Tabla 1).

El plagio y la falsificación son otras malas prácticas que continúan produciéndose en la región latinoamericana (Villacorta *et al.*, 2022a; Carnero *et al.*, 2017) y que comprometen severamente el componente de honestidad y transparencia en las geociencias. Tal comportamiento poco ético no sólo socava la reputación de la persona involucrada, sino que también contamina la imagen de la especialidad.

Se reconoce ampliamente que ciertas prácticas profesionales en el campo de las Ciencias de la Tierra pueden comprometer la adhesión a los principios geoéticos. Tales prácticas pueden surgir de un enfoque en el éxito a corto plazo, que puede llevar a las personas a pasar por alto

la importancia de la ética en su trabajo. El logro del éxito en este campo requiere trabajo diligente, persistencia y voluntad para superar los desafíos. Practicar la geoética de manera consistente puede servir como un principio rector para cumplir con las responsabilidades de los geocientíficos con sus colegas, la sociedad y el medio ambiente. Como embajadores de la comunidad geocientífica, se espera que los profesionales de las ciencias de la Tierra mantengan un alto nivel de profesionalismo al ser metódicos, responsables y comprometidos con la defensa de los valores geoéticos como una filosofía fundamental de su trabajo.

De otro lado, debemos considerar los problemas enfrentados por las especialidades en geociencias enfrentan problemas como el sesgo hacia las carreras relacionadas con las actividades extractivas, la escasa convocatoria a participar en temas de impacto (e.g., Gestión de Riesgo de Desastres, Ordenamiento Territorial), o la baja calidad de la Geoeducación (Villacorta *et al.*, 2022c). A esto se suma la escasa preparación de las y los ingenieros y geocientíficos en cómo comunicar sus resultados a la sociedad, lo que lleva a no trabajar en coordinación con los medios de comunicación. Otro problema es la insuficiencia de modelos a seguir para las nuevas generaciones de especialistas en Ciencias de la Tierra.

En el área académica, la problemática está relacionada con el limitado apoyo para el desarrollo de la investigación geológica y el acceso limitado a fondos de investigación porque las Geociencias no se consideran una prioridad en políticas nacionales de investigación. Esto está vinculado al escaso conocimiento e interés de las autoridades que no están preparadas para entender los resultados de los estudios geológicos. Además, los continuos cambios de autoridades no permiten que se desarrollen políticas de largo plazo (Villacorta *et al.*, 2022b).

Es por todo lo expuesto anteriormente, que las opciones de carrera para profesionales en Geociencias en América Latina son limitadas. En Perú, por ejemplo, en el año 2018 ~90% de las y los egresados de ingeniería geológica optaron por

Tabla 1. Malas prácticas identificadas en este trabajo, su clasificación dentro del modelo dominios de interacción (Figura 1, Peppoloni y Di Capua, 2021), y propuestas de acción.

Malas prácticas	Dominio geotético	Valores geotéticos infringidos	Propuestas
Falsificación de datos	Personal Interpersonal	Honestidad y transparencia	Alentar a las instituciones académicas y a las organizaciones profesionales a que den prioridad a la formación ética y al desarrollo de códigos de conducta para orientar el comportamiento profesional. Fomentar el uso de la revisión por pares y la verificación independiente para garantizar la exactitud y fiabilidad de la investigación científica.
Informes con posiciones sesgadas, no técnicas	Personal Interpersonal Social	Responsabilidad profesional, honestidad y transparencia	Implantación de la Promesa Geotética como un código de conducta profesional. Establecer mecanismos para denunciar y abordar casos de mala práctica, como las líneas directas de denuncia de irregularidades en la investigación científica.
Plagio	Personal Interpersonal	Honestidad y transparencia	Fomentar el uso de software de detección de plagio.
No citar correctamente créditos bibliográficos	Personal Interpersonal	Honestidad y transparencia	Promover el uso adecuado de las referencias bibliográficas.
Actividad irregular de pseudo-científicos	Personal Interpersonal	Responsabilidad profesional	Promover mecanismos para verificar las credenciales y calificaciones de las personas que afirman ser geocientíficos u ofrecen servicios en geociencias sin tener las competencias profesionales.
Datos científicos y metodologías de investigación inaccesibles y no reproducibles.	Interpersonal Social	Transparencia	Fomentar la transparencia y la apertura en la investigación geocientífica.
Círculos profesionales cerrados	Social	Interdisciplinariedad	Fomentar el desarrollo de revistas y repositorios de acceso abierto para promover el intercambio de conocimientos científicos. Fomentar la colaboración profesional y el trabajo en red para ampliar el alcance de la Investigación y promover el intercambio de ideas.
Discriminación y grupos insuficientemente representados	Social	Inclusión y diversidad	Promover la diversidad y la inclusión en la comunidad geocientífica mediante la creación de oportunidades para los grupos insuficientemente representados y la garantía de un entorno acogedor y seguro para todas las personas.
Desigualdad de género	Social	Inclusión e Igualdad	Promover la igualdad de género, ofreciendo a las mujeres oportunidades profesionales y eliminar las barreras que limitan su participación y progreso.
Ignorar a los pueblos originarios cuando se desarrollan estudios de ordenamiento	Social Ambiental	Sostenibilidad, Cooperación, Conservación	Promover la integración de los pueblos originarios, comunidades nativas e incorporar su conocimiento en el desarrollo sostenible.

trabajar en compañías mineras o consultoras dedicadas a estudios de geología ambiental, riesgos geológicos y geotecnia mientras que el porcentaje restante (casi 10%) a la docencia y la investigación (Macharé, 2018). Aunque en la última década se han incluido las especialidades de hidrogeología, teledetección y geomática a la oferta laboral, aún no se desarrollan otros campos como geología médica, geología forense, geología social que sí se desarrollan en otros países.

3. Propuestas

El conocimiento adquirido conlleva a una gran responsabilidad para asegurar el desarrollo sostenible, en la búsqueda de soluciones y sobre la base de los compromisos que los especialistas en Geociencias deben asumir. Considerando lo expuesto se propone estimular la participación de los geocientíficos en el ámbito político. Este tipo de habilidades permitirá que las y los ingenieros

y geocientíficos puedan proponer soluciones a los problemas democráticamente con argumentos racionales en los espacios creados para ello. Esto ayudará a combatir los problemas de corrupción que juega un papel negativo en la formulación de la investigación en los países en desarrollo y subdesarrollados, siendo imprescindible combatirla utilizando un enfoque geoético. Las autoridades no pueden ignorar la dinámica terrestre (Villacorta *et al.*, 2022a; Carneiro *et al.*, 2021); por ejemplo, aquellos que desconocen las amenazas geológicas deberían considerarse como negligentes porque la Tierra es un sistema complejo en constante cambio. Esto debe ser entendido y considerado en las políticas nacionales de ordenamiento territorial. Otro aspecto por considerar es el diálogo de saberes con los pueblos originarios y comunidades locales, garantizando su participación en la construcción del conocimiento.

Además, es necesario impulsar políticas de inclusión en la comunidad geocientífica, la equidad de género, promover la participación

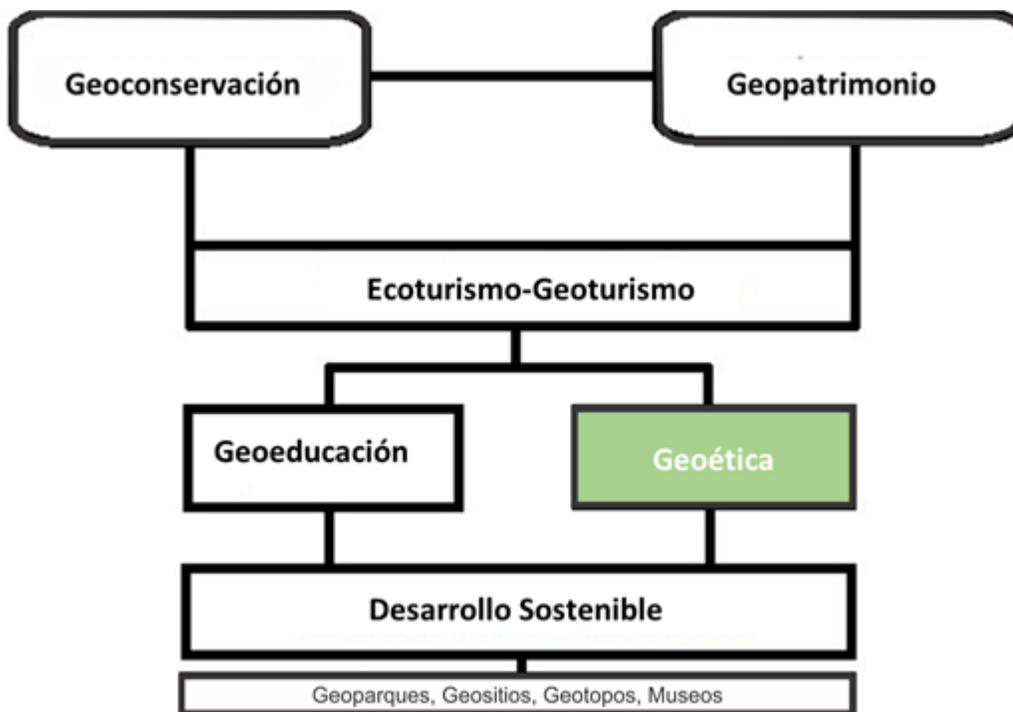


Figura 2 Geoética y su interconexión con la geoconservación y el geopatrimonio. Traducido de Zafeiropoulos *et al.* (2021).

de las minorías no visibles como la comunidad LGBTQ+ y personas discapacitadas, del mismo modo que no debe permitirse el acoso en los ámbitos laborales (Huntoon y Lane, 2007). Las redes sociales y las organizaciones profesionales pueden transformar la cultura científica al brindar oportunidades para la tutoría y la construcción de comunidades virtuales, así como contrarrestar el aislamiento profesional que puede resultar de experimentar comportamientos hostiles (Tabla 1). Esto implica reexaminar las estructuras, procesos y prácticas institucionales actuales para transformar la perspectiva científica en una más inclusiva (Marín-Spiotta *et al.*, 2020).

Por otro lado, considerando que la geoética promueve la geoeducación a través del desarrollo del turismo y los Geoparques Mundiales de la UNESCO con el objetivo de aumentar la conciencia, los valores y la responsabilidad hacia la valoración y conservación del geopatrimonio, especialmente entre los jóvenes (Peppoloni y Di Capua, 2015), así como una aplicación más especializada de la sostenibilidad con el objetivo final de difundir el conocimiento geocientífico hacia la sociedad (Zafeiropoulos *et al.*, 2021; Figura 2), el papel de las y los ingenieros y geocientíficos es muy relevante en la creación de Geoparques y la promoción de geoturismo en América Latina. Su intervención puede ayudar a crear proteger e incorporar a los geoparques en las políticas nacionales de desarrollo (Brock y Semeniuk, 2011; Castro *et al.*, 2021). En Chile y Perú, por ejemplo, en los últimos años se han realizado avances con la declaración de los geoparques UNESCO Külturacura y Colca-Volcanes de Andahua. En ellos el geoturismo es usado en la educación, la conservación del patrimonio y el bienestar de las comunidades locales (Schilling, 2021). Sin embargo, la geoconservación es aún incipiente en América Latina por la falta de políticas públicas y la escasa colaboración entre las instituciones con iniciativas en esta materia (Benado *et al.*, 2018).

Siendo la comunicación geocientífica fundamental en la formación de ciudadanos informados y conscientes, y para preparar a las nuevas generaciones en un mundo moderno de cambios

constantes, se propone el uso de medios apropiados para una buena comunicación, difusión y posicionamiento de las Geociencias en la ciudadanía. En especial, se requiere la producción de material educativo en idiomas nativos para su uso a nivel local (Villacorta *et al.*, 2022).

Asimismo, se requiere la incorporación de la Geoética en los cursos de pregrado como herramientas para promover el aprendizaje geocientífico junto con la conciencia cívica. De esta forma se consolidará como una característica básica de la formación académica y de la actividad profesional de los especialistas en geociencias (Greco *et al.*, 2022; Greco y Almberg, 2018; Bobrowsky *et al.*, 2017; Di Capua *et al.*, 2017). Para contribuir a este propósito, se puede acudir a entidades internacionales como la Organización Internacional de Educación en Geociencias, la comisión en Educación de la Unión Internacional en Ciencias de la Tierra y otras, que cuentan con material y fondos para apoyar en la educación de profesores y catedráticos a nivel mundial (Villacorta *et al.*, 2020).

Se propone además la actualización de la currícula hacia una mejor exposición de las Geociencias desde la educación básica. Solo así se logrará que los estudiantes elijan carreras en geociencias por vocación y no por la oferta económica (King, 2019; Lacreu, 2020).

3.1. PROMOVRIENDO UN ENFOQUE GEOÉTICO EN LA PRÁCTICA DE LAS GEOCIENCIAS EN AMÉRICA LATINA

Promover un enfoque geoético en la práctica de las geociencias es crucial para la prevención efectiva de la planificación territorial y la gestión del riesgo de desastres. La planificación racional y prolongada en la investigación científica puede ayudar a evitar el alarmismo entre la población, el sensacionalismo engañoso de los medios de comunicación y las decisiones imprudentes de los políticos o autoridades desinformadas (Di Capua y Peppoloni, 2014). La geoética y la sostenibilidad se pueden promover a través de evaluaciones cuantitativas, racionales, repetibles y transparentes (Oboni y Oboni, 2021).

Articulando acciones sinérgicas entre la comunidad geocientífica, la Academia y la sociedad organizada se crearán mecanismos de coordinación interinstitucional sostenibles en el tiempo (Lacreu, 2020; *et al.*, 2021). Tales acciones sinérgicas pueden incluir acuerdos entre universidades y empresas extractivas para promover la investigación y el desarrollo de prácticas éticas y sostenibles en minería, exploración petrolera o la colaboración con comunidades locales y pueblos indígenas. Además, estas acciones sinérgicas pueden asegurar el intercambio de ideas e iniciativas coordinadas hacia prácticas correctas en la investigación geocientífica.

Para exponer adecuadamente este tipo de enfoque a la sociedad, los profesionales en Geociencias deben estar capacitados en técnicas de comunicación y didáctica de las geociencias para promover una ciudadanía informada y consciente preparada para contribuir a la resolución de problemas como la adaptación al cambio climático, la prevención de los riesgos geológicos y la transición energética. Mansur *et al.* (2017) propusieron un código de conducta basado en la geoética y la geoconservación para orientar las acciones de profesionales y estudiantes durante el desarrollo de investigaciones de campo, ofreciendo un ejemplo de cómo aplicar esta propuesta.

Para mejorar la calidad educativa en Geociencias se propone la creación de un grupo profesional que desarrolle y promueva la didáctica en geociencias. Esto permitiría actualizar los planes de estudio hacia una mejor exposición de las Geociencias desde la educación primaria (Lacreu, 2020). Lograr la participación de los geocientíficos en la política puede generar cambios en las políticas públicas (locales, regionales y nacionales). Ejemplos exitosos de tal participación incluyen la promulgación de la ley del patrimonio paleontológico en Perú, la Ley de Monumentos Nacionales de Chile 17.288, año 1970 (Rubilar, 2008; Vega-Jorquera *et al.*, 2015) y las discusiones en Brasil sobre una legislación para organizar el comercio de meteoritos y proteger el patrimonio paleontológico (Sociedad Brasileña de Geología,

2022). La IAPG cuenta con 35 secciones nacionales, 9 de ellas en América Latina, que trabajan por la inclusión de los valores geoéticos entre sus asociados, en el desempeño profesional, en la formación de los futuros geólogos, en la gestión del riesgo geológico, la comunicación con la sociedad y la conservación del patrimonio geológico, Geoparques y geoturismo (Mansur, 2022; Villacorta *et al.*, 2022c; Di Capua y Peppoloni, 2021).

4. Conclusión: La importancia de la Geoética

Después de este análisis, se puede decir que la importancia de la Geoética radica en que promueve la reflexión acerca del papel crucial del conocimiento geocientífico y la conciencia ética.

Promover la Geoética en las carreras de ingeniería geológica y geociencias es particularmente importante en América Latina, donde las industrias extractivas y otras actividades geocientíficas tienen impactos sociales y ambientales significativos. Al educar a los jóvenes graduados sobre su responsabilidad social y la importancia de la difusión responsable de datos y la reducción de prácticas negativas, podemos contribuir a un enfoque más sostenible y ético de estas industrias en nuestra región.

La mejor forma de contribuir con dicho propósito es la incorporación de la Geoética en los planes de estudios educativos puede ser una estrategia clave para promover la conciencia ética y el comportamiento responsable entre los futuros geocientíficos. Al crear oportunidades para que los estudiantes se enfrenten a dilemas éticos y discutan las implicaciones sociales de su trabajo, podemos ayudar a cultivar una generación de profesionales comprometidos con la defensa de los principios de justicia, igualdad y responsabilidad social, así como la reducción de las prácticas negativas descritas en este artículo.

Si bien la importancia de la Geoética está bien establecida, los desafíos y oportunidades específicos que enfrenta la comunidad geocientífica de

América Latina exigen un enfoque renovado en la promoción de la conciencia ética y el comportamiento responsable. Al tomar medidas concretas para integrar la Geoética en los currículos educativos y la formación profesional, podemos ayudar a construir un futuro más sostenible y equitativo para todos.

Contribuciones de los autores

La conceptualización de este artículo e interpretación de recursos en inglés fue desarrollada por S.P. Villacorta. Las 3 autoras desarrollaron la metodología, análisis o adquisición de datos, y escritura del manuscrito. L. Pinto estuvo a cargo de la logística, recursos para redactar el artículo, así como de su revisión. K. Leite contribuyó con la redacción y revisión del manuscrito.

Financiamiento

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de organismos de financiación en los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. José Macharé Ordoñez por sus recomendaciones durante la formulación del manuscrito y abstracto del mismo. Del mismo modo, agradecemos al Dr. Bobadilla por sus aportes y al Dr. Acevedo por sus comentarios, que contribuyeron a exponer mejor la aplicación de los conceptos compartidos en la región latinoamericana.

Conflicto de intereses

Las autoras declaran que no existen conflictos de interés de ningún tipo para este artículo.

Referencias

- Abbott Jr., D.M., 2017, Professional ethics in mineral property, mineral resource, and mineral reserve estimates, and feasibility and evaluation studies, in Bullock, R.L., (ed.), Mineral property evaluation: Handbook for feasibility studies and due diligence: Englewood, Society for Mining, Metallurgy & Exploration, 467p.
- Avolio-Alecchi, B., Chávez-Cajo, J., Vílchez-Román, C., Pezo-Pantigoso, G., 2018, Factores que influyen en el ingreso, participación y desarrollo de las mujeres en carreras vinculadas a la ciencia, tecnología e innovación. Informe técnico CENTRUM-PUCP.
- Benado, J., Hervé, F., Schilling, M., Brilha, J., 2018, Geoconservation in Chile: State of the art and analysis: *Geoheritage*, 11, 793–807. <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0330-z>
- Brock, M., Semeniuk, V., 2011, Assessing geoheritage values: A case study using the leschenault peninsula and its leeward estuarine lagoon, south-western Australia: *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*, 132, 115-130.
- Bobrowsky, P., Cronin, V. S., Di Capua, G., Kieffer, S. W., Peppoloni, S., 2017, The emerging field of geoethics, in Gundersen, L.C., (ed.), *Scientific integrity and ethics in the Geosciences*, 73, USA, American Geophysical Union, Wiley, 175-212. <https://doi.org/10.1002/9781119067825.ch11>
- Carneiro, C.D.R., Pereira, S.Y., Ricardi-Branco, F.S.T., Gonçalves, P.W., 2021, O desafio da divulgação das Geociências em tempos de pandemia e movimentos anti-Ciência: *Terræ Didática*, 17, e021001-e021001. <https://doi.org/10.20396/td.v17i00.8663971>
- Carnero, A.M., Mayta-Tristan, P., Konda, K.A., Mezones-Holguin, E., Bernabe-Ortiz, A., Alvarado, G.F., Lescano, A.G., 2017, Plagiarism, cheating and research integrity: Case studies from a masters program in

- Peru: Science and Engineering Ethics, 23(4), 1183-1197. <https://doi.org/10.1007/s11948-016-9820-z>
- Castro, P.T.A., Mansur, K.L., Ruchkys, Ú.A., Imbernon, R.A.L., 2021, Geoethics and geoconservation: integrated approaches: Journal of the Geological Survey of Brazil, 4(SI1), 5-12. <https://doi.org/10.29396/jgsb.2021.v4.SI1.3>
- Chacaltana-Budiel, C., 2022, Paleontology and Geoethics in Peru: Evolution and social practice, in Villacorta Chambi, S.P. (ed.), Geoethics in Peru: Cham, Springer, 59-71. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86731-7_5
- CONICYT, 2016, Estudio sobre la realidad nacional en formación y promoción de mujeres científicas en STEM. <http://www.conicyt.cl/blog/2016/12/02/conicyt-presenta-resultados-de-estudios-sobre-participacionfemenina-en-investigacion-en-areas-stem/>
- Danielson, V., Whyte, J., 1997, Bre-X: Gold today, gone tomorrow: Anatomy of the Busang Swindle: Canada, Northern Miner, 304p.
- Di Capua, G.D., Peppoloni, S., 2014, Geoethical aspects in the natural hazards management, in Lollino, G., Arattano, M., Giardino, M., Oliveira, R., Peppoloni, S., (eds.), Engineering geology for society and territory, Vol. 7: Cham, Springer, 59-62. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09303-1_11
- Di Capua, G., Peppoloni, S., Bobrowsky, P.T., 2017, The Cape Town Statement on Geoethics: Annals of Geophysics, 60(Fast Track 7), 1-6. <https://doi.org/10.4401/ag-7553>
- Di Capua, G., Peppoloni, S., 2021, Geoethics as global ethics to face grand challenges for humanity, in Di Capua, G., Bobrowsky, P.T., Kieffer, S.W., Palinkas, C., (eds.), Geoethics: status and future perspectives: London, Geological Society, 13-29. <https://doi.org/10.1144/SP508>
- Di Capua, G., 2022, Video lecture “Geoethics: from an ethics for geosciences to a global ethics for societies” by Giuseppe Di Capua [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=V3TiXhVQKiE>
- Downen, M.R., Olcott, A.N., 2022, Supporting LGBTQ+ geoscientists, in and out of the classroom: Journal of Geoscience Education, 1-6. <https://doi.org/10.1080/10899995.2022.2116205>
- Gajardo, S., 2018, Síntesis indicadores educación en la región Metropolitana de Santiago: Resultados encuesta Casen 2017: Chile, Seremi de Desarrollo Social Metropolitano.
- Greco, R., Almberg, L., 2018, Earth science education: Global perspectives. E-book. Pouso Alegre: Brasil, Instituto Federal Sul de Minas Gerais, 355 p.
- Greco, R., Toledo, C., Villacorta, S.P., 2022, Geoscience education in Peru, in Villacorta Chambi, S.P. (ed.), Geoethics in Peru: A Pathway for Latin America: Cham, Springer, 87-98. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86731-7_7
- Gutiérrez-Marco, J., Saá, A., García-Bellido, D., Chacaltana, C., 2017, Recent geoethical issues in Moroccan and Peruvian paleontology: Annals of Geophysics, 60(Fast Track 7), 1-11. <https://doi.org/10.4401/AG-7475>
- Huntoon, J.E., Lane, M.J., 2007, Diversity in the geosciences and successful strategies for increasing diversity: Journal of Geoscience Education, 55(6), 447-457. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-55.6.447>
- Instituto Brasileiro de Geografia y Estadística, 2021, Estadísticas de Género: indicadores sociales de las mujeres en Brasil. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/genero/20163-estatisticas-de-genero-indicadores-sociais-das-mulheres-no-brasil.html?=&t=resultados>
- King, C., 2019, Exploring Geoscience across the globe: USA, International Geoscience Education Organization, 238 p
- Lacreu, H., 2020, Reflexiones para el mejoramiento de la enseñanza geocientífica, en Webinar por

- el Aniversario del Capítulo Latinoamericano de la IGEO: International Geoscience Education Organisation Latinoamérica.
- Lacreu, H., 2021, Construção e relevância da geolodática: *Terrae Didactica*, 17, e021045. <https://doi.org/10.20396/td.v17i00.8667603>
- Le Bras, I., 2021, A conversation on building safe spaces for the LGBTQ+ community in the geosciences: *Nature Communications*, 12, 4058. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24020-z>
- Macharé, J., 2018, Organización de la investigación geocientífica en Perú y en el mundo. Conferencia en “Viernes Geocientíficos del INGEMMET”. <https://www.youtube.com/watch?v=r3DauJhWsN4>.
- Mansur, K.L., Ponciano, L.C.M.O., Castro, A.R.S.F., 2017, Contributions to a Brazilian Code of Conduct for Fieldwork in Geology: an approach based on Geoconservation and Geoethics: *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89, 431 - 444. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201720170002>
- Mansur, K., 2022, Video lecture “Aula Magna: Geoética. Precisamos falar sobre isso!”. <https://www.youtube.com/watch?v=4HMyGjdREE0>
- Marín-Spiotta, E., Barnes, R. T., Berhe, A.A., Hastings, M.G., Mattheis, A., Schneider, B., Williams, B.M., 2020, Hostile climates are barriers to diversifying the geosciences: *Advances in Geosciences*, 53, 117–127. <https://doi.org/10.5194/adgeo-53-117-2020>
- Núñez, A.M., Rivera, J., Hallmark, T., 2020, Applying an intersectionality lens to expand equity in the geosciences: *Journal of Geoscience Education*, 68(2), 97-114. <https://doi.org/10.1080/10899995.2019.1675131>
- Oboni, F., Oboni, C.H., 2021, Holistic geoethical slope portfolio risk assessment: London, Geological Society, Special Publications, 508(1), 225-243. <https://doi.org/10.1144/SP508-2019-157>
- Observatorio Social, 2020, Estudio sobre brechas de género en áreas de conocimiento STEM: Chile, Subsecretaría de Evaluación Social, Ministerio de Desarrollo Social, 15 p.
- Peppoloni, S., Di Capua, G., 2012, Geoethics and geological culture: awareness, responsibility and challenges: *Annals of Geophysics*, 55, (3), 335-341. <http://dx.doi.org/10.4401/ag-6099>
- Peppoloni, S., Di Capua, G., 2015, The meaning of geoethics, in Wyss, M., Peppoloni, S. (eds.), *Ethical challenges and case studies in Earth Sciences*: Amsterdam, Elsevier, 3–14. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-799935-7.00001-0>
- Peppoloni, S., Di Capua, G., 2017, Geoethics: ethical, social and cultural implications in geosciences: *Annals of Geophysics*, 60 (Fast Track 7), 1-8. <http://dx.doi.org/10.4401/ag-7473>
- Peppoloni, S., Bilham, N., Di Capua, G., 2019, Contemporary geoethics within the geosciences, in Bohle, M. (ed.), *Exploring geoethics: ethical implications, societal contexts, and professional obligations of the geosciences*: Cham, Springer, 25-70. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12010-8_2
- Peppoloni, S., Di Capua, G., 2020, Geoethics as global ethics to face grand challenges for humanity: *Geological Society of London*, 508, 13-29. <https://doi.org/10.1144/SP508-2020-146>
- Peppoloni, S., Di Capua, G., 2021, Geoethics to start up a pedagogical and political path towards future sustainable societies: *Sustainability*, 13(18), 10024. <https://doi.org/10.3390/su131810024>
- Peppoloni, S., Di Capua, G., 2022, Geoethics: manifesto for an ethics of responsibility towards the Earth: Cham, Springer, 123p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-98044-3>
- Rubilar, A., 2008, Paleontología, patrimonio paleontológico y sus vínculos con la biología y geología, en *Actas del I Simposio de*

- Paleontología en Chile, 3-9.
- Schilling, M., 2021, Geoparques y Geoturismo en Chile: avances y oportunidades, en actas del Simposio Actualización de la Geología de Chile 2021 (SAGCHI), Sociedad Geológica de Chile, 1 p.
- Sociedad Brasileña de Geología, 2022, Conheça a proposta de projeto de lei sobre regulamentação de meteoritos: Brasil, SBG. <http://www.sbgeo.org.br/home/news/944>
- Silva, G. L. P., 2022, Trascendencia Femenina en la Ciencia y la Tecnología: Un análisis del empoderamiento de la mujer en la sociedad en temporalidad general y con lo actual en Perú: *Mujer y Políticas Públicas*, 1(1), 10-13. <http://dx.doi.org/10.31381/mpp.v1i1.5256>
- Vega-Jorquera, L., Gutstein, C.S., Otero, R.A., 2015, Patrimonio paleontológico: un análisis diagnóstico de la gestión en el marco de la evaluación ambiental en Chile, en actas del XIV Congreso Geológico Chileno: Chile, La Serena, 396-399.
- Villacorta, S.P., Sellés, J., Greco, R., Oliveira, A.M., Castillo, A.M., Regalía, D.A., 2020, LAIGEO, the South American chapter from IGEO and its actions to promote the improvement of Geosciences education in Latin America: *Serie Correlación Geológica*, 35(2), 67-76.
- Villacorta, S.P., Toledo, C., Araujo, L., 2022a, Introduction, in Villacorta Chambi, S.P., (eds.), *Geoethics in Peru*: Springer, Cham, 1-12. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86731-7_1
- Villacorta, S.P., Toledo, C., Araujo, L., 2022b, Conclusions: Future Perspectives of Geoethics in Peru, in Villacorta Chambi, S.P., (eds.), *Geoethics in Peru*: Springer, Cham, 99-107. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86731-7_8
- Villacorta, S.P., Toledo, C., Chacaltana, C., 2022, Background and Current Situation of Geosciences in Peru, in Villacorta Chambi, S.P., (eds.), *Geoethics in Peru*: Springer, Cham, 13-29. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86731-7_2
- Villaseñor, T., Celis, S., Queupil, J.P., Pinto, L., Rojas, M., 2020, The influence of early experiences and university environment for female students choosing geoscience programs: a case study at Universidad de Chile: *Advances in Geosciences*, 53, 227-244. <https://doi.org/10.5194/adgeo-53-227-2020>
- Zafeiropoulos, G., Drinia, H., Antonarakou, A., Zouros, N., 2021, From geoheritage to geoeducation, geoethics and geotourism: A critical evaluation of the Greek region: *Geosciences*, 11(9), 381. <https://doi.org/10.3390/geosciences11090381>