



**Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras
Facultad de Estudios Generales
Departamento de Ciencias Físicas**

Título: Origen y evolución de la Tierra

Codificación: CIFI 3026

Número de créditos/hora: Tres (3) créditos. Tres (3) horas semanales de clase y dos (2) horas semanales de laboratorio)

Prerrequisito: Ninguno

Descripción:

Este curso es una alternativa en Ciencias Físicas para cumplir con el requisito de Ciencias Naturales del componente de educación general. Se discutirá la evolución, desde un enfoque epistemológico, en el contexto de las transformaciones del Universo, de nuestro sistema solar y de la Tierra, hasta la aparición de las moléculas autorreplicables. Mediante el estudio de los procesos evolutivos cosmológicos, terrestres y moleculares el estudiante comprenderá aspectos, tales como: la organización de la materia, la interacción de sistemas y la continuidad de procesos de cambio. Los procesos que forman parte de la evolución de la vida se estudiarán utilizando un enfoque multi e interdisciplinario. Incluye experiencias de laboratorio.

Objetivos generales:

Al finalizar el curso el estudiante:

1. *Reconocerá el concepto de evolución dentro de las explicaciones de la física, la química y la biología.
2. *Justificará la evidencia observable y reproducible en las teorías científicas relacionadas a la cosmología, las placas tectónicas y la evolución molecular.
3. *Reconocerá la relación de los principios físicos, químicos y biológicos con la evolución de nuestro planeta y el Universo.
4. Conocerá la estructura del Universo y su evolución en el contexto de la teoría del "Big Bang".
5. Conocerá la estructura interior del planeta Tierra y su evolución.
6. Conocerá la organización de la estructura de las moléculas y su evolución.
7. *Describirá la evidencia física, química y geológica para la evolución del Universo, la Tierra y las moléculas.
8. *Reconocerá la importancia de los datos que no pueden ser explicados a la luz de las teorías vigentes.
9. *Valorizará la contribución de la teoría de placas tectónicas a la teoría de evolución de Darwin.
10. *Reconocerá la importancia de los conceptos relativos a propiedades emergentes de la materia, a la relación estructura-función y al contexto ambiental de su evolución.

11. Reconocerá la importancia de las características de autorreplicación y evolución molecular como esenciales al concepto vida.
12. Desarrollará competencias para la búsqueda, el manejo y uso ético de la información.
13. Demostrará capacidad para trabajar e interactuar con las herramientas digitales disponibles para apoyar sus actividades de aprendizaje, individuales o colaborativas, cumpliendo con las obligaciones éticas y legales de las mismas.
14. Contribuirá de forma efectiva a la inclusión de compañeros estudiantes con impedimentos en el salón de clase.
15. Al trabajar en equipo, hará los acomodos necesarios para incluir compañeros estudiantes con impedimentos.

Los objetivos generales de este curso corresponden a los objetivos generales del Departamento de Ciencias Físicas que a su vez satisfacen los requisitos de la Certificación 46, en particular los que se refieren a:

Desarrollar capacidad para el pensamiento reflexivo y crítico que promueva la responsabilidad social, cultural, ambiental y cívica.

Comunicarse efectivamente, de forma oral y escrita, en español.

Comprender los procesos de creación del conocimiento en diversos campos del saber y sus conexiones.

Comprender las conexiones entre diferentes campos del saber.

Desarrollar entendimiento sobre los procesos humanos en el tiempo y el espacio.

*Comprender conceptos y metodologías de las Ciencias Naturales.

*Adquirir conocimientos y competencias para la investigación.

*Desarrollar comprensión crítica sobre diversas formas del pensamiento.

Desarrollar competencias para el uso de la tecnología como herramienta para crear, manejar y aplicar conocimiento.

Desarrollar competencias para el trabajo en equipo.

Desarrollar competencias para el desarrollo de la creatividad y la imaginación.

* Estos objetivos se refieren a la competencia de Razonamiento Científico e Investigación.

Bosquejo de contenido y distribución aproximada del tiempo

- | | | |
|-----|--|---------|
| I. | La naturaleza de la ciencia y la estructura del conocimiento científico | 3 horas |
| II. | Enfoque cosmológico | |
| | a. Cosmología y Teoría del “Big Bang” | 4 horas |
| | a.i. El origen de nuestro universo | |
| | a.ii. El concepto de un universo dinámico que cambia con el tiempo | |
| | a.iii. La idea de justificar las teorías científicas con evidencia observable y reproducible | |
| | a.iv. El concepto de “evolución” del universo | |
| | b. Evolución de estrellas y formación de planetas | 5 horas |

- b.i. El concepto de evolución en la física
 - b.ii. La idea de múltiples generaciones de estrellas
 - b.iii. Formación de los elementos necesarios para la vida dentro de las estrellas (“Somos hijos de las estrellas”)
 - b.iv. Formación de planetas
 - b.v. La zona habitable de una estrella
- c. Las condiciones físicas necesarias para el origen químico de la vida en la Tierra 5 horas
 - c.i. Condiciones de interacción entre partículas fundamentales
 - c.ii. Condiciones de tiempo necesario para la evolución biológica
 - c.iii. Condiciones gravitacionales
 - c.iv. Condiciones químicas para la formación de planetas sólidos
 - c.v. Condiciones para una química orgánica versátil
 - c.vi. El Principio Antrópico y el rol de la vida en determinar la física del universo
- III. Enfoque geológico
 - a. Modelo geológico del planeta Tierra 3 horas
 - a.i. Hipótesis sobre el origen de la corteza terrestre y la atmósfera
 - a.ii. Sismología y la estructura interior del planeta
 - a.iii. Principio de isostasia
 - a.iv. Elementos principales de la corteza terrestre. Rocas y minerales
 - b. Procesos geológicos y la construcción del tiempo geológico 6 horas
 - b.i. Procesos geológicos. Ejemplos: cambios del planeta por gravedad ciclo hidrológico, deformación, meteorización, erosión y sedimentación
 - b.ii. Principios de sedimentación y estratigrafía
 - b.iii. Tipos de fósiles y su formación (Distribución de trilobitas)
 - b.iv. Correlaciones estratigráficas (fechación de fósiles por isótopos) y el tiempo geológico.
 - c. Evolución de la corteza de la Tierra 5 horas
 - c.i. Trasfondo histórico sobre la visión antropogénica de la Tierra (Teoría de contratación, Teoría de permanencia y Teoría de deriva continental)
 - c.ii. El descubrimiento de la batimetría y la teoría de placas tectónicas.
 - c.iii. Reconstrucción de la evolución tectónica del planeta: de Pangea, Laurasia y Gondwana al arreglo actual de los continentes
 - c.iv. El concepto de evolución de la corteza terrestre y oceánica (tipos de márgenes de placas y su relación con la actividad volcánica y sísmica)
 - c.v. Contribución de la teoría de placas tectónicas a la teoría de evolución de Darwin.

IV. Enfoque químico molecular

a. El origen de la vida en el planeta Tierra

5 horas

a.i. Principios generales

a.i.1. Leyes de termodinámica. Organización de la materia y propiedades emergentes. Principio de reversibilidad microscópica. Transducción de energía. Principio de continuidad.

a.ii. Condiciones físicas

a.ii.1. Temperatura, presión, materia, fuentes de energía

a.iii. Procesos físico-químicos

a.iii.1. Reacciones químicas y gradientes de energía, catálisis, ciclos de reacciones, conservación y transferencia de información, separación de fases y compartamentación de la materia.

a.iv. Condición de posibilidad, propiedades de la materia “viva” y su efecto en el planeta.

b. El camino hacia la complejidad molecular

7 horas

b.i. Formación de moléculas prebióticas

b.ii. Propiedades generales de las biomoléculas principales (tipos de moléculas, organización modular de la materia, relación estructura/función)

b.iii. Evolución de las moléculas prebióticas: la teoría del mundo del ARN (organización, autocatálisis, y ciclos metabólicos, surgimiento del ARN y polimerización)

b.iv. Producción de péptidos catalíticos, membranas, protoribosomas, auto-replicación, proteínas y ADN.

b.v. Codificación, modificación y transmisión de información.

c. Desarrollo histórico de las explicaciones del origen de la vida

2 horas

c.i. La tesis de la generación espontánea continua en Europa, trabajos iniciáticos de Oparin y Miller; enfoques estadísticos y enfoques mecanicistas; teóricos contemporáneos.

c.ii. Visión contemporánea de la evolución molecular.

Experiencias de laboratorio sugeridas

30 horas

1. Laboratorio cosmología #1: Película “Cosmic Voyage”

2. Laboratorio cosmología #2: Construcción gráfica de Ley de Hubble
3. Laboratorio cosmología #3: Película "Supermassive Black Holes"
4. Laboratorio cosmología #4: COSMOS: "The Lives of the Stars"
5. Laboratorio cosmología #5: Clasificación de espectros estelares
6. Laboratorio de geología #1: Sismología, terremotos e isostasia
7. Laboratorio de geología #2: Descripción de la materia
8. Laboratorio de geología #3: Cambios de la corteza terrestre
9. Laboratorio de geología #4: Fósiles
10. Laboratorio de geología #5: Correlaciones estratigráficas
11. Laboratorio de bioquímica #1: Reacciones químicas
12. Laboratorio de bioquímica #2: Catálisis enzimática
13. Laboratorio de bioquímica #3: Separación de fases, electroforesis
14. Laboratorio de bioquímica #4: Simulaciones en evolución de catálisis
15. Laboratorio de bioquímica #5: Autorreplicación y el código genético

Estrategias instruccionales

El curso utilizará los períodos disponibles para tres (3) horas semanales de clase y dos (2) horas semanales de laboratorio. Las estrategias instruccionales en el periodo de clase incluyen la discusión de temas utilizando el método socrático, ejercicios de clase en grupos pequeños y la discusión de lecturas y trabajos asignados. Los periodos de laboratorio consistirán en la ejecución de experimentos, de los cuales el estudiante deberá entregar un informe de laboratorio.

Recursos de aprendizaje o instalaciones mínimas disponibles o requeridas

Los estudiantes, además del profesor(a), tendrán a su disposición módulos y otros recursos a los que se puede acceder a través de computadoras, así como equipo y materiales adicionales. Las instalaciones disponibles incluyen salones de clase equipados con computadoras, monitores, equipo audiovisual y, en algunos casos, pizarras electrónicas.

Existen también seis (6) salones de laboratorio y dos almacenes para equipo y materiales. Uno de los salones de laboratorio está equipado con seis (6) computadoras con dos (2) impresoras. Las computadoras poseen programado que permite hacer y analizar datos de experimentos de movimiento, presión, temperatura y otros.

Estrategias de evaluación

Informes de laboratorio	20%
Asignaciones	20%
Exámenes (3)	40%
Informes orales y ensayos reflexivos	20%

Sistema de calificación

Se calificará mediante la escala de A-F a cada participante del curso. La nota final estará determinada de acuerdo a los criterios de evaluación establecidos en el prontuario del curso y por la curva de notas aprobada por el Departamento.

Los exámenes se ofrecen de manera que sean accesibles a las personas con impedimentos, o a éstos se les ofrecen alternativas que cumplan con los requerimientos de la Ley ADA (*Americans with Disabilities Act*) de 1990. Se ofrece evaluación diferenciada a estudiantes con necesidades especiales, las cuales se atienden de acuerdo con la necesidad que se presenta.

Acomodo razonable:

“La universidad de Puerto Rico (UPR) reconoce el derecho que tienen los estudiantes con impedimentos a una educación postsecundaria inclusiva, equitativa y comparable. Conforme a su política hacia los estudiantes con impedimentos, fundamentales en la legislación federal y estatal, todo estudiante cualificado con impedimentos tiene derecho a la igual participación de aquellos servicios, programas y actividades que están disponibles de naturaleza física, mental o sensorial y que por ello se ha afectado, sustancialmente, una o más actividades principales de la vida como lo es su área de estudios post secundarios, tiene derecho a recibir acomodos o modificaciones razonables. De usted requerir acomodo o modificación razonable en este curso, debe notificarlo al profesor sobre el mismo, sin necesidad de divulgar su condición o diagnóstico. De manera simultánea, debe solicitar a la Oficina de Servicios a Estudiantes con Impedimentos (OSEI) de la unidad o Recinto, en forma expedita, su necesidad de modificación o acomodo razonable.”

Integridad académica:

“La Universidad de Puerto Rico promueve los más altos estándares de integridad académica y científica. El Artículo 6.2 de Reglamento General de Estudiantes de la UPR (Certificación Núm. 13, 2009-2010) establece que “la deshonestidad académica incluye, pero no se limita a: acciones fraudulentas, la obtención de notas o grados académicos valiéndose de falsas o fraudulentas simulaciones, copiar total o parcialmente la labor académica de otra persona, plagiar total o parcialmente el trabajo de otra persona, copiar total o parcialmente las respuestas de otra persona a las preguntas de un examen, haciendo o consiguiendo que otro tome en su nombre cualquier prueba o examen oral o escrito, así como la ayuda o facilitación para que otra persona incurra en la referida conducta”. Cualquiera de estas acciones estará sujeta a sanciones disciplinarias en conformidad con el procedimiento disciplinario establecido en el Reglamento General de Estudiantes de la UPR vigente.

Para velar por la integridad y seguridad de los datos de los usuarios, todo curso híbrido y a distancia deberá ofrecerse mediante la plataforma institucional de gestión de aprendizaje, la cual utiliza protocolos seguros de conexión y autenticación. El sistema autentica la identidad del usuario utilizando el nombre de usuario y contraseña asignados en su cuenta institucional. El usuario es responsable de mantener segura, proteger, y no compartir su contraseña con otras personas.”

Política y procedimientos para el manejo de situaciones de discrimen por sexo o género en la Universidad de Puerto Rico:

“La Política y procedimientos para el manejo de situaciones de discriminación por sexo o género en la Universidad de Puerto Rico, Certificación 107 (2021-2022) de la Junta de Gobierno, asegura que la

Universidad de Puerto Rico, como institución de educación superior y centro laboral, protege los derechos y ofrece un ambiente seguro a todas las personas que interactúan en ella, ya sea a estudiantes, empleados, contratistas o visitantes. La misma tiene como fin promover un ambiente de respeto a la diversidad y los derechos de los integrantes de la comunidad universitaria y establece un protocolo para el manejo de situaciones relacionadas con las siguientes conductas prohibidas: discrimen por razón de sexo, género, embarazo, hostigamiento sexual, violencia sexual, violencia doméstica, violencia en cita y acecho, en el ambiente de trabajo y estudio.”

Uso de Inteligencia Artificial (IA):

Cada docente del Departamento de Ciencias Físicas incluirá en el sílabo de su curso el nivel de uso de IA que permitirá en esta. Ver <https://academicos.uprrp.edu/blog/2025/01/15/circular-8-2024-2025-lineamientos-y-guias-para-la-intergracion-y-uso-de-la-inteligencia-artificial-ia-en-los-proyectos-academicos-y-de-investigacion-del-recinto-de-rio-piedras/>

Plan de contingencia en caso de una emergencia:

En caso de surgir una emergencia o interrupción de clases, su profesor/a se comunicará vía correo electrónico institucional para coordinar la continuidad del ofrecimiento del curso. El plan de contingencia debe preservar la modalidad en la que el curso fue creado y programado en la oferta académica.

Bibliografía

Altschuler, D.R (2001) **Hijos de Estrellas: Nuestro Origen, Evolución y Futuro**. Madrid: Cambridge University Press.

Altschuler, D.R., Nuñez, E. y Medín, J. (2003) **Ciencia, Pseudociencia y Educación: Tres Científicos ante la Crisis**. Ediciones Callejón.

Ausich, W.I., Lane, N.G. (1999) **Life of the Past**. UK: Prentice Hall International.

Beurlen, K. y Litcher, G. (1990) **Fósiles**. Barcelona, España: Blume.

Comité de Selección integrado por Alonso, A., De la Fuente, J. R., Flores, J., García-Colín, L., Garza, T., Halffter, G., Haro, G. (†), Martuscelli, J., Nava Jaimes, H., Peimbert, M., Rivaud, J. J., Rosenblueth, E., Sarukhán, J., & Soberón, G.; Jaidar, A. (†) (Coord. fundadora), & Farías, M. del C. (Coord.). (1993). [*La inquieta superficie terrestre*] (Primera edición). Fondo de Cultura Económica. ISBN 968-16-3467-5.

Cowen, R. (2000) **History of Life**. Third Edition. Balckwell Scientific Publications.

Dal Piaz, G.V. (2001) **History of Tectonic Interpretations of the Alps**. Journal of Geodynamics, vol. 32, pp. 99-114.

Deamer, D.W. (1997) **The Molecular Origin of Life: Assembling Pieces of the Puzzle**. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Deamer, D., & Damer, B. (2024). **The hot spring hypothesis for an origin of life.** *Astrobiology*, 24(2), 123–145. <https://doi.org/10.1089/ast.2023.0045>

Donovan, S., K. Trevor and A. Jackson, editors (1994) **Caribbean geology, an Introduction.** The University of the West Indies Publishers' Association (UWIPA), Kingston, Jamaica W.I.

Fluetau F. (2003) **Earth dynamics and climate changes.** *Geodynamics*, vol 335, p. 157-174

Fossen, H., & Teyssier, C. (2025). **Earth history: Stories of our geological past.** Cambridge University Press.

Geological Society of America (1998) **Tectonics and Geochemistry of the Northeastern Caribbean,** Lidiak, E.G. and Larue, D.K (edits). The Geological Society of America Inc., Boulder, Colorado, 215p.

Geological Society of America (2005) **Active Tectonics and Seismic Hazard of Puerto Rico, the Virgin Island, and offshore Areas.** Mann, P., Jackson, J.A., and Jackson, K.G. (edits). The Geological Society of America Inc., Boulder, Colorado, 299 p.

Greene, B. (2000) **The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory.** Vintage Books.

Hallan, A. (1975) Alfred Wegener and the Hypothesis of Continental Drift, *Scientific American*, p. 88-97.

Hawking, S. (1998) **A Brief History of Time.** (Trd Pap) Bantam Doubleday Dell Pub.

Hazen, R. (2018). *La historia de la Tierra: Los primeros 4500 millones de años. Del polvo estelar al planeta viviente* (ePub r1.0). Titivillus.

Hewitt, P.G., et al, (2007) **Conceptual Integrated Science.** Addison-Wesley.

Hoagland, M.B., Dodson, B., Hauck, J. (2001) **Exploring the Way Life Works: The Science of Biology.** Boston: Jones & Barlett.

Hutton, J. (1788) **Theory of the Earth**, Published first in Volume 1 of the *Transactions of the Royal Society of Edinburg*.

Lazcano, A., Miller, S.L. (1996) **The Origin and Early Evolution Review of Life: Prebiotic Chemistry, the Pre- RNA World, and Time.** *Cell*, Vol. 85, p. 793-798.

Le Grand, H.E. (1991) **Drifting continents and shifting theories.** NY: Cambridge Press
Livio, M. (2000) **The Accelerating Universe: Infinite Expansion, the Cosmological Constant, and the Beauty of the Cosmos.** John Wiley & Sons.

Luisi, P.L. (2006) **The Emergence of Life: From Chemical Origins to Synthetic Biology.** Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Margulis, L., Dolan, M. (2002) **Early Life**, 2nd. Edit. Boston: Jones & Barlett.

Miller, S.L. (1953) **A production of amino acids under possible primitive Earth conditions.** *Science*, Vol.117, p. 528-529.

Miller, S.L., Schopf, J.W., Lazcano, A. (1997) Oparin's "Origin of Life": Sixty Years Later, *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 44, p.351-353.

Morán, F., Peretó, J. and Moreno, A., (Eds.) (1995) **El origen de la vida. En el Centenario de Aleksandr Oparin.** Madrid: Editorial Complutense.

Nédélec, A. (2025). **Earth and life: A history of four billion years.** Oxford University Press.

Oparin, A.I. (1982, publicación original en ruso de 1936) **El Origen de la Vida.** Barcelona: Ediciones Océano.

Oparin, A., y V. Fesenkov (1961) **Vida en el Universo.** New York: Twayne.

Oreskes; N. (2003) From Continental Drift to Plate Tectonics. In **Plate Tectonics: An insider's History of The Modern Theory of the Earth.** N. Oreskes (editor). Boulder, CO: Perseus.

Owczarek, P. (2008) Hillslope **development in gravel-bed Rivers and their effects on the evolution of alluvial channels forms. A case study from the Sudetes and Carpathian Mountains.** *Geomorphology*, vol. 98, p. 11-125.

Penny, D. (2005) **An interpretive review of the origin of life research.** *Biology and Philosophy*, Vol. 20, p. 633-671, DOI 10.1007/s10539-004-7342-6.

Peretó, J., López- García P., Moreira, D. (2004) **Ancestral lipid biosynthesis and membrane evolution.** *Trends in Biochemical Science*, Vol. 29, p. 469-477.

Phillips Morgan, J., Ranero, C.R. and Vannucchi, P. (2008) **Intra-Arc Extension in Central America: links between plate motions, tectonics, volcanism, and geochemistry.** *Earth and Planetary Letters*, vol. 272,p. 365-371.

Rojas-Agramonte, Y., Neubauer, F., García-Delgado, D.E., Handler, R. and Delgado-Damas,R.(2008) **Tectonic evolution of the Sierra Maestra Mountains, SE Cuba, Turing Tertiary times: From arc-continent collision to transform motion,** *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 26, pp.125-151

Schulze-Makuch, D., & Irwin, L. N. (2023). **Life in the universe: Expectations and constraints** (3rd ed.). Springer.

Singh, V., Tandon, S.K. (2008) The Pinjaur dun (intermontane longitudinal valley) and associates active mountain fronts, NW Himalaya: **Tectonic geomorphology and morphotectonic evolution.** *Geomorphology* 2008, doi:10.1016/j.geomorph.2008.04.008.

Sleep, N. H., & Bird, D. K. (2023). **Evolution of Earth's environments and the origin of life.** Proceedings of the National Academy of Sciences, 120(15), e2218749120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2218749120>

Smolin, L. (2000) **The Life of the Cosmos**, Reprint edition (January 1999) Oxford University Press.

Actualizado al 13 de marzo de 2026 por la Prof. Sandra Dussan Devia.

Stec, B., Rasmussen S. et al, (2004) **Living and Nonliving Matter**. *Science*, Vol. 305, p. (5680), 41. [DOI: 10.1126/science.305.5680.41].

Tuck, A., (2002) **The Role of Atmospheric Aerosols in the Origin of Life**. *Surveys in Geophysics*, Vo. 38, p.351-363.

Urey, H, (1952) **On the Early Chemical History of the Earth and the Origin of Life**. *Geophysics*, Vol. 38, p. 351-363.

Wegener; A. (1966) **The Origin of the Continents and Oceans**. N.Y.: Dover.

Zubay, G.L. (2000) **Origins of Life on the Earth and in the Cosmos**. 2nd Edition, Harcourt Publishers.

Referencias electrónicas:

National Aeronautics and Space Administration. (2025). **Earth Observatory**. NASA.
<https://earthobservatory.nasa.gov/>

National Aeronautics and Space Administration NASA Astrobiology Institute. (2025). **Origin of life on Earth**. <https://astrobiology.nasa.gov/about/>

Public Broadcasting Service. (2025). **Interactive: The Search for Life Beyond Earth**. PBS NOVA.
<https://www.pbs.org/wgbh/nova/labs/lab/rna/>

U.S. Geological Survey. (2025). **Interactive Plate Tectonics Map & Resources**.
<https://www.usgs.gov/media/images/tectonic-plates-earth>

ScienceDirect **Topics in Earth and Planetary Sciences** Elsevier. (2025). **Earth and Planetary Sciences – Topics**. <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences>