



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario.  
ISSN 2619-3531.

---

**Ciclo de modelización apoyado en mapas geográficos para la enseñanza de la adaptación biológica dirigido a estudiantes de secundaria.**

**Modeling cycle supported by geographic maps for the teaching of biological adaptation aimed at secondary school students.**

**Ciclo de modelação apoiado em mapas geográficos para o ensino da adaptação biológica destinado a alunos do ensino secundário.**

Diana Paola Melo Velásquez<sup>1</sup>  
Susana Abella Peña<sup>2</sup>  
Álvaro García Martínez<sup>3</sup>

## **Resumen**

En este trabajo se analizan las explicaciones iniciales de un grupo de estudiantes de grado noveno, quienes son participantes de un estudio en curso, en el cual se implementa un ciclo de modelización sobre la adaptación biológica, con el propósito de complejizar progresivamente sus modelos iniciales por medio de la transposición didáctica, apoyado en actividades que involucran mapas geográficos. Entre los resultados se encuentra que, entre los modelos explicativos iniciales de los estudiantes, se encuentra principalmente el pensamiento teleológico, el de uso/desuso y adaptación a nivel individual. Lo anterior supone un esfuerzo en aprovechar aquellos elementos que las explicaciones teleológicas proporcionan, en el desarrollo de actividades que permitan diferenciar el concepto de adaptación evolutiva de otras concepciones, así como en evidenciar la relevancia de la reproducción en la adaptación a nivel poblacional.

## **Resumo**

Este artigo analisa as explicações iniciais de um grupo de alunos do nono ano, participantes de um estudo em andamento, no qual é implementado um ciclo de modelagem sobre adaptação biológica, com o objetivo de tornar progressivamente mais complexos seus

---

<sup>1</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo: [dianamv1310@gmail.com](mailto:dianamv1310@gmail.com) ,  
[dpmelov@udistrital.edu.co](mailto:dpmelov@udistrital.edu.co)

<sup>2</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo: [susitaabella@gmail.com](mailto:susitaabella@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo: [alvaro.garcia@udistrital.edu.co](mailto:alvaro.garcia@udistrital.edu.co)



**Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.**

modelos iniciais por meio de transposição didática, apoiada por atividades que envolvem mapas geográficos. Entre os resultados, verifica-se que, entre os modelos explicativos iniciais dos alunos, há principalmente pensamento teleológico, uso/desuso e adaptação no nível individual. O anterior implica um esforço de aproveitamento dos elementos que as explicações teleológicas fornecem, no desenvolvimento de atividades que permitam diferenciar o conceito de adaptação evolutiva de outras concepções, bem como em evidenciar a relevância da reprodução na adaptação ao nível populacional.

## Summary

This paper analyzes the initial explanations of a group of ninth grade students, who are participants in an ongoing study, in which a modeling cycle on biological adaptation is implemented, with the purpose of progressively making their initial models more complex by means of didactic transposition, supported by activities that involve geographic maps. Among the results it is found that, among the initial explanatory models of the students, there is mainly teleological thinking, use/disuse and adaptation at the individual level. The foregoing implies an effort to take advantage of those elements that teleological explanations provide, in the development of activities that allow differentiating the concept of evolutionary adaptation from other conceptions, as well as in evidencing the relevance of reproduction in adaptation at the population level.

## Introducción

Las dificultades en la comprensión de la evolución, específicamente la idea de la adaptación biológica, alejan a los estudiantes del conocimiento científico, a lo que Tamayo (2010) hace alusión, considerando a la evolución, en primer lugar, como una de las temáticas más complejas de aprender y de enseñar, dados diversos factores relacionados, como el nivel de abstracción en el que se sitúa este tema, y que repercute en una construcción desligada de la experiencia y realidad inmediata que vive el estudiante.

Múltiples estudios convergen en que existen varias dificultades vinculadas con el aprendizaje de esta temática, entre las que se encuentran la comprensión de las escalas temporales, falencias conceptuales, materiales y estrategias didácticas inadecuadas, creencias, explicaciones basadas en teleología (desde el diseño subyacente), entre otras (Arango y Sanabria, 2021; Pérez, Gómez y González, 2018).



**Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.**

En esta investigación se busca desarrollar el conocimiento científico escolar a partir de un ciclo de modelización, respondiendo a la importancia que tiene el aprendizaje de la evolución, relevante en la vida cotidiana de los ciudadanos y su toma de decisiones en diferentes circunstancias que se le relacionan, por ejemplo, la resistencia bacteriana a los antibióticos, dificultades en el control de pandemias y optar por aplicarse vacunas (Pérez, Gómez y González, 2018).

En este sentido, se requiere analizar la metodología y estrategias que estimulan el aprendizaje de esta temática y su aplicación en el contexto, para lo cual, en el presente trabajo se opta por la modelización para tal propósito, puesto que esta permite la complejización de los modelos explicativos de los estudiantes, por medio de la transposición didáctica (García y Pinilla, 2007).

La investigación sobre la enseñanza de la evolución desde la modelización es escasa, la mayoría de los estudios que se desarrollan en modelización para la enseñanza de las ciencias, se centran en otras áreas de interés, o la enseñanza de esta temática se aborda desde otras metodologías. Por otra parte, el uso de mapas geográficos y otras herramientas de los Sistemas de Información Geográfica en la enseñanza de la biología es aún más escaso; desconociéndose sus numerosos aportes en la enseñanza de varias temáticas en biología (a pesar de su importante uso en la biología misma).

En función de lo anterior, el presente trabajo busca responder la siguiente pregunta de investigación, la cual dicta: ¿Cómo la implementación de un ciclo de modelización apoyado en el uso de mapas geográficos contribuye a la enseñanza y aprendizaje de la adaptación biológica en estudiantes de secundaria?

Con la finalidad de abordar la pregunta de investigación, se expone la metodología y resultados parciales que se han recopilado y analizado hasta el momento.

## **Metodología**

La investigación se está desarrollando en el Gimnasio La Cima, institución ubicada en la ciudad de Bogotá D.C. La implementación de la Unidad Didáctica se está desarrollando en el grado 9° y está a cargo de un docente quién labora en esta institución educativa.



**Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.**

La metodología de este estudio se enmarca en el paradigma cualitativo el diseño metodológico es de tipo descriptivo – propositivo. Como estrategia metodológica se emplea el estudio de caso múltiple. Por ende, se investigará la progresión de los modelos explicativos de los estudiantes sobre adaptación biológica, en su contexto natural de aprendizaje.

Para cumplir con el objetivo de este estudio, se desarrollan las siguientes fases a continuación:

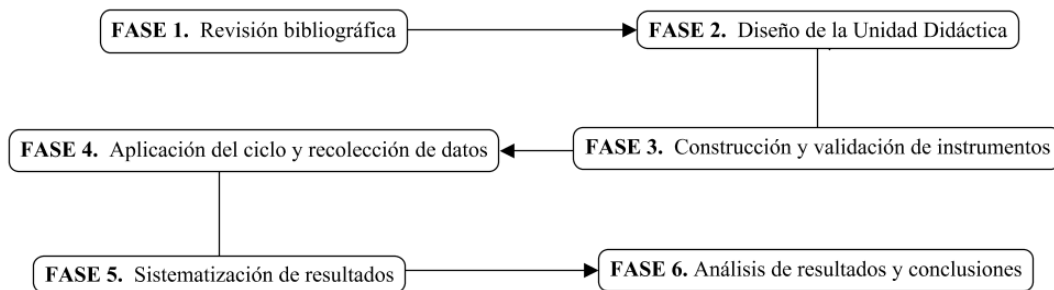


Figura 1. Fases desarrolladas en la investigación.

El diseño de la unidad didáctica se desarrolla siguiendo el ciclo de modelización de Abella y García (2021), quienes proponen una unidad didáctica que consta de las siguientes etapas:



Figura 2. Ciclo de modelización para tener en cuenta en el diseño de la unidad didáctica.



**Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.**

Las etapas del ciclo cuentan con cinco sesiones de hora y media, a continuación, se presenta cada una:

- A. **Problematizar:** Mediante actividades en las cuales se exponen diversas situaciones y teorías relacionadas con la adaptación de las especies, los estudiantes evidencian el fenómeno objeto de estudio.
- B. **Evaluar y revisar:** Los estudiantes sintetizan y hacen explícita su comprensión sobre la adaptación que se ha abarcado a lo largo de las sesiones de aplicación, así como evidencian los cambios en sus puntos de vista y sus conclusiones. En esta fase, los estudiantes revisan sus modelos reconstruidos con los que han formado previamente. Se estimula la auto, hetero y co-evaluación.
- C. **Usar:** Los estudiantes enfrentan los modelos mentales que han construido a lo largo del proceso de aprendizaje sobre la adaptación biológica, con situaciones reales y en distintos grados de dificultad y éste se contrasta con el modelo científico de referencia.

Los mapas geográficos se implementan en varias actividades de la unidad didáctica, en lo que se busca explicar la distribución de las especies, en función de sus adaptaciones biológicas a las condiciones de los ecosistemas que allí se presentan. Las actividades con mapas geográficos están presentes principalmente en las etapas de problematización y uso, lo que permite analizar la manera en que los estudiantes se acercan a la adaptación y cómo la comprenden en un contexto dado. La implementación de los mapas geográficos en el ciclo de modelización es modificada a partir de los trabajos con Sistemas de Información Geográfica desarrollados por Abella y García.

Los datos recolectados se analizan mediante las categorías y subcategorías resultantes de la revisión de literatura, las cuales se presentan en la tabla 1.

<b>Categorías</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>Descripción</b>
Eficacia de la Unidad Didáctica desde la modelización.	Ideas representadas en torno a la adaptación biológica.	Son aquellas ideas que los estudiantes representan en sus modelos, las relaciones entre ideas y conceptos y sus propiedades.



**Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.**

	Ideas introducidas por el docente sobre adaptación biológica.	Se analizan las ideas, relación entre ideas y conceptos y sus propiedades con respecto a los aportes del docente.
	Función del profesor.	La manera en cómo el docente orienta a los estudiantes, los retroalimenta, los ayuda, su apoyo en la construcción de ideas y en los recursos explicativos.
Comprensión biogeográfica a través de los mapas geográficos.		Integración del uso de mapas geográficos a la explicación del modelo de adaptación biológica.

Tabla 1. Categorías y subcategorías elaboradas para el análisis de los registros obtenidos en la implementación de la unidad didáctica. Las categorías y subcategorías son modificadas a partir del trabajo desarrollado por Gómez Galindo (2013).

## Resultados

En la presente investigación se presentan como resultados preliminares la categorización y análisis de los registros aportados por el cuestionario inicial de la investigación en curso.

Los resultados a continuación profundizan y hacen énfasis en la categoría eficacia de la Unidad Didáctica desde la modelización y en la subcategoría ideas representadas en torno a la adaptación biológica, dado que el cuestionario busca identificar la representación de los modelos iniciales de los estudiantes para posteriormente, analizar sus cambios y complejización.

La codificación se realizó, ubicando las transcripciones de las respuestas de cada pregunta, en una hoja de cálculo de Excel. La elaboración de estas categorías se adaptó a partir del trabajo de investigación de Gómez Galindo (2013).



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

Pregunta	Código	Modelo	Registro (pregunta)	Estudiante
1	lrur1	lrur- tel 1	(1) yo creo que las bacterias mutan y consiguen que los antibióticos cada vez vayan perdiendo su efecto.	1
2	lrur2	lrur- tel 2	(2) Puede ser que sea así ya que si evolucionan puede ser para mejorar o tal vez no	1
3	lrur3	lrur- u/des 1	(3) No, creo que su sistema fue el que lo hizo para no conformarse	1
4	lrur4	lrur- u/des 2	(4) Creo que a lo largo que vaya pasando el tiempo la especie va adquiriendo cierta experiencia	1
5	lrur5	lrur- tel 3	(5) El de ayudar a la especie adaptarse	1
6	lrur6	lrur- tel 4	(6) Puede ser que ayuda a mejorar el rendimiento	1
8	lrur8	lrur- tel 5	(8) La piel más oscura ya que tiene más beneficios que la menos oscura	1
1	lrur9	lrur- tel 6	(1) las bacterias luego de ser tratadas con antibióticos generan anticuerpos para luchar contra los antibióticos	2
2	lrur10	lrur- u/des 3	(2) Sí, ya que tras el paso de los años nuestros cuerpos se han ido adaptando al entorno y amenazas del mundo	2
4	lrur12	lrur- tel 7	(4) El proceso se da, luego de ver el individuo que su entorno no es el de antes y comenzar a evolucionar	2
5	lrur13	lrur- tel 8	(5) Las variaciones tienen el papel de distinguirse y adaptarse a su entorno	2
6	lrur14	lrur- tel 9	(6) Sí ya que el cuerpo reconoce que eso ya no es bueno para el cuerpo	2
7	lrur15	lrur- tel 10	(7) El proceso fue que pasamos de una piel oscura a una piel clara debido a la evolución	2

Figura 3. Organización de las subcategorías identificadas por código y color. Se encuentran los códigos de las subcategorías junto a los registros, número de pregunta del cuestionario y código de estudiante.

Se recopilaron 240 registros, que pertenecen a la categoría eficacia de la Unidad Didáctica desde la modelización y a la subcategoría ideas representadas en torno a la adaptación biológica.

### 1. Categoría: Eficacia de la Unidad Didáctica desde la modelización

Esta categoría busca analizar hasta qué punto las actividades propuestas en la unidad didáctica permiten complejizar los modelos iniciales de los estudiantes, hacia los modelos escolares de referencia.

#### 1.1 Subcategoría 2: Ideas representadas en torno a la adaptación biológica

Esta subcategoría busca evidenciar las ideas que los estudiantes representan en sus modelos sobre adaptación biológica, las relaciones entre ideas y conceptos y sus propiedades. En esta subcategoría, se encuentran la totalidad de los registros del primer cuestionario.

##### 1.1.1. Modelo de esfuerzo, uso/desuso

El modelo de esfuerzo, uso/desuso consiste en que las poblaciones van generando cambios en sus estructuras y funcionamiento con base en el mayor uso de estos o, por el contrario, su pérdida, ante el desuso. A lo anterior, se le incorpora un componente de “esfuerzo” que tienen los organismos ante ciertas condiciones. Este obstáculo ha sido documentado como frecuente en varias investigaciones relacionadas a la enseñanza de la evolución (González Galli y Meinardi, 2015).



**Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.**

La representación de este modelo basado en uso/desuso que manifiestan los estudiantes, se puede relacionar con el conocimiento desde la experiencia que adquieren en su cotidianidad, puesto que este modelo no corresponde al que se enseña en el ciclo escolar y posiblemente se vea reforzado desde ciertas observaciones que los estudiantes tienen sobre el cambio en el cuerpo de otros organismos o en sí mismos. Investigaciones como la desarrollada por Araujo y Ramírez (2019), respaldan la importancia de orientar a los estudiantes en las sesiones de clase, a superar las barreras que supone esta concepción, dada su frecuencia y perduración.

### **1.1.2. Adaptación como proceso a nivel individual**

Este modelo consiste en que los individuos sufren transformaciones adaptativas al ocurrir un cambio ambiental que ellos deban superar o enfrentar (González Galli y Meinardi, 2015).

Rasgos de este modelo se evidenciaron en 36 de los 240 registros. En sus explicaciones, se desconoce la herencia de cambios en los caracteres entre generaciones a lo largo del tiempo. En su mayoría, hacían alusión a la adaptación como proceso que se lleva a cabo a nivel individual y en corto tiempo, asumiendo la adaptación evolutiva de manera explícita o implícitamente como “acostumbramiento” a unas condiciones ambientales.

Las respuestas ubicadas en esta categoría evidencian que los estudiantes, en sus modelos iniciales, presentan concepciones que, si bien reconocen la importancia de los cambios en los seres vivos para adaptarse a unas condiciones, desconocen el importante papel de la reproducción como mecanismo para mantener dichos cambios a lo largo del tiempo en las poblaciones y especies. Este obstáculo está presente en explicaciones simples e intuitivas que los estudiantes dan al momento de explicar los procesos evolutivos, simplificando al máximo y pasando por alto múltiples factores, sus relaciones y efectos (González Galli y Meinardi, 2015; Pozo y Gómez, 2004).

En relación con lo anterior, Tamayo (2010) hace alusión a que existe la confusión entre adaptación de las especies y adaptación a nivel individual, en el sentido fisiológico, lo que refuerza la idea errónea, de que el ambiente actúa sobre los organismos a nivel de individuo.

### **1.1.3. Adaptación con un propósito: teleología**

El pensamiento teleológico en el entendimiento de la evolución corresponde a aquel que permite establecer relaciones sencillas entre ciertas características y el cómo han





**Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.**

desempeñado funciones relevantes en la supervivencia y éxito reproductivo de algunos individuos de forma eficaz, frente a condiciones cambiantes del entorno (Diéguez, 2012).

Como modelo inicial más frecuente entre los estudiantes, es el que sigue este razonamiento, encontrándose 155 registros de 240, y en al menos una respuesta de todos los estudiantes analizados. Desde los registros, se evidencia una forma de entender los procesos evolutivos como tendientes a un propósito de mejoramiento a un entorno cambiante, que supone retos para las especies que en él habitan, lo cual se relaciona con lo mencionado anteriormente por Diéguez (2012), sin embargo, esta forma de razonamiento no necesariamente constituye un obstáculo en el entendimiento de los procesos evolutivos.

Actualmente, la teleología se considera como elemento importante que puede ya sea limitar o potenciar el entendimiento del fenómeno, dependiendo de cómo sea tratado por los docentes. Lo anterior lo explica Kampouraki (2020), al decir que la teleología da lugar a intuiciones esenciales, que mientras no se vincule con un “diseño subyacente” no supone problemas, a diferencia de las “etiologías de consecuencia”, que permiten analizar el valor adaptativo de un rasgo o que evidencian una consecuencia en un proceso, por lo cual, recomienda que más que investigar si los estudiantes presentan un pensamiento teleológico, se trata es de identificar en cuál de las etiologías se basan para hacer explicaciones: etiología del diseño y etiología de consecuencia.

## **Conclusiones**

La clasificación de los modelos iniciales permite establecer el punto de partida en el que se sitúan los estudiantes con respecto al ciclo de modelización y, por tanto, permiten analizar la efectividad de la unidad didáctica, según los resultados que se obtengan con los instrumentos que se presentarán más adelante.

El modelo inicial que se presenta con mayor frecuencia en los estudiantes de grado 9º, es el que concibe la adaptación de tipo teleológico. Con el fin de promover el aprendizaje desde este modelo de manera adecuada, se requiere diferenciar aquellas explicaciones que corresponden a las de tipo funcional de las vinculadas con un diseño subyacente, de manera que se pueda trabajar de manera diferencial dichas ideas y aprovechar aquellos elementos que las explicaciones teleológicas pueden aportar en el aprendizaje de la adaptación biológica. Aquellas explicaciones fundamentadas en el uso/desuso y la adaptación como



**Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.**

proceso individual, suponen esfuerzos importantes en diferenciar los procesos biológicos que ellos ven en su cotidianidad, de los que ocurren a nivel evolutivo.

## Referencias

- Abella, S., y García, A. (13-15 de octubre de 2021). Propuesta de un Ciclo de Modelización para la Enseñanza de la Ecología en secundaria tomando un Humedal como referente [Resumen de presentación de conferencia]. Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), 3007 - 3012. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15236>
- Abella, S. (2020). Modelización en Ciencias Naturales mediante el uso de TIC-SIG para la inclusión en el aula. En Quintanilla-Gatica, M. y Vauras, M. (Eds.), *Inclusión Digital y Enseñanza de las Ciencias: Aprendizaje de competencias del futuro para promover el desarrollo del Pensamiento Científico* (p. 189). Bellaterra Ltda.
- Arango, A. y Sanabria, I. (2021). Aprendiendo sobre aves: una estrategia para la enseñanza de las ciencias naturales. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), 885-892. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15209>
- Araujo, R. y Ramírez, L. (2014). Obstáculos al aprendizaje del concepto estructurante evolución biológica. *Bio-grafía*, 231-244. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia231.244>
- Diéguez, A.(2012). *La vida bajo el escrutinio*. Ed. Intervención Cultural/Biblioteca Buridán.
- Gómez Galindo, A. (2013). Explicaciones narrativas y modelización en la enseñanza de la biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 31, 11-28. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v31-n1-gomez/733-pdf-es>
- García-Martínez, Á., & Pinilla, J. (2007). *Orientaciones curriculares para el campo de Ciencia y Tecnología*. Secretaría de Educación Distrital.
- Godoy, O. (10-12 de octubre de 2018). Modelos y Modelización en ciencias una alternativa didáctica para los profesores para la enseñanza de las ciencias en el aula [Resumen



**Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.**

de presentación de conferencia]. Octavo Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables.

González-Galli, L. y Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciência & Educação*, 21(1), pp. 101- 122. <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/cnmJ5hjrqvBdg8hZJb3cRTn/?format=pdf&lang=es>

Goyena, J. (2019). La evolución biológica en secundaria: Contribución a la incorporación de nuevos contenidos y metodologías [Tesis de Maestría, Universidad Pública de Navarra]. Repositorio Institucional de la Universidad de Navarra. [https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/33655/TFM19-MPES-BG-FRANCO\\_125065.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/33655/TFM19-MPES-BG-FRANCO_125065.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Kampouraki, K. (2020). Students' "teleological misconceptions" in evolution education: why the underlying design stance, not teleology per se, is the problem. *Evol Educ Outreach*, 13(1), 1-12.

Pérez-Gómez, G., Gómez-Galindo, A. y González-Galli, L. (2018). Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2102. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i2.2102](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2102)

Tamayo, M. (2010). Dificultades en la enseñanza de la evolución biológica. *eVOLUCIÓN. Revista de la Sociedad Española de Biología Evolutiva*, 5(2), 23-27. <http://www.sesbe.org/sites/sesbe.org/files/file/eVOLUCION-5%282%29.pdf>