

# Transformando la educación en ciencias: impactos de la relación ciencias- Gobierno-industria\*

Transforming Science Education: Impacts of  
the Science-Government-Industry Nexus

Transformando a educação em ciências: impactos  
da relação ciência-governo-indústria

Boris Fernando Candela-Rodríguez\*\*   
Robinson Viáfara-Ortiz\*\*\* 

## Para citar este artículo

Candela-Rodríguez, B. F. y Viáfara-Ortiz, R. (2025). Transformando la educación en ciencias: impactos de la relación ciencias-Gobierno-industria. *Pedagogía y Saberes*, (63), 165-177. <https://doi.org/10.17227/pys.num63-21832>

Fecha de recepción: 23 de junio de 2024  
Fecha de aprobación: 27 de febrero de 2025  
Fecha de publicación: 01 de julio de 2025

\* Este artículo no es una reflexión derivada de una investigación, se basa en la introspección del autor durante su experiencia dirigiendo trabajos de grado a nivel de pregrado y maestría dentro de la línea de investigación sobre "Educación en ciencias para la acción social y política".

\*\* Magíster en Educación con Énfasis en la Enseñanza de las Ciencias. Universidad del Valle, Profesor. Cali, Colombia. [boris.candela@correounivalle.edu.co](mailto:boris.candela@correounivalle.edu.co)

\*\*\* Magíster en Educación con Énfasis en la Enseñanza de las Ciencias. Universidad del Valle, Profesor. Cali, Colombia. [robinson.viafara@correounivalle.edu.co](mailto:robinson.viafara@correounivalle.edu.co)



## Resumen

Este artículo es una reflexión crítica sobre el impacto del modelo económico neoliberal en la educación y la sociedad colombiana. Se argumenta que este modelo, caracterizado por la privatización de empresas públicas y el fomento del consumo y la producción, ha exacerbado las desigualdades sociales, los campos de opresión y los riesgos ambientales. La sostenibilidad de dicho modelo ha estado, en gran medida, respaldada por la educación, particularmente a través del currículo de ciencias que se alinea con la visión I de la alfabetización científica. No obstante, investigadores en el ámbito de la educación en ciencias, desde una perspectiva crítico-emancipadora, han manifestado un creciente interés en avanzar hacia enfoques educativos que promuevan la acción sociocultural y sociopolítica (visión II y visión III). El objetivo de este enfoque es formar a los jóvenes ciudadanos para que construyan una cultura de acción social, cultural y política que les permita identificar y abordar problemas sociales, científicos, ambientales y culturales derivados del agenciamiento de la triple hélice (ciencia-Gobierno-industria). Para lograrlo, es fundamental cuestionar y analizar las intenciones ideológicas y políticas subyacentes al currículo estatal de ciencias y a los presupuestos de los programas de formación y desarrollo profesional docente que guían la educación en ciencias en Colombia. Este análisis busca contribuir a una educación más equitativa y comprometida con el contexto social actual.

### Palabras clave

modelo neoliberal; triple hélice; educación en ciencias; educación crítica

---

## Abstract

This article presents a critical reflection on the impact of the neoliberal economic model on education and Colombian society. It argues that this model—characterised by the privatisation of public enterprises and the promotion of consumption and production—has exacerbated social inequalities, systems of oppression, and environmental risks. The sustainability of this model has, to a large extent, been supported by education, particularly through a science curriculum aligned with Vision I of Scientific Literacy. However, science education researchers adopting a critical-emancipatory perspective have shown increasing interest in moving towards educational approaches that foster sociocultural and sociopolitical action (Vision II and Vision III). The aim of this approach is to educate young citizens to build a culture of social, cultural, and political action, enabling them to identify and address social, scientific, environmental, and cultural issues arising from the dynamics of the Triple Helix (Science-Government-Industry). Achieving this requires a critical examination of the ideological and political intentions embedded in the state science curriculum and the assumptions underlying teacher training and professional development programmes guiding science education in Colombia. This analysis seeks to contribute to a more equitable education system that is engaged with the current social context.

### Keywords

neoliberal model; triple helix; science education; critical education

---

## Resumo

Este artigo é uma reflexão crítica sobre o impacto do modelo econômico neoliberal na educação e na sociedade colombiana. Argumenta-se que esse modelo—caracterizado pela privatização de empresas públicas e pelo estímulo ao consumo e à produção—tem agravado as desigualdades sociais, os campos de opressão e os riscos ambientais. A sustentabilidade desse modelo tem sido, em grande parte, sustentada pela educação, especialmente por meio de um currículo de ciências alinhado à Visão I da Alfabetização Científica. No entanto, pesquisadores da área de educação em ciências, a partir de uma perspectiva crítico-emancipatória, têm demonstrado um interesse crescente em avançar para abordagens educacionais que promovam a ação sociocultural e sociopolítica (Visão II e Visão III). O objetivo dessa abordagem é formar jovens cidadãos para construir uma cultura de ação social, cultural e política que lhes permita identificar e enfrentar problemas sociais, científicos, ambientais e culturais decorrentes da articulação da Tríplex Hélice (Ciência-Governo-Indústria). Para isso, é fundamental questionar e analisar as intenções ideológicas e políticas subjacentes ao currículo estatal de ciências e aos pressupostos dos programas de formação e desenvolvimento profissional docente que orientam a educação científica na Colômbia. Essa análise busca contribuir para uma educação mais equitativa e comprometida com o contexto social atual.

### Palavras-chave

modelo neoliberal; tríplex hélice; educação em ciências; educação crítica

---

## Introducción

Desde los años 50, las reformas curriculares de la educación en ciencias a nivel mundial han tenido como objetivo que los estudiantes no solo adquieran contenidos, sino también que comprendan la naturaleza de las ciencias. Sin embargo, alcanzar esta meta curricular ha sido un desafío complejo. De hecho, Bell (2006) afirma que “cerca de cinco décadas de evaluaciones han demostrado consistentemente que los estudiantes no desarrollan concepciones adecuadas de la naturaleza tentativa de la ciencia a partir de sus experiencias educativas” (p. 436). De manera similar, Lederman (2006), lamenta que:

[a] pesar de los numerosos intentos, incluidos los importantes esfuerzos de reforma curricular de la década de 1960, para mejorar las opiniones de los estudiantes sobre el esfuerzo científico, se ha demostrado consistentemente que los estudiantes poseen una comprensión inadecuada de varios aspectos de la NOS (naturaleza de las ciencias) y la investigación científica. (p. 302)

La anterior restricción podría deberse a que en dichos currículos de las ciencias se representa la actividad científica desarticulada de los ámbitos políticos, económicos e industriales (Bencze, 2008). De hecho, estos currículos orientan una enseñanza descontextualizada y apolítica, focalizada en la adquisición de los modelos teóricos de las ciencias, descuidando los procesos y la naturaleza de las ciencias (Candela, 2024). Este tipo de enseñanza no refleja la historia, la filosofía y la sociología de las ciencias (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000). Según Bell (2006), esta restricción se agudiza debido a que los textos escolares y otros materiales curriculares representan de forma errónea la naturaleza de las ciencias.

Asimismo, Bencze (2008) y Candela (2024) argumentan la necesidad de que el diseño y la implementación de propuestas de enseñanza-aprendizaje de las ciencias contextualizadas y políticas representen de forma explícita las relaciones subyacentes entre las ciencias y la industria. Por esto, Hurd (2002) afirma: “Una reinención de la educación científica requiere un reconocimiento de los muchos cambios en las características sociales y económicas, el ethos, la práctica y la cultura de las ciencias” (p. 5).

Estas propuestas de enseñanza-aprendizaje brindarán a los estudiantes la oportunidad no solo de conocer los beneficios que produce la relación entre ciencias e industria, sino también de tomar conciencia de las diversas problemáticas sociocientíficas y socioambientales de esta relación, en el marco del modelo económico neoliberal. Por ejemplo, esta relación tiene el propósito de generar ganancias para las

empresas que financian el diseño y el desarrollo de los proyectos de investigación. Así, los desarrollos de las tecnociencias financiados por el sector industrial privado buscan aumentar el poder económico y político de los dueños de las multinacionales generando nuevas desigualdades.

Si la educación en ciencias no brinda a los ciudadanos la oportunidad de construir una imagen clara de la relación entre ciencias, tecnología e industria, estarán en desventaja para tomar decisiones y desarrollar acciones sociopolíticas referentes a los problemas sociales y ambientales generados por los desarrollos tecnocientíficos (Rudolph, 2005). Los ciudadanos deben estar informados sobre los beneficios y riesgos de los desarrollos tecnocientíficos financiados por la industria, y tener la capacidad de tomar decisiones informadas sobre cómo se utilizan estos desarrollos para el bienestar de la sociedad y el planeta. Es importante que la educación en ciencias se centre en la formación de ciudadanos críticos y reflexivos que puedan participar activamente en la toma de decisiones sociopolíticas y en la construcción de un futuro sostenible.

Con el propósito de sostener la autonomía de la investigación, los científicos han promovido una imagen de la actividad científica desarticulada de los campos sociales, políticos e industriales. En muchos casos no desean que los resultados y conclusiones de sus investigaciones sean sometidos a escrutinio de ciudadanos y políticos que buscan el bienestar de la sociedad y el desarrollo sostenible del planeta (Rudolph, 2005). Ellos fomentan esta desarticulación sustentados en el principio de que las teorías, leyes y conceptos de las ciencias se construyen dentro de una comunidad de práctica, cuya actividad se direcciona por los principios mertonianos (Merton, 1973). En efecto, Merton (1973) afirmaba que la actividad científica es regida por los principios:

- a. Comunalismo: Como actividad colectiva, los científicos deberían compartir ideas, métodos, hallazgos, etc., con otros científicos en sus comunidades.
- b. Universalismo: Todos los científicos, independientemente de diferencias tales como edad, situación profesional, género, raza y antecedentes culturales, pueden participar por igual en las ciencias.
- c. Desinterés: Se espera que todos los científicos, junto con quienes los apoyan, operen de manera imparcial y objetiva.
- d. Originalidad: Se tiene la expectativa de que los científicos contribuyan con ideas, métodos y resultados novedosos a la literatura, no simplemente copiando el trabajo de otros.

e. Escepticismo: Continuamente la comunidad científica debe someter al análisis crítico su propio trabajo y el de sus colegas con respecto a su mérito científico, nivel de universalismo, desinterés y originalidad (Ziman, 2000).

Las normas de Merton son prescripciones más que una caracterización real del comportamiento de los científicos dentro de su comunidad profesional. De hecho, las acciones que fundamentan la actividad de investigación de algunos científicos no se encuentran direccionadas por todos los principios mertonianos. Por ejemplo, los científicos tienen interés en los problemas que se encuentran indagando (contraviniendo el desinterés), por lo que guardan de forma hermética los resultados y conclusiones de su trabajo hasta que logran publicarlos en los diferentes órganos de divulgación científica (contraviniendo el comunismo). También en el campo de las ciencias se viola de manera recurrente el principio de universalismo, y como consecuencia los científicos de mayor prestigio y poder político logran que los resultados de sus proyectos de investigación sean publicados en revista de alto impacto y se les otorgue con mayor facilidad financiación para sus investigaciones (extractivismo académico) (Krishna, 2014).

En contraste, los principios de Merton (1973) han orientado las políticas gubernamentales referentes a la actividad científica en muchos países occidentales. Por ejemplo, el Gobierno de Estados Unidos utilizó el informe *Science, the Endless Frontier*, publicado por Bush (1945), como un importante documento de política para la financiación de la investigación científica. Este documento estaba fundamentado por dichos principios. Además, estos principios han ejercido una fuerte influencia en el diseño de las políticas curriculares de ciencias en Estados Unidos y otros países occidentales. A modo de ejemplo, el documento de *Science for All Americans* (AAAS, 1989) deja ver de manera manifiesta que la dinámica de la actividad científica se encuentra regulada internamente:

La dirección de la investigación científica se ve afectada por influencias informales dentro de la cultura de la ciencia misma, como la opinión prevalente sobre qué preguntas son más interesantes o qué métodos de investigación tienen más probabilidades de ser fructíferos. Se han desarrollado procesos elaborados que involucran a los propios científicos para decidir qué propuestas de investigación reciben financiamiento, y los comités de científicos revisan regularmente el progreso en varias disciplinas para recomendar prioridades generales para el financiamiento. (p. 1)

De igual manera, los Estándares Nacionales de Educación en Ciencias en Estados Unidos (National Research Council [NRC], 1996) fortalecen la desarticulación entre las ciencias, la tecnología y la sociedad. Así, el National Research Council (NRC) (1996) argumenta:

La ciencia y la tecnología se persiguen con diferentes propósitos [...] (y la ciencia se describe como una actividad) [...] impulsado por el deseo de comprender el mundo natural [...] con la dirección de la investigación guiada en gran medida por la curiosidad, mientras que rara vez se ve influenciada por los deseos sociales. La tecnología, por su parte, está explícitamente ligada a las preocupaciones de la sociedad, estando orientada hacia la necesidad de resolver los problemas humanos. (p. 192)

Por otro lado, la sociología, la historia y la filosofía de las ciencias han permitido evidenciar que la actividad científica no depende solo de factores internos, sino también de elementos externos. En este sentido, el funcionamiento del campo de las ciencias se encuentra vinculado con las agendas tecnológicas, sociales, culturales, ambientales, políticas e industriales. Estas relaciones epistémicas y prácticas pueden afectar la forma en que se desarrolla la investigación y los resultados que se obtienen. La relación entre las ciencias, la tecnología y la sociedad es bidireccional, y es fundamental que se establezcan mecanismos de diálogo y colaboración entre los científicos, los tecnócratas, los políticos y la sociedad para garantizar que los desarrollos tecnocientíficos se utilicen para el bien común y no solo para intereses particulares (Bencze, 2008).

Para profundizar en cómo las dinámicas mencionadas influyen en la educación y la sociedad, es esencial examinar el modelo de la triple hélice, que articula las interacciones entre las ciencias, el Gobierno y la industria, así como su impacto en el desarrollo de políticas educativas y científicas.

## La triple hélice: ciencias-Gobierno-industria

La influencia del liberalismo económico en la actividad científica ha llevado a que esta se realice en dos contextos de actuación: los grupos de investigación y las agencias sociales públicas y privadas. Los conocimientos generados en el marco del primer contexto son el producto del interés y deseo de los investigadores de continuar extendiendo el horizonte de sentido de este campo, independientemente de si estos son útiles o no para el bien común de las sociedades (Ziman, 2000). Gibbons *et al.* (1994) denominaron a

estas ciencias como Modo 1, consideraron que estas se encuentran aisladas en los laboratorios de las universidades y que tienen muy poca influencia en las diferentes instituciones y sectores sociales.

El segundo contexto se caracteriza por la relación estrecha que se establece entre las ciencias, las instituciones sociales de orden gubernamental-privada y la economía industrial. Etzkowitz (2003) y Etzkowitz y Leydesdorff (2000) denominan a la asociación Universidad-Industria-Gobierno como la triple hélice o Modo 2 de las ciencias. El propósito de la triple hélice es construir modelos teóricos que los tecnócratas traducirán en producción de bienes y servicios, tanto para el bien nacional como privado (Cai y Etzkowitz, 2021; Krishna, 2014). Esta clase de productos tendrán como fin aumentar la competitividad económica de las naciones.

El Modo 2 de la investigación científica ha tenido tanto defensores como detractores. Los primeros sostienen que la relación entre ciencias, Gobierno e industria permite abordar de manera transdisciplinaria los problemas concretos de la sociedad. Estos problemas son tratados a través de la intersubjetividad establecida entre los miembros de los grupos de investigación, las entidades gubernamentales y las corporaciones. Para ello, la industria proporciona los recursos financieros necesarios para obtener las tecnologías requeridas en los diseños metodológicos, lo cual permite recoger evidencia empírica con el fin de contrastar las hipótesis formuladas (Cai y Etzkowitz, 2021; Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). La confirmación de estas hipótesis debe materializarse pronto en un bien o servicio que resuelva la problemática planteada. Por supuesto, este bien o servicio se traducirá en lucro para las empresas financiadoras del proyecto en cuestión.

Un ejemplo claro del Modo 2 de investigación científica se observa en el diseño y desarrollo de la vacuna contra el SARS-CoV-2 durante la reciente pandemia. Frente al desafío de desarrollar una vacuna eficaz, investigadores de diversas disciplinas colaboraron aportando sus conocimientos especializados para identificar y explorar posibles soluciones. Al mismo tiempo, las industrias farmacéuticas ofrecieron los recursos económicos y tecnológicos necesarios para poner a prueba empíricamente las hipótesis formuladas. Paralelamente, los Gobiernos implementaron mecanismos de emergencia con el fin de agilizar los procesos regulatorios, asegurando así una respuesta rápida y eficiente ante la crisis sanitaria. En consecuencia, las industrias farmacéuticas se lucraron en gran medida con dineros públicos con una mínima regulación de sus actividades.

Asimismo, De la Fe (2009) afirma que otro atributo del Modo 2 de producción de conocimiento es la responsabilidad social relacionada con el impacto positivo o negativo que puede generar el diseño y ejecución de determinados proyectos de investigación en la salud, el medio ambiente, la economía y la cultura. Esta responsabilidad social debería influir en el proceso de construcción y aplicación del conocimiento que da origen a la respectiva tecnociencia. Por tanto, las ciencias sociales y humanas se convierten en una herramienta que media la reflexividad social en los investigadores.

Por otro lado, los detractores consideran que esta relación se focaliza en la producción de bienes y servicios con ánimo de lucrar a la clase hegemónica de una nación o hemisferio (Bencze, 2008). Por esta razón, el Modo 2 de investigación científica ha sido criticado debido a su enfoque en la búsqueda del lucro económico para las entidades privadas y por su falta de consideración del bienestar individual, social y ambiental. En este sentido, los grupos de investigación de las universidades han sido tomados por las multinacionales con el propósito de generar rentabilidad económica (Krimsky, 2003). Estas acciones orientadas al logro de la plusvalía a menudo van en contra del bienestar individual, social y ambiental, lo que puede tener consecuencias negativas para la sociedad y el ambiente.

Es crucial que las relaciones intersubjetivas entre los miembros de la triple hélice se encuentren mediadas por mecanismos de participación y comunicación horizontales, donde no se impongan los discursos del Gobierno y la industria sobre las argumentaciones de los científicos y los ciudadanos (Figueiredo *et al.*, 2023). En caso contrario, si la comunicación en el marco de la triple hélice es distorsionada o jerárquica, la producción del conocimiento estará al servicio del interés económico y político con el ánimo de mantener el *statu quo* de las sociedades hegemónicas y la explotación sobre las minorías. De hecho, Pestre (2003) argumenta que la triple hélice favorece a las élites económicas:

El conocimiento siempre ha sido de gran importancia para los estados y las élites económicas; la mayoría de los productores de conocimiento han estado atentos a los intereses de esas élites; y la ciencia ha contribuido directamente a los cambios en las ideologías sociales, siendo un recurso importante para ello. (p. 250)

Por lo general, se ha vinculado el Modo 2 de la producción del conocimiento con el modelo económico neoliberal. En este marco, los miembros de la junta directiva de las empresas tienen el propósito

de orientar sus acciones a la maximización del lucro económico, incluso si dichas acciones están en contra de la estabilidad social, económica, cultural, política y ambiental de las naciones (Bakan, 2003). Con la intención de alcanzar esta meta, los Gobiernos, en concubinato con las empresas privadas, buscan desprestigiar y debilitar las instituciones públicas. De esta manera, evitan la regulación y control de los procesos de extracción y contaminación generados por las empresas durante la producción de bienes y servicios con ánimo de lucro (Bourdieu, 1998).

En vista de lo anterior, es necesario diseñar e implementar propuestas de enseñanza de ciencias con un enfoque crítico emancipador. Estas propuestas deberían representar de manera tangible el Modo 2 de producción del conocimiento en las secuencias de actividades de aprendizaje, y podrían ofrecer a los estudiantes de primaria y secundaria la oportunidad de identificar los beneficios e inconvenientes de la relación entre ciencias-Gobierno-industria. Es importante centrarse en permitir a los estudiantes ver cómo la triple hélice influye en la elección de los problemas por investigar. Los estudios sociológicos de las ciencias han demostrado que la elección de los problemas por investigar a menudo está influenciada por intereses privados, en lugar de estar determinada por las necesidades de los ciudadanos y de la biosfera. Como afirmó Axelrod (2000):

Las agencias de financiación públicas y privadas buscan cada vez más remodelar el propósito de la investigación para eliminar la beca basada en la curiosidad de la ecuación. Si los resultados de nuestro trabajo no se consideran valiosos en el mercado, se consideran de poca importancia. (p. 201)

Se cree que el estudio de las innovaciones y desarrollos (I+D) en ciencias y tecnologías está determinado por el beneficio económico que pueden generar a corto plazo (Bazzul, 2012; Ziman, 2000). Como consecuencia, los productos de la investigación científica han comenzado a valorarse más en términos del retorno inmediato de la inversión económica que en el potencial a largo plazo que dicho conocimiento podría aportar a la sociedad en general (Nowotny *et al.*, 2001). Por ejemplo, la industria farmacéutica tiende a ignorar los estudios sobre enfermedades huérfanas, ya que la demanda de estos productos farmacéuticos genera un beneficio económico relativamente bajo (Angell, 2004). Esta situación evidencia cómo el principio de originalidad de Merton se ve comprometido por la conveniencia del modelo neoliberal.

Además, el diseño metodológico que permite recopilar y analizar la evidencia empírica está

influenciado por la industria, ya que proporciona los fondos para adquirir instrumentos de alta fiabilidad que permiten medir los valores de las variables del estudio en consideración. Por ejemplo, los proyectos de investigación en el campo de la genómica requieren el uso de *software* y *hardware* de alta capacidad. Este factor tecnológico limita a un gran número de científicos, dado que sus países y universidades de origen carecen del presupuesto para financiar proyectos de esta especie (Triggle, 2005). En este contexto, se viola el universalismo propuesto por Merton sobre la actividad científica.

Finalmente, los productos de las investigaciones se evalúan comercialmente antes que científicamente (Ziman, 2000). Por lo tanto, el proceso de evaluación y regulación del conocimiento científico dentro del marco de la triple hélice se percibe como una actividad de carácter socioeconómico. Es posible que los protocolos científicos que fundamentan el proceso de confiabilidad, fiabilidad y repetibilidad de los productos provenientes de los proyectos de investigación no se lleven a cabo de la manera prescrita por la comunidad científica. Por lo tanto, se puede evidenciar que el principio del escepticismo en la actividad científica está comprometido en este contexto de evaluación (Weinstein, 2007).

Para vincular las dinámicas de la triple hélice con el impacto del modelo neoliberal en la educación en ciencias, es crucial reconocer cómo las interacciones entre ciencias, Gobierno e industria no solo moldean la investigación científica, sino que también influyen en el diseño e implementación de las políticas educativas y el currículo de las ciencias.

## La influencia del modelo neoliberal en la educación en ciencias

En las secciones anteriores se ha argumentado que la actividad científica no se encuentra desarticulada de aspectos tecnológicos, sociales e industriales. De hecho, las decisiones y acciones desarrolladas por sus miembros en el marco de la formulación y solución de determinadas problemáticas se encuentran influenciadas por los aspectos sociológicos, económicos, políticos, históricos y culturales.

En este sentido, las ciencias producidas en Occidente han tenido una fuerte influencia del *ethos* económico de la sociedad occidental. Este *ethos* se encuentra fundamentado en la economización global, que se caracteriza por el intercambio de bienes y servicios entre distintos países. Esta situación ha dado origen a acuerdos y tratados comerciales entre

un gran número de países, lo que ha llevado a la creación de grandes uniones económicas, como la Unión Europea para el Desarrollo Económico (Bencze, 2008; Menashy, 2016; Carter, 2017).

Si bien la economización global ha permitido a los ciudadanos de las minorías acceder a ciertos tipos de bienes a los que antes les era difícil, este modelo económico también presenta desventajas. Por ejemplo, las multinacionales han establecido su contexto de extracción y producción en países donde la ciudadanía tiene un ingreso per cápita bajo, lo que les permite a los empresarios invertir poco dinero en salarios y prestaciones sociales. Además, los diseñadores de las políticas públicas en dichos países ejercen poco control sobre los procesos de extracción de materiales y producción, generando con esta situación un desgaste ilimitado de los recursos naturales de estas regiones (Nowotny *et al.*, 2001; Ziman, 1987).

La economización global está fundamentada por el modelo económico neoliberal. Este modelo tiene como objetivo principal privatizar las instituciones del Estado encargadas de suministrar los bienes y servicios esenciales a la población en general (educación, salud, servicios de agua y energía, seguridad alimentaria, regulación ambiental, comunicaciones, entre otras), con el argumento de reducir los gastos del Estado. Esta situación se traduce en la entrega al sector privado nacional e internacional del control total de la industria que satisface las necesidades básicas para la subsistencia de los ciudadanos (Menashy, 2016; Carter, 2017). Además, los Gobiernos orientados por este modelo económico se caracterizan por dar total autonomía a la industria privada en sus procesos de extracción y producción de bienes. También disminuyen la carga fiscal a las multinacionales, con el argumento de que esto aumentará sus operaciones, lo que se reflejará en la disminución de los índices de desempleo. Sin embargo, la historia ha demostrado que estas decisiones han producido una mayor desigualdad social y ha exacerbado los campos de opresión (Menashy, 2016). Por lo tanto, se considera que la economización global y el modelo neoliberal subordinan todas las formas de interacción social a la lógica de la economía, transformando las necesidades no materiales, como la educación, en mercancías (Carter, 2008; Gabbard, 2000).

El modelo económico neoliberal emergió en los contextos socioeconómicos de los Estados Unidos e Inglaterra bajo los gobiernos de Thatcher y Reagan, y hasta el momento se ha sostenido y escalado a muchos países alrededor del mundo. Este modelo capitalista se caracteriza por reducir y privatizar las instituciones públicas encargadas de agenciar los

intereses y las necesidades de los ciudadanos referentes a la salud, educación, recreación, consumo, generación de energía, medios de comunicación y seguridad alimentaria. Además, este modelo les da una total autonomía a las empresas multinacionales y les disminuye el control y la regulación de sus acciones sociopolíticas y socioambientales (Bazzul, 2012). Esta situación se traduce en la generación de efectos negativos sobre las personas, la sociedad y el ambiente, y va en contra de los principios que fundamentan la democracia representativa y deliberativa, que consideran que el gobierno debe velar por el bienestar individual, social y ambiental (Bencze, 2008).

El sostenimiento y escalonamiento del modelo neoliberal se debe a que detrás de este se encuentra un sistema educativo que se encarga de formar a los infantes y jóvenes ciudadanos en los preceptos que lo fundamentan. Por esto, se considera que existe una relación sinérgica entre el modelo económico y el modelo curricular de los países, que orientan las prácticas educativas en estos (Bazzul, 2012; Cooper, 2011; Menashy, 2016). Por ejemplo, este modelo económico se caracteriza por estar evaluando constantemente la efectividad y eficiencia de los procesos de extracción de recursos y producción de bienes y servicios. Para ello, han diseñado un sistema educativo orientado por estándares de competencia y evaluado a través de pruebas estandarizadas.

La educación en ciencias en el contexto colombiano también ha estado influenciada por las políticas educativas provenientes del modelo económico neoliberal. Se ha focalizado en la visión I de la alfabetización científica (AC), la cual les suministra a los estudiantes la posibilidad de apropiar los modelos teóricos, procesos de indagación y naturaleza de las ciencias, a fin de que los jóvenes aprecien y tomen como proyecto de vida la actividad científica o tecnológica. Sin embargo, su currículo es de carácter neutral y descontextualizado, lo que les obstaculiza la identificación y la toma de decisiones informadas acerca de los problemas sociocientíficos y socioambientales generados por el desarrollo de las tecnociencias (Valladares, 2021). Por todo esto, en el contexto colombiano los diseñadores curriculares han prescrito un macrocurrículo que da origen a un mesocurrículo (institución educativa) y microcurrículo (aula), los cuales mantienen el *statu quo* de la sociedad hegemónica. Esta intención se encuentra fundamentada por los principios neoliberales y conservadurista de la individualidad, la competencia y la estandarización (Bencze, 2010; Candela, 2024).

Con el propósito de conectar la influencia del modelo neoliberal en la educación en ciencias con los desafíos que enfrenta esta área, es fundamental considerar cómo las políticas educativas y los enfoques curriculares han perpetuado una visión descontextualizada y apolítica de la ciencia. Esta situación limita la capacidad de los estudiantes para abordar críticamente las problemáticas sociocientíficas y socioambientales generadas por los desarrollos tecnocientíficos.

## Desafíos para la transformación de la educación en ciencias

Roberts (2007) considera que, para superar las restricciones de la visión I de la AC, emergió la visión II. La educación en ciencias fundamentada por esta visión es de carácter contextualizado y algo humanista. Así, las propuestas de enseñanza permiten a los estudiantes hacer un uso intencional de los modelos teóricos, procesos y naturaleza de las ciencias para dar solución real o ideal a los problemas prácticos relacionados con las ciencias y las tecnologías. Este proceso de enculturación científica media en los jóvenes ciudadanos el desarrollo de un razonamiento científico que fundamenta la toma de conciencia de los problemas sociocientíficos y socioambientales generados por los desarrollos de las tecnociencias. Sin embargo, estos ambientes de aprendizaje solo fomentan la toma de conciencia, descuidando la construcción de una cultura política y mediática intercedidas por las acciones sociopolíticas de los jóvenes ciudadanos para dar solución a los diversos problemas sociocientíficos y socioambientales provocados por la relación entre ciencias, tecnologías, Gobierno e industria.

Por supuesto, la educación en ciencias fundamentada por las visiones I o II no ofrece a los jóvenes ciudadanos la posibilidad de comenzar a identificar las relaciones sociológicas que existen entre las tecnociencias y la industria (Carter, 2008). En la última década, Bencze (2017) y Sjöström y Eilks (2018) decidieron ampliar el horizonte epistemológico de las visiones de AC a una nueva visión III. Esta visión interdisciplinaria y humanística de la educación en ciencias tiene como propósito que los estudiantes no solo tomen conciencia de los problemas sociocientíficos y socioambientales, sino también que comiencen a apropiarse la cultura de las acciones sociales y políticas que permiten identificar, formular y resolver problemáticas en los diferentes ámbitos de actuación (Valladares, 2021).

Para lograr la anterior meta curricular, las propuestas de enseñanza deben representar no solo los contenidos de las ciencias naturales que tienen una

estrecha relación con los problemas, sino también los contenidos de las ciencias sociales y humanas que permitirán a los estudiantes diseñar e implementar un plan de acciones encaminado a construir soluciones a las problemáticas generadas por el desarrollo de las tecnociencias. Además, estas propuestas deben fomentar en los estudiantes la participación y los modos de comunicación horizontales e ideales, con la intención de que comiencen a alcanzar una emancipación que catalice la transformación social en busca de disminuir las desigualdades sociales y los campos de opresión que caracterizan a las sociedades occidentales.

Estas propuestas también deben contribuir a que los jóvenes consideren el aula como un espacio multicultural, donde convergen diversas formas de conocimiento que son diferentes, pero equivalentes. Esto permitirá a los estudiantes entender la importancia de establecer diálogos interculturales al reconocer que el conocimiento no se produce ni se transmite de una única manera. Por lo tanto, esta visión del mundo no solo les facilita participar socialmente en la solución de problemas sociocientíficos y socioambientales, sino que también les permite la participación comunitaria con el objetivo de mantener su identidad cultural (Martínez-Palacios, 2018).

En el último año, los presupuestos anteriores han orientado el diseño e implementación de propuestas de enseñanza de las ciencias de carácter emancipador, enfocándose en que los estudiantes de secundaria se apropien de la visión III de la alfabetización científica. Por ejemplo, Guerrero (2024) llevó a cabo una investigación titulada *Diseño e implementación de una propuesta de enseñanza orientada a la acción sociopolítica sobre el contenido de los hidrocarburos*. Asimismo, Benavides y Márquez (2024) realizaron un estudio titulado *Transformando la educación científica: el rol del enfoque emancipador en la enseñanza de las disoluciones para la alfabetización científica crítica en estudiantes de grado undécimo*. Ambas propuestas se implementaron en aulas reales de instituciones públicas donde asisten jóvenes en alto riesgo pertenecientes a grupos minoritarios. El propósito de estos estudios teórico-empíricos fue ayudar a los estudiantes a alcanzar una visión III de la alfabetización científica.

## La reforma curricular sistémica en el contexto colombiano: un enfoque emancipador y crítico para el desarrollo de un capital contracultural

Los presupuestos anteriores han permitido a los eruditos del campo de la educación en ciencias a nivel

nacional evidenciar que los principios del modelo neoliberal se logran sostener, escalar y perpetuar gracias a los modelos educativos conservadores (Mayo y Ford, 2007). Esta evidencia les ha permitido cuestionar y analizar las intenciones ideológicas y políticas de orden neoliberal y conservador que subyacen al macrocurrículo de las ciencias diseñado hace tres décadas en Colombia (Bencze y Carter, 2011).

La cultura científica que estructura este macrocurrículo está fundamentada en el eufemismo de que el ciclo de producir y consumir les trae beneficios a los individuos, la sociedad y el ambiente. De ahí que el currículo de ciencias colombiano para alcanzar la efectividad y la eficiencia se encuentra estructurado por elementos como el índice sintético de calidad educativa, el plan de integración de los componentes curriculares, los estándares básicos de competencias, los derechos básicos de aprendizaje, las orientaciones pedagógicas, las mallas curriculares y la matriz de referencia (Tobin, 2011).

Por todo esto el macrocurrículo de ciencias colombiano se clasifica como empírico-analítico, ya que solo representa los modelos teóricos, los procesos y la naturaleza de las ciencias. Este enfoque descuida los aspectos sociales, políticos y culturales que están relacionados con la actividad científica (Candela, 2024; Krinsky, 2003). En este macrocurrículo, las metas de aprendizaje se centran exclusivamente en la apropiación de contenidos por parte de los estudiantes de manera efectiva y eficiente. Por lo tanto, el énfasis está puesto en las estrategias pedagógicas convencionales que permiten a los jóvenes ciudadanos internalizar una mayor cantidad de conocimientos (Cañadell, 2018). Esta perspectiva limitada de la educación científica genera una visión sesgada de las ciencias, alejada de su contexto social y político, y esto tiene implicaciones en la formación de los jóvenes ciudadanos, quienes desarrollan una comprensión parcial y descontextualizada de la actividad científica.

En el contexto nacional, el macrocurrículo de las ciencias ha orientado de manera consciente o inconsciente el diseño e implementación del mesocurrículo (plan de área) y el microcurrículo (plan de aula) en las instituciones colombianas durante las últimas tres décadas. Este enfoque se centra en brindar a los jóvenes ciudadanos la oportunidad de apropiarse del capital cultural de las ciencias.

La política educativa que subyace a este enfoque se basa en la creencia de que un alto capital cultural científico prepara a los jóvenes para asumir como proyecto de vida las profesiones STEM (siglas en inglés para ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas). Sin embargo, esta visión tiene implicaciones

negativas, dado que los ciudadanos que logran apropiarse del capital cultural en el marco de una educación apolítica se convierten en analizadores simbólicos (Adamuti-Trache y Andres, 2008; Reich, 1992; Carter, 2017), profesionales que utilizan sus conocimientos y habilidades técnicas para manipular, consciente o inconscientemente, de manera material y simbólica a los ciudadanos que pertenecen a las minorías oprimidas (Archer *et al.*, 2015; Jensen y Wright, 2015). Esto contribuye a perpetuar las desigualdades sociales y los campos de opresión, convirtiéndose en una herramienta para que la clase dominante mantenga su poder. Por este motivo los investigadores del ámbito de la educación en ciencias para la acción social y política consideran que esta perspectiva curricular tiene como propósito legitimar la reproducción de la cultura científica dominante, con el ánimo de perpetuar las relaciones sociales hegemónicas.

Por todo esto, los investigadores del campo de la educación en ciencias han identificado la necesidad imperiosa de proponer una reforma curricular sistémica en el contexto colombiano (Candela, 2024; López-Rivera, 2015). Esta necesidad surge de la realidad de la sociedad del riesgo, la cual requiere una ciudadanía que haya desarrollado un capital contracultural (Hoeg y Bencze, 2014). Este capital les permite a los ciudadanos percibir y solucionar los problemas sociocientíficos y socioambientales generados por el desarrollo de las tecnociencias (Beck, 1992).

Como señala Bell (2006), la sociedad posmoderna se ha beneficiado de las tecnociencias en diversos ámbitos, pero también ha generado problemas complejos y globales que amenazan la existencia de todas las formas de vida en la biosfera. Un capital contracultural fundamentado en valores altruistas y biocéntricos les permite a los ciudadanos una participación más activa y comprometida a nivel social, comunitario y político (Hoeg y Bencze, 2014; Jensen y Wright, 2015), con el propósito de identificar y solucionar las diferentes problemáticas sociales, científicas, ambientales y culturales que surgen en el marco del desarrollo tecnocientífico.

En este sentido, la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en Colombia, desde la educación inicial hasta la secundaria, debe estar orientada por un currículo emancipador y crítico. Este enfoque proporciona un escenario adecuado donde los jóvenes ciudadanos no solo internalizan los modelos teóricos, procesos y naturaleza de las ciencias, sino que también desarrollan habilidades como el razonamiento sociocientífico, el pensamiento crítico y las habilidades de activista sociocultural (Adamuti-Trache y Andres, 2008).

Estas herramientas cognitivas y socioculturales les permiten a los estudiantes participar activamente en la transformación social y en el cuidado del ambiente, con el fin de disminuir las desigualdades sociales, las formas de opresión y discriminación.

La reforma del macrocurrículo de las ciencias debe estar acompañada por una transformación curricular sistémica en los programas de educación en ciencias a nivel de pregrado y posgrado para los profesores en formación y en ejercicio. De este modo, los cursos de *aprender a enseñar ciencias* en estos programas deben brindarles a los profesores la oportunidad de cuestionar sus modelos mentales sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, la cual ha sido tradicionalmente apolítica y signada por principios neoliberales y conservadores. Sin embargo, esta tarea de formación y desarrollo profesional se ve obstaculizada porque los profesores llegan a los cursos de *aprender a enseñar ciencias* con un capital cultural fundamentado en esos mismos principios que permean su sistema de conocimientos, valores y creencias, sin que ellos sean plenamente conscientes de esta situación.

El capital cultural de los profesores, materializado en su sistema de conocimientos, creencias y valores de carácter apolítico, orienta la toma de decisiones curriculares e instruccionales que sustentan el diseño e implementación de las propuestas de enseñanza de las ciencias. A estas propuestas convencionales, caracterizadas por estar centradas en las ciencias experimentales monodisciplinares, subyace la creencia de que los estudiantes, para ser exitosos en todos los ámbitos de actuación, solo necesitan internalizar los modelos teóricos, los procesos y la naturaleza de las ciencias. Por esta razón, en el diseño e implementación de estas propuestas no se representa la relación intrínseca que existe entre las ciencias, el Gobierno y la industria (la triple hélice), la cual es la fuente generadora de los problemas sociales, políticos y ambientales que se traducen en el aumento de la desigualdad social y el deterioro exponencial del ambiente.

Los programas de formación y desarrollo profesional deben diseñar e implementar cursos de *aprender a enseñar ciencias* que se basen en un capital contracultural y estén alineados con los presupuestos de las sociedades progresistas y demócratas. Estos cursos deben estar complementados por otros que explícitamente representen los constructos de las ciencias sociales-humanas, la teoría de la pedagogía crítica, los conocimientos ancestrales y las ciencias ciudadanas. Además, estos cursos deben brindar la oportunidad a los maestros en formación y ejercicio

de identificar y desarrollar su identidad reflexiva de carácter crítico. La reflexividad crítica les permite a los profesores cuestionar los presupuestos disciplinares, pedagógicos y socioculturales que fundamentan sus razonamientos y acciones pedagógicas. También les permite considerar el papel clave que juega la enseñanza-aprendizaje de determinado contenido de las ciencias a nivel educativo, social, político y cultural (Candela, 2023).

Finalmente, los profesores en formación tienen mayor posibilidad de desarrollar un capital contracultural de carácter emancipador en comparación con los profesores en ejercicio. Hoeg y Bencze (2014) argumentan que los profesores en ejercicio tienen un mayor rechazo a la educación en ciencias para la acción sociopolítica. Esto se debe a que, a lo largo de su experiencia, han apropiado un capital cultural y social signado por los principios neoliberales y conservadores, lo cual los sitúa en una zona de confort.

Por el contrario, los profesores en formación tienen la posibilidad de tomar un mayor número de cursos a lo largo de su preparación, en los que se representan de forma explícita los contenidos y procesos de la reflexividad crítica en conjunción con los constructos de las ciencias experimentales y sociales-humanas alineados con el capital contracultural. Estos elementos les permiten considerar aspectos como las ciencias en cuanto empresas socioculturales, el sesgo inherente en la construcción del conocimiento científico, la naturaleza política de la investigación científica y los estudiantes y ciudadanía en general como creadores de conocimiento en lugar de consumidores.

## Conclusiones

La educación en ciencias se enfrenta al desafío de integrar las dinámicas sociales, políticas, tecnológicas, industriales y ambientales en su currículo. A pesar de los esfuerzos por lograrlo, aún persiste la dificultad de representar la actividad científica de manera articulada con los ámbitos políticos, económicos e industriales. Esta desconexión puede limitar la comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza de las ciencias y su relevancia en la sociedad. Para abordar este problema, es necesario desarrollar currículos políticos y contextualizados que promuevan una visión holística de la actividad científica, donde se reconozca la interacción con los contextos políticos, industriales, económicos y ambientales. De esta manera, se podrá fomentar una alfabetización científica crítica que permita a los jóvenes ciudadanos comenzar a apropiarse una cultura para la acción social

y política que mediará la solución de los problemas sociales y ambientales generados por los desarrollos de las tecnociencias del siglo XXI.

La actividad científica, influenciada por el *ethos* económico de la sociedad occidental, en particular por el modelo económico neoliberal, ha llevado a la formación de un sistema educativo que moldea a los jóvenes ciudadanos en los preceptos que lo fundamentan. Este modelo ha tenido como meta curricular la visión I de la AC, que se centra en brindar a los estudiantes la posibilidad de apropiarse los productos, procesos y naturaleza de las ciencias. De hecho, este modelo subyace una intención ideológica de preparar a la población para asumir las ciencias y las ingenierías como proyecto de vida, con el ánimo de que las naciones alcancen un desarrollo tecnocientífico y económico. Sin embargo, los investigadores del campo de la educación en ciencias han evidenciado que este tipo de currículo no ofrece a los jóvenes ciudadanos la posibilidad de comenzar a identificar las relaciones sociológicas que existen entre las tecnociencias y la industria.

Los investigadores del campo de la educación en ciencias, con el ánimo de superar las limitaciones de la visión I de la AC, reflexionaron sobre cómo el modelo económico neoliberal influye en la educación en ciencias y cómo se puede transformar la educación para formar ciudadanos con valores altruistas y biocéntricos que luchan por lo bueno, lo justo y lo correcto. Para ello, extendieron los propósitos de la visión I de AC a las visiones II y III. Estas visiones son interdisciplinarias y humanísticas, y buscan que los estudiantes tomen conciencia de los problemas sociocientíficos y socioambientales, y se apropien de la cultura de las acciones sociales y políticas encaminadas a resolver problemáticas generadas por el desarrollo de las tecnociencias.

Finalmente, si se desea ayudar a los infantes y jóvenes ciudadanos para que identifiquen y desarrollen un capital contracultural que les permita afrontar las complejidades de la sociedad del riesgo, es necesario realizar una reforma sistemática al macrocurrículo de las ciencias naturales. En este sentido, el macrocurrículo debe evolucionar desde su enfoque empírico-analítico y su énfasis en los productos y procesos científicos hacia un currículo emancipador y crítico.

Este nuevo enfoque no solo permitiría a los estudiantes comprender la naturaleza de las ciencias, sino también desarrollar habilidades sociocientíficas y pensamiento crítico. Además, es crucial que los programas de formación de profesores promuevan un capital contracultural y se alineen con los valores

progresistas y democráticos para que la reforma sistémica del macrocurrículo de las ciencias escolares ayude a construir un capital contracultural para la acción social y política.

## Referencias

- Abd-El-Khalick, F. y Lederman, N. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Adamuti-Trache, M. y Andres, L. (2008). Embarking on and persisting in scientific fields of study: Cultural capital, gender, and curriculum along the science pipeline. *International Journal of Science Education*, 30(12), 1557-1584. <https://doi.org/10.1080/09500690701324208>
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). *Science for all Americans: A Project 2061 Report on Literacy Goals in Science, Mathematics, and Technology*. Autor.
- Angell, M. (2004). *The truth about the drug companies: How they deceive us and what to do about it*. Random House.
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A. y Wong, B. (2015). "Science capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourgeois notions of capital beyond the arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922-948. <https://doi.org/10.1002/tea.21227>
- Axelrod, P. (2000). What is to be done? Envisioning the university's future. En J. Turk (ed.), *The Corporate Campus: Commercialization and the Dangers to Canada's Colleges and Universities* (pp. 201-208). James Lorimer.
- Bakan, J. (2003). *The corporation: The pathological pursuit of profit and power*. Viking.
- Bazzul, J. (2012). Neoliberal ideology, global capitalism, and science education: Engaging the question of subjectivity. *Cultural Studies of Science Education*, 7(4), 1001-10201. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9413-3>
- Beck, U. (1992). *Risk society: Towards a new modernity* (vol. 17). Sage.
- Bell, R. (2006). Perusing Pandora's box: exploring the what, when, and how of nature of science instruction. En L. Flick y N. Lederman (eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 427-446). Springer.
- Benavides, L. y Márquez, A. (2024). *Transformando la educación científica: el rol del enfoque emancipador en la enseñanza de las disoluciones para la alfabetización*

*científica crítica en estudiantes de grado undécimo* (Trabajo de grado, Universidad del Valle, Facultad de Educación y Pedagogía).

- Bencze, J. (2008). Private profit, science, and science education: Critical problems and possibilities for action. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 8, 297-312. <https://doi.org/10.1080/14926150802506290>
- Bencze, J. (2010). Exposing and deposing hyper-economized school science. *Cultural Studies of Science Education*, 5, 293-303. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9256-8>
- Bencze, L. (2017). *Science and technology education promoting wellbeing for individuals, societies and environments*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-55505-8>
- Bencze, L. y Carter, L. (2011). Globalizing students acting for the common good. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 648-669. <https://doi.org/10.1002/tea.20419>
- Bourdieu, P. (1998, diciembre). Utopia of endless exploitation: The essence of neoliberalism. *Le Monde Diplomatique*.
- Bush, V. (1945). *Science the Endless Frontier*. United States Government Printing Office.
- Cai, Y. y Etzkowitz, H. (2021). Triple Helix or Quadruple Helix: Which Model of Innovation to Choose for Empirical Studies? *Minerva*, 60(3), 257-2802. <https://doi.org/10.1007/s11024-021-09453-6>
- Candela, B. (2023). Elementos de la práctica reflexiva en la formación y desarrollo profesional de los docentes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (54), 339-354. <https://doi.org/10.17227/ted.num54-16421>
- Candela, B. (2024). El currículo de ciencias: un instrumento educativo de carácter político. *Pedagogía y Saberes*, (60), 160-174. <https://doi.org/10.17227/pys.num60-18865>
- Cañadell, R. (2018). El asalto neoliberal a la educación. *Con-ciencia social: Segunda Época*, (1), 103-117. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6660374.pdf>
- Carter, L. (2008). Globalisation and science education: The implications of science in the new economy. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(5), 617-633. <https://doi.org/10.1002/tea.20189>
- Carter, L. (2017). Neoliberalism and STEM Education: Some Australian Policy Discourse. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(4), 247-257. <https://doi.org/10.1080/14926156.2017.1380868>
- Cooper, M. (2011). *Life as surplus: Biotechnology and capitalism in the neoliberal era*. University of Washington Press.
- Etzkowitz, H. (2003). Innovation in innovation: The triple helix of university-industry-government relations. *Social Science Information*, 42(3), 293-337. <https://doi.org/10.1177/05390184030423002>
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000). La dinámica de la innovación: de los sistemas nacionales y el "Modo 2" a una triple hélice de relaciones entre la universidad, la industria y el gobierno. *Política de Investigación*, 29(2), 109-123. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(99)00055-4)
- Fe de la, T. G. (2009). El modelo de triple hélice de relaciones universidad, industria y Gobierno: un análisis crítico. *Arbor*, 185(738), 739-755. <https://doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1049>
- Figueiredo, N. de L., Fernandes, C. y Abrantes, J. (2023). Triple Helix Model: Cooperation in Knowledge Creation. *Journal of the Knowledge Economy*, 14(3), 854-8783. <https://doi.org/10.1007/s13132-022-00930-1>
- Gabbard, D. (2000). Introduction. En D. Gabbard (ed.), *Knowledge and power in the global economy: Politics and the rhetoric of school reform* (pp. XIII-XXIII). Lawrence-Erlbaum.
- Gibbons, M., Limognes, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. y Trow, M. (1994). *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. Sage.
- Guerrero, C. (2024). *Transformando la educación científica: diseño e implementación de una propuesta de enseñanza orientada a la acción sociopolítica sobre el contenido de los hidrocarburos* (Trabajo de grado, Universidad del Valle, Facultad de Educación y Pedagogía)
- Hoeg, D. y Bencze, L. (2014). Counter cultural hegemony: Student teachers' experiences implementing STSE-activism. *Activist science and technology education*, 575-596.
- Hurd, P. (2002). Modernizing science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 3-9. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1\\_32](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1_32)
- Jensen, E. y Wright, D. (2015). Critical response to Archer et al. (2015) "Science Capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending Bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Science Education*, 99(6), 1143-1146. <https://doi.org/10.1002/scs.21208>
- Krimsky, S. (2003). *Science in the private interest: Has the lure of profits corrupted biomedical research?* Rowman & Littlefield.

- Krishna, V. (2014). Changing social relations between science and society: Contemporary challenges. *Science, Technology and Society*, 19(2), 133-159. <https://doi.org/10.1177/0971721814529876>
- Lederman, N. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. En L. Flick y N. Lederman (eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 301-318). Springer.
- López-Rivera, Z. (2015). La enseñanza de las ciencias naturales desde el enfoque de la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación ASCTI en la educación básica-media. *Revista Científica*, 22(2), 75-84. <https://doi.org/10.14483/10.14483/udistrital.jour.rc.2015.22.a6>
- Martínez-Palacios, J. (2018). ¿Qué significa participar? Reflexiones sobre la construcción de las imágenes de la participación. *Papers. Revista de Sociología*, 103(3), 367-393. <https://doi.org/10.5565/rev/papers.2319>
- Mayo, A. y Ford, M. (2007). El concepto de ideología en Althusser y Bourdieu: aportes para su discusión desde una perspectiva marxista. *IV Jornadas de Jóvenes Investigadores*. Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.
- Menashy, F. (2016). *Global Education Inc.: new policy networks and the neo-liberal imaginary/Consuming schools: commercialism and the end of politics/Follow the money: how foundation dollars change public school politics*.
- Merton, R. (1973). The normative structure of science. En R. Merton (ed.), *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations* (pp. 256-278). University of Chicago Press.
- National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press.
- Nowotny, H., Scott, P. y Gibbons, M. (2001). *Re-thinking science: Knowledge and the public in an age of uncertainty*. Polity Press.
- Pestre, D. (2003). Regimes of knowledge production in society: Towards a more political and social reading. *Minerva*, 41(3), 245-261. <https://doi.org/10.1023/a:1025553311412>
- Reich, R. (1992). The work of nations: Preparing ourselves for 21st century capitalism. *Challenge*, 34(2), 60-64. <https://doi.org/10.1080/05775132.1991.11471501>
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/science literacy. En S. Abell y N. Lederman (eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Lawrence Erlbaum.
- Rudolph, J. (2005). Inquiry, instrumentalism, and the public understanding of science. *Science Education*, 89(5), 803-821. <https://doi.org/10.1002/sce.20071>
- Sjöström, J. y Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. En Y. Dori (ed.), *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education* (pp. 65-88). Springer.
- Tobin, K. (2011). Global reproduction and transformation of science education. *Cultural Studies of Science Education*, 6, 127-142. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9293-3>
- Triggle, D. (2005). Patenting the sun: Enclosing the scientific commons and transforming the university—Ethical concerns. *Drug Development Research*, 63, 139-149. <https://doi.org/10.1002/ddr.10404>
- Valladares, L. (2021). Scientific Literacy and Social Transformation: Critical Perspectives About Science Participation and Emancipation. *Science & Education*, 30(3), 557-587. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>
- Weinstein, J. (2007). Threats to scientific advancement in clinical practice. *Spine*, 32(11S), S58-S62. <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e318053d4fc>
- Ziman, J. (1987). Science in a Steady State: The Research System in Transition. *Science Policy Support Group Concept Paper*, 3.
- Ziman, J. (2000). *Real Science: What It Is, and What it Means*. Cambridge University Press.