

---

## LAS REFLEXIONES META-CIENTÍFICAS SOBRE EL ESPACIO – TIEMPO RELATIVISTA COMO PROPICIADORAS DE LA ARTICULACIÓN ENTRE FORMACIÓN CIENTÍFICA Y FORMACIÓN CIUDADANA

**Autores.** Jairo Augusto Amaya Arroyave 1. Diego Alejandro Jaramillo Torres 2. Yírsen Aguilar Mosquera 3. Universidad de Antioquia,  
Colombia. jairo.amaya@udea.edu.co

**Tema:** Eje temático 4.

**Modalidad.** 1. Nivel educativo universitario. Maestría en educación en ciencias naturales.

**Resumen:** Se presentan algunos resultados de la investigación titulada: Las reflexiones meta-científicas sobre el Espacio – Tiempo relativista como propiciadoras de la articulación entre formación científica y formación ciudadana. La investigación tuvo como propósito general indagar cómo las reflexiones meta-científicas sobre el espacio-tiempo relativista posibilitan la articulación entre la formación científica y la formación ciudadana en estudiantes de la licenciatura en matemáticas y física de la Universidad de Antioquia (Colombia). Para este propósito se toma como contexto teórico general: la perspectiva sociocultural de la ciencia. Y en un curso de formación de maestros, se adelantan reflexiones meta-científicas sobre el espacio-tiempo como alternativa para la articulación entre la formación científica y la formación ciudadana.

**Palabras claves:** Reflexiones meta-científicas, espacio-tiempo relativista, sociedad, enseñanza, competencias científicas y ciudadana.

### Introducción

Cuando se trata de relaciones interpersonales, a veces se ignoran los espacios distintos del otro, sus individualidades, sus pensamientos y criterios diferentes. Se dificulta el surgimiento de las distintas concepciones que emergen en la pluralidad. Se genera entonces un impedimento en la razón del hombre que también imposibilita el avance colectivo y por el contrario propende por concebir el éxito individual como lo único relevante. Al respecto Seoane señala que:

La dimensión racional-irracional constituye otro de los ejes clásicos donde se distribuyen las distintas posiciones de la psicología social, y donde se discute la capacidad del hombre para organizarse individual y colectivamente de forma consciente y planificada o, por el contrario, se mantiene que alguna "fuerza ciega", es decir, un instinto o cualquier otro principio vital no consciente y sin control, es el que organiza la vida social e individual de los hombres. (1996, p. 38).

La participación de la enseñanza de las ciencias en este asunto se da porque la mayoría de personas ha trasegado por algún proceso escolar alguna vez. Entonces, la enseñanza de las ciencias tiene un papel protagónico en las concepciones del mundo, en particular, cuando se adelantan reflexiones sobre la ciencia y en ciencias. Es mediante la acción educativa que pueden o no, forjarse los criterios de racionalidad y de conciencia en la relación que establece el sujeto con su entorno, particularmente de las relaciones con el otro.

Pareciera legítimo pensar que el actuar humano en asuntos relacionados con ciudadanía, está en estrecha relación con la perspectiva de ciencia que se privilegia en la enseñanza. En los análisis realizados en algunas investigaciones (Aguilar, 2002),

---

se pudo establecer que la perspectiva que se privilegia en la enseñanza de las ciencias, significa el conocimiento como algo acabado e inmutable y en consecuencia, independiente de la condición humana.

Según otras investigaciones (Acevedo, García y Aragón, 2017; Hodson 2013) se evidencian coincidencias respecto a que: las actitudes del hombre, devienen en cierta medida de la ausencia de reflexiones sobre los conceptos abordados en la enseñanza de las ciencias, donde habría lugar para explicitar una intencionalidad pedagógica más allá de lo disciplinar por parte del docente que ponga en discusión la relación entre la formación en ciencias y la formación ciudadana. Algunos investigadores (Acevedo, et al., 2017) señalan que esto puede ser causado por la ausencia de reflexiones sobre las ciencias y en ciencias: reflexiones meta-científicas.

En el mismo sentido, Hodson (2013) sostiene que en la enseñanza de las ciencias es evidente una desarticulación entre la formación científica y la formación ciudadana y que, para enfrentar los nuevos desafíos que impone el mundo actual, resulta inaplazable una educación en ciencias que se ocupe -además del saber disciplinar- de asuntos sociopolíticos. De esta manera, es necesario que en los procesos de enseñanza de las ciencias, se sitúen en el centro de la discusión: habilidades científicas y ciudadanas (Hodson, 2003). No obstante, este reto no pareciera ser abordado con la determinación y contundencia que exigen las condiciones actuales: ciudadanos comprometidos con el bien común, con los asuntos sociales, políticos, económicos y ambientales.

Ante esos asuntos conviene preguntar entonces, ¿cuál ha sido el papel de la enseñanza de las ciencias en la formación de ciudadanos?; tal como se ha mencionado, parece que una fuente de estas dificultades, como lo indica Guayara (2017), está en relación con la perspectiva de ciencia positivista que se privilegia en la enseñanza. Al respecto es oportuno resaltar que, en esta perspectiva, dada la relación de independencia entre el sujeto y el mundo, no es clara una posible relación entre la formación científica y la formación ciudadana (Solbes y Traver, 2001).

Complementario a lo anterior, Romero, Aguilar, Medina y Tarazona señalan que:

[...] cuando se enseña desde una perspectiva donde se piensa el contenido como verdades absolutas, el estudiante o ciudadano en general se haya aparte de ese conocimiento en una relación de exterioridad con este, deviniendo probablemente un pensamiento donde prevalece que: las soluciones de los problemas sociales no son de su competencia. (2011, p.10)

Ante las situaciones planteadas conviene adelantar reflexiones que se sitúen en el contexto de la enseñanza, la formación científica y la formación ciudadana.

#### **Formación científica y Formación ciudadana**

Se asume que la producción y comunicación de los hechos científicos no son procesos separables. Construir conocimiento supone la comunicación y el uso social del mismo (Shapin, 1991). Debe decirse entonces que a esta perspectiva subyace la construcción social del conocimiento.

Si la enseñanza de las ciencias convierte en objeto de su función los contenidos disciplinares, pero además los hábitos y actitudes científicas, todos estos en correspondencia con las habilidades ciudadanas, es muy probable establecer el vínculo entre la formación científica y la formación ciudadana. De esta manera el saber puede constituirse en el medio por el cual se

construye una idea de mundo y, en consecuencia, enseñar ciencias adquiere un sentido más abarcante, en cuanto es posible explicitar su alcance formativo mayor; por lo que es importante reconocer la necesidad de una enseñanza de las ciencias que no solo aborde los contenidos disciplinares, sino que estos además se tramiten recíprocamente con asuntos contextualmente sociales y políticos, todo esto con el propósito de favorecer el desarrollo del pensamiento crítico y una mayor capacidad para razonar (Matthews, 1994).

Es necesario hallar la manera de contextualizar el saber disciplinar hacia un alcance social, se pretende para ello hacer uso de las reflexiones meta-científicas.

#### **Reflexiones meta-científicas como posibilidad para articular la formación científica y la formación ciudadana**

La actividad científica se da en condiciones establecidas por las actitudes, habilidades y pensamientos de quienes la desarrollan; desarrollo que se da en contextos socioculturales conforme a las intenciones de estas personas. Esto hace que la actividad científica sea cambiante, como cambiante, cuestionable y transformadora como es cualquier actividad humana. Para vivir en sociedad también juegan un papel determinante las actitudes, habilidades y pensamientos de quienes pretenden hacerlo, también respecto de los procesos como la enseñanza. Si por el contrario se considera a la ciencia inmutable, también deben advertirse implicaciones en la manera de vivir en sociedad y en el proceso de enseñanza en particular, implicaciones asociadas al objeto de estudio. Bajo estas circunstancias, la enseñanza podría centrarse en la transmisión de contenidos y en la memorización de los mismos. Al respecto, coincidimos con Aguilar (2002) cuando afirma que:

[...] al considerar las leyes de la naturaleza como fijas, la ciencia adquiere un carácter estático y las actividades en la enseñanza igualmente se limitan a la confirmación de leyes presentes en la naturaleza, de modo que en esta perspectiva no es posible asumir la ciencia como una actividad en donde el hombre puede realizar construcciones que tengan validez en un contexto determinado. (p. 4)

Como alternativa a la esteticidad de la ciencia, se asume a la ciencia como una actividad humana y, en consecuencia, su enseñanza, igualmente es una actividad que está asociada a las necesidades que surgen en contextos socioculturales particulares.

#### **Perspectiva sociocultural de la ciencia: un marco interpretativo para las reflexiones sobre el espacio tiempo como posibilidad de articulación entre la formación científica y la formación ciudadana**

Para la construcción de contextos de reflexión transversales hacia un componente social desde la enseñanza de las ciencias, es importante percatarse de la existencia de las cosmovisiones realista y fenomenológica que, como formas de ver, son determinantes para la estructuración de propuestas de enseñanza dado que, a estos modos de ver subyacen maneras de asumir y significar la ciencia. Por ejemplo, en el caso de la perspectiva realista:

[...] el mundo natural se considera que existe independiente del hombre, de modo que la realidad es entendida como aquello que está fuera del sujeto, es absoluta e independiente de todas las construcciones teóricas del hombre. En este sentido, cuando se hace referencia al mundo físico, se consideran fijas las leyes de la naturaleza y se asume que éstas no pueden cambiar en el tiempo. En esta perspectiva se considera que el hombre puede hacer una descripción objetiva de la naturaleza, donde éste no es constructor de la realidad sino un observador pasivo, y en definitiva lo que

---

busca es conocer la esencia del objeto. Aquí lo que el hombre percibe es exactamente lo que ocurre, en donde no se presenta una intermediación entre sujeto – objeto. (Aguilar, 2002, p.2)

Por su parte,

[...] la perspectiva fenomenológica permite una mirada más general de los distintos contextos, donde el absolutismo mengua y se permiten otros pensamientos más abiertos y donde no interesa el objeto como tal sino las relaciones que el sujeto logra establecer a partir de las imágenes, siendo que la correspondencia entre ellas es lo que convalida el conocimiento (Aguilar, 2002, p. 5).

Es justamente en esta última cosmovisión que se enmarca esta investigación, al considerar que en esta se pueden construir tentativas explicativas que tienen validez en contextos particulares, en especial los relacionados con la articulación entre habilidades científicas y habilidades ciudadanas que para este proyecto se ha materializado mediante las reflexiones sobre los fundamentos del Espacio-Tiempo relativista.

#### **Reflexiones sobre el concepto espacio-tiempo relativista: una manera de articular la formación científica y la formación ciudadana**

En la enseñanza de este concepto termina siendo claro que, desde Newton, el espacio y el tiempo aparecen como conceptos absolutos, independientes y diferenciables, de tal manera que el espacio es el lugar donde se dan los hechos y el tiempo está referido a cuánto dura la ocurrencia de un evento (Acevedo, 2006); y que desde el relativismo: las posiciones distintas de los observadores, determinan la percepción de un evento. Más allá de esto, la extrapolación del concepto es limitada. Pensar en la posibilidad que brinda este -desde sus fundamentos amplios (relativista y newtoniano)- de contrastar esas competencias científicas con aquellas que puede tener una "buena persona", con la pretensión de una articulación entre la formación científica y la formación ciudadana, es pues un alcance formativo -ideal por ahora- de la intencionalidad del maestro. Desmarcar dicho alcance formativo como ideal, implica que el Maestro, aparte de fundar la idea de que no importa desde dónde se observe un evento, este será el mismo para todos, puesto que, al ocurrir en el espacio absoluto, lo hace inmodificable para todos los observadores (Cárdenas y Botero, 2009), también pueda dilucidar que transferido esto al contexto social, supone certidumbres únicas y una razón singular, lo cual puede traducirse en dificultades que impiden construir a partir de las diferencias ya que existe un solo modo de ver y de transcurrir de los eventos; las explicaciones que asocian el tiempo y el espacio son únicas y desde luego, se favorece una formación en la que las verdades son absolutas. Seguidamente, dicho Maestro haría el contraste, al abordar el espacio-tiempo desde el relativismo también. Esto -mediante las discusiones apropiadas- se serviría de escenario para dejar en evidencia las competencias ciudadanas a partir del paralelo entre la mencionada perspectiva Newtoniana y la Relativista, donde en esta última, una realidad puede ser distinta de acuerdo a las posiciones de quienes la observan, desde lo que se evitarían problemas de convivencia, pues cualquier asunto de la vida cotidiana no deberá ser visto de igual manera por todas las colectividades.

#### **Metodología**

Dado que el interés de esta investigación es realizar una aproximación a la realidad que perciben y significan los participantes desde las experiencias propias, esta investigación se asume desde el enfoque cualitativo interpretativo como el paradigma metodológico. El propósito de la investigación se centra en comprender las posibles relaciones entre la formación científica y la

formación ciudadana a partir del análisis de situaciones que involucran el concepto de espacio – tiempo planteado por Einstein, donde los procesos inductivos son clave para explorar y construir perspectivas desde las que se puede alcanzar dicho propósito. El proceso se orientó bajo los mismos lineamientos que plantea Creswell (1997), al considerar que la investigación cualitativa se lleva a cabo “en un entorno natural donde el investigador es un instrumento de recolección de datos” (p.13) y donde el proceso de indagación se mueve entre los hechos y la interpretación de los datos arrojados por los participantes.

En esta investigación participaron seis estudiantes del programa de Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia (Medellín) con conocimientos en la propuesta teórica de Einstein. Para su selección se tuvo en cuenta la iniciación teórica en física y disponibilidad de tiempo para participar en las 5 sesiones programadas de una hora de duración. Encuentros que se realizaron de forma virtual dadas las condiciones impuestas por la pandemia.

Para la recolección de la información se propiciaron contextos para el debate y las controversias sobre asuntos relacionados con el espacio- tiempo. Parte de la información se consignó en matrices de doble entrada y otros datos se estructuraron en párrafos y líneas para favorecer el análisis mediante esta estrategia.

En la primera sesión, además de establecer relaciones de familiaridad básicas, los participantes pudieron desarrollar un cuestionario que les permitiría dejar en evidencia sus conocimientos sobre el concepto de Espacio – Tiempo desde la perspectiva teórica de Einstein, luego sus respuestas serían socializadas y generarían una plática donde el debate, las retroalimentaciones y los consensos fueron las expresiones de los participantes. Para el segundo encuentro se planteó una situación hipotética en la que se debe tomar posturas en cuanto a la manera cómo perciben el mismo evento dos personajes. Para esto se hizo una adaptación del ejemplo del vagón de tren propuesto por Einstein y Infeld (1939). La tercera sesión giró alrededor del análisis a la carta de Einstein a Besso, por medio de unas preguntas direccionadas a indagar sobre el papel de la experimentación y la especulación en la construcción del conocimiento. Durante el cuarto y quinto encuentro se reflexionó sobre dos fragmentos de Einstein, publicados en 1907 y en 1922 respectivamente. Estos versaban sobre las consideraciones que se deben tener alrededor del concepto de Espacio - Tiempo a la luz de los experimentos de Michelson y Morley, de los aportes teóricos de Lorentz y de la teoría de relatividad Especial.

Los datos que emergieron en las discusiones, los investigadores los analizaron de manera independiente y los organizaron en matrices de doble entrada, asignándoles un código que las relaciona con las categorías apriorísticas como: 1. La interpretación como posibilidad para construir y apropiarse de representaciones sobre el mundo, y de expresar sus propias ideas, 2. La argumentación como posibilidad para construir explicaciones y establecer consensos en medio de las diferencias, 3. El razonamiento crítico como posibilidad para tomar nuevas decisiones con criterios propios y 4. La flexibilidad intelectual como posibilidad para establecer consensos en las explicaciones científicas en medio de las diferencias. Esto permitió ver de manera clara su relación con los diferentes ejes propuestos en el marco teórico, seguidamente se realizó una comparación de dichas matrices, donde los elementos que coincidieron se consideraron como información significativa y fueron categorizados de manera que correspondiera con los modos de comprender de los informantes.

## Resultados. Articulación entre habilidades científicas y habilidades ciudadanas.

¿Qué estrategia en la enseñanza de las ciencias favorece la articulación entre habilidades científicas y habilidades ciudadanas? En el marco de la investigación que da origen a este artículo, se ha logrado establecer que, si bien la intencionalidad pedagógica es clave en la actividad de la enseñanza, a veces esta resulta insuficiente dado que, cualquier modo de enseñar ciencias no favorece la articulación entre la formación científica y la formación ciudadana. Para este propósito se requiere propiciar escenarios en el que, abordar un tema científico de lugar al debate y la controversia. Es justamente en el debate y la controversia sobre los asuntos científicos que pueden emerger las habilidades ciudadanas, por ejemplo: Argumentación de ideas como herramienta en la construcción de explicaciones y establecimiento de acuerdos, toma de decisiones informadas como elemento socializador, el conocimiento científico como elemento que puede ser cuestionado, la flexibilidad de pensamiento, entre otros. Para precisar esta articulación, se presenta una matriz que ejemplifica la relación de algunos aspectos científicos y de ciudadanía.

Tabla 1. Relación entre la formación en ciencias y la formación ciudadana.

Categorías	Aspectos de formación en y sobre la ciencia	Formación Ciudadana	Contexto Pedagógico
Formación científica.	Argumentación de ideas como herramienta en la construcción de explicaciones.	Énfasis en los discursos, uso de analogías, aclaraciones y planteamiento de preguntas que permiten ampliar las ideas propias y ajenas. Uso de estrategias para convencer al otro o justificar ejemplos sobre las ideas que defiende dando posibles respuestas a inquietudes que emergen de las actividades. Uso de ejemplos que permiten visualizar diferentes elementos desde diferentes perspectivas. Esfuerzo por mejorar o corregir los aportes propios que surgieron en las actividades realizadas.	¿Qué aportes se obtienen con la formación científica?
	Toma de decisiones informadas como elemento socializador.	Valoración de aportes de los participantes durante las actividades. Reconocimiento de elementos de otros discursos que permiten comprender las ideas ajenas. Planteamiento de preguntas que permiten aclarar posturas.	¿Qué aspectos surgen del debate y las controversias?

Categorías	Aspectos de formación en y sobre la ciencia	Formación Ciudadana	Contexto Pedagógico
Dimensión social y cultural de la ciencia.	El conocimiento científico como elemento que puede ser cuestionado.	Reconocimiento de las construcciones sociales como elemento dinámico. Aceptación de los interrogantes en la toma de decisiones.	¿Cómo se valida y legitima el conocimiento científico?
	La actividad científica como actividad humana.	Reconocimiento del otro como interlocutor válido. Reconocimiento de la incidencia de la condición humana en las interacciones sociales. ·Construcción colectiva de intencionalidades en medio de las diferencias.	¿Qué papel cumple la certeza moral en la construcción del conocimiento?
La ciencia como facilitadora de actitudes críticas.	Flexibilidad de pensamiento como condición para establecer consensos	Apropiación de discursos sin la intención de imponerlos a los demás. Reconocimiento de elementos de otros participantes que permiten la ampliación o mejoramiento de ideas propias. Argumentación respaldada en fuentes y datos. Apropiación de discursos reflexivos y críticos dentro del marco del respeto hacia el otro.	¿Cuáles son las condiciones que favorecen el establecimiento de consensos en la actividad científica?

## Conclusiones

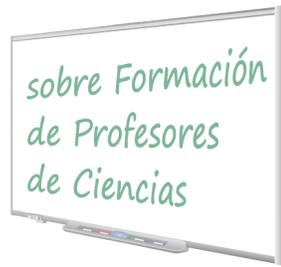
Conviene precisar que, los resultados parciales que se presentan aquí corresponden a la fase media-final de la investigación. En primer lugar, se ha logrado establecer que no cualquier modo de enseñar la ciencia favorece la articulación entre la formación científica y la formación ciudadana. Para esta articulación se presenta como alternativa la generación de contextos donde tengan lugar el debate y las controversias: debatir y controvertir sobre los asuntos científicos da la posibilidad de hacer emerger las explicaciones científicas y las habilidades ciudadanas.

En segundo lugar, en este contexto de enseñanza, plantearse cuestiones como: ¿qué aportes se obtienen con la formación en ciencias? ¿Qué aspectos surgen del debate y las controversias? ¿Cómo se valida y legitima el conocimiento científico? ¿Qué papel cumple la certeza moral en la construcción del conocimiento? ¿Cuáles son las condiciones que favorecen el establecimiento de consensos en la actividad científica? No solo pone en discusión aspectos sobre la ciencia, sino que, además, propician reflexiones sobre los aspectos sociales y de la condición humana que intervienen en la actividad científica, aspectos que, sin duda alguna, potencian el fortalecimiento de habilidades ciudadanas.

---

## Referencias bibliográficas

- Acevedo, O. L. (2006). *La evolución de los conceptos de espacio y tiempo; una reflexión sobre las ideas de Newton, Mach y Einstein* [tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander].
- Acevedo, J. A., García-Carmona, A., & Aragón, M. (2015). Un caso de historia de la ciencia para aprender naturaleza de la ciencia: Semmelweis y la fiebre puerperal. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 13(2), 408–422. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25267/R>
- Aguiar, Y., Restrepo, T., & Mejía, R. (2002). *El movimiento desde la perspectiva de sistemas, estados y transformaciones* [tesis de especialización, Universidad de Antioquia]. Biblioteca Digital Ceded. <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/297>
- Cárdenas, L., & Botero, C. (2009). Leibniz, Mach y Einstein: tres objeciones al espacio absoluto de Newton. *Discusiones Filosóficas*, 15, 51–68. <http://www.scielo.org.co/pdf/difil/v10n15/v10n15a03.pdf>
- Cordero, P. (s/f). *Introducción a la Física Moderna*. Escuela de Ingeniería y Ciencia. Universidad de Chile.
- Cortés, A., & Martínez, M. B. (1999). Controversia científica para el aula: ¿Tiene la cubeta de Azuara un origen extraterrestre? *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 7(1), 143–157. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/88550/132537>
- Creswell, J. (2003). *Research design qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (2a ed.). SAGE Publishing.
- Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. *Sociedad Colombiana de Epistemología*, 3(10–11), 1–32.
- Einstein, A. (s/f). *Sobre la teoría de la relatividad especial y general*. <https://bit.ly/3vM5KQU>
- Einstein, A., & Infeld, L. (s/f). *La física, aventura del pensamiento*. <https://bit.ly/3vM5KQU>
- Guayara, D. (2017). *La enseñanza de la teoría especial de la relatividad: reglas fijas y relojes con estudiantes de grado séptimo* [tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <https://bit.ly/3d4xh9v>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed.). McGraw Hill.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670. <https://doi.org/10.1080/09500690305021>
- Hodson, D. (2013). Un llamado a la acción. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 7(7), 1–15. [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art\\_revistas/pr.6577/pr.6577.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.6577/pr.6577.pdf)
- Matthews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. *Enseñanzas de las Ciencias*, 12(2), 255–277. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v12-n2-matthews/2354>
- Rioja, A. (1989). Einstein: el ideal de una ciencia sin sujeto. *Revista de Filosofía*, 2, 87–108. [https://doi.org/10.5209/rev\\_RESF.1989.v2.13099](https://doi.org/10.5209/rev_RESF.1989.v2.13099)



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021  
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.  
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

**Lema.**

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

- 
- Romero, Á., Aguilar, Y., Medina, J. D., & Tarazona, M. G. (2011). *La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico: un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos*. Repositorio Digital Ceded. <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/354>
- Sanz, G. (2005). *Comunicación efectiva en el aula: técnicas de expresión oral para docentes*. Graó.
- Seoane, J. (1996). El escenario postmoderno de la psicología social. *Boletín de Psicología*, 53, 31–48. <https://bit.ly/3zHJURE>
- Shapin, S. (1991). Una bomba circunstancial: la tecnología literaria de Boyle (Trad. G. Pineda). En M. Callon & B. Latour (Eds.), *La science telle qu'elle se fait*. La Découverte.
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos* (2a ed.). Ediciones Morata.
- Solbes, J., & Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanzas de las Ciencias*, 19(1), 151–162. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4020>