

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR: LA LABOR COMO PROFESIONALES EN INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN

TEACHING SCIENCES IN HIGHER EDUCATION: THE WORK AS PROFESSIONALS IN INVESTIGATION AND EDUCATION

Erika A. Salavarría Palma, M.Sc. UPSE

Programa Doctoral en Ciencias e Ingeniería Biológicas PDCIB.

Universidad Agraria "La Molina" UNALM. Perú.

Becaria Secretaria Nacional de Educación

Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

SENESCYT. Ecuador.

e-mail: erikasalavarría@hotmail.com.

Edgar Sánchez Infantas, Ph. D.

RESUMEN

Propiciar un pensamiento crítico dirigido a generar un conocimiento científico que permita la toma de decisiones con un enfoque innovador y realizar investigación mediante un trabajo multidisciplinario constituye uno de los puntos de partida para producir ciencia; no obstante, diversas son las limitaciones que encontramos para desarrollarla. Este artículo tiene como objetivo ofrecer herramientas epistémicas para desarrollar una enseñanza de las ciencias naturales y sociales, que propicie un mejor aprendizaje de los estudiantes y su formación profesional en el ámbito de la investigación científica desde nuestro desempeño como investigadores y docentes universitarios. En tal sentido, una metodología dialéctica-histórica, se realizó para esta investigación teórica descriptiva; analizando temas como algunas consideraciones epistemológicas para desarrollar ciencias, los sistemas complejos y sus conceptos asociados, la investigación interdisciplinaria y el pluralismo epistemológico, la gestión de ecosistemas desde la complejidad de los sistemas para la aplicación de esos conceptos renovadores al ejercicio del quehacer investigativo y la docencia universitaria; así como para fortalecer el conocimiento en las ciencias biológicas desde un enfoque epistemológico. Concluimos que las bases filosóficas de la ciencia, junto a las diferentes corrientes epistemológicas a través de las cuales transita, permite alcanzar una visión holística de diversos temas inherentes a nuestra labor como profesionales en investigación y educación. Y a pesar de las limitaciones para desarrollar ciencia desde la universidad, promover una práctica educativa para fomentar una formación científica- técnica de calidad; es una tarea integral y necesaria para que los alumnos puedan responder a los desafíos profesionales en la sociedad.

Palabras clave: Epistemología, Filosofía, Ciencia, Investigación, Educación.

ABSTRACT

Encouraging critical thinking to generate scientific knowledge focused on innovative decision making and doing research through multidisciplinary work is one of the starting points to produce science; however, several limitations are found for its development. The objective of this article is to provide epistemic tools for the teaching of natural and social sciences, to foster better student learning and professional training in the field of scientific research from our performance as researchers and university professors. In this sense, a dialectic-historical methodology was carried out to develop the sciences, the complex systems and their associate concepts, interdisciplinary research and epistemological pluralism, management of ecosystems from the complexity of systems for the application of such renovating concepts to the exercise of the aspects of research and teaching at the university. We conclude that the philosophical basis of science, together with the different epistemological horizons, allow us to have a holistic vision of several topics related to our work as professionals in research and education. And in spite of the limitations to develop science from the university, promoting an educational practice to encourage quality scientific-technical formation is an integral and necessary task so that students can respond to the professional challenges of society.

Introducción

La generación de conocimiento es un proceso social, en tal sentido propiciar un proceso de enseñanza - aprendizaje basado en la solución creativa de los problemas, incorporando al currículo universitario elementos teóricos-prácticos dirigidos a la generación de un pensamiento crítico, constituye una tarea educativa no sólo para la enseñanza de las ciencias naturales sino también sociales. El modelo constructivista propuesto por Jean Piaget (1), es puesto de manifiesto en las bases filosóficas de la ciencia permitiendo un enfoque integrador del conocimiento científico y su praxis.

Desarrollar investigación científica puede ser aparentemente una labor sencilla pero que no deja de ser compleja en cualquier disciplina científica. No obstante, es necesario conocer a fondo el contexto teórico-práctico relacionado a nuestro problema a investigar, es decir dominar los núcleos temáticos y problemáticos (2), que permitan establecer las estrategias para encontrar las soluciones de la investigación a ejecutar.

Como investigadores, nos vemos limitados por diversos factores en común, por ejemplo, el aislamiento científico que puede ocurrir cuando no contamos con los suficientes recursos económicos y por consiguiente, una infraestructura adecuada, equipamiento, actualización de conocimientos, entre otros aspectos. Sin embargo, este hecho nos obliga ventajosamente a trabajar con otros investigadores de forma multi e interdisciplinaria, intercambiando criterios y aportes técnicos que se vuelven útiles y necesarios para el avance de la investigación científica. Adicionalmente, en la mayoría de los casos en donde debemos desarrollar una cátedra de nuestra especialidad como docentes universitarios, no solo en las ciencias biológicas, debemos transmitir una concepción integral del conocimiento para que los estudiantes se encuentren en el futuro más capacitados al hacer nuevos descubrimientos y generar aplicaciones más prácticas y cercanas a nuestra cotidianidad. Consecuentemente, ofrecer una visión holística sobre las diversas concepciones filosóficas del conocimiento científico durante la formación de futuros profesionales en diversas áreas de las ciencias, sean éstas sociales o naturales, nos permite esa transmisión amplia del saber.

En la actualidad, el sistema de educación superior se ve inmerso en una serie de exigencias para asegurar su calidad y consecuentemente la respectiva acreditación; como instituciones de educación superior deben cumplir con los estándares de calidad requeridos, desde la funcionalidad, determinadas características de las instalaciones y facilidades de los espacios pedagógicos adecuados para desarrollar una clase hasta el número de publicaciones en revistas indexadas, que evidencia el nivel investigativo de las universidades. No obstante, desarrollar investigación y obtener una producción científica desde nuestro rol como académicos, puede ser una labor compleja. Por citar un ejemplo, en el año 2007, el Instituto de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico INCYT de la Universidad Estatal Península de Santa Elena UPSE- Ecuador, desarrolló un diagnóstico de la investigación científica y perfiles de líneas de investigación para las Facultades, Escuelas y Carreras de la UPSE (3); evidenciando en aquel entonces un índice medio de la capacidad para desarrollar investigación científica por parte de los docentes de la UPSE; tomando como variables para el cálculo del índice de la capacidad de investigación: a) La planificación estratégica, b) Asociaciones científicas, c) Investigaciones y proyectos de investigación presentados, d) Investigadores, e) Equipamiento para investigar y masa crítica; todas estas variables fueron analizadas, descritas y discutidas poniendo de manifiesto una débil cultura científica. Actualmente, la UPSE atraviesa por una serie de cambios progresivos en el ámbito académico y científico; con el fin de cumplir con su misión y visión como universidad, y alcanzar los estándares exigidos en la educación superior ecuatoriana.

El presente trabajo constituye una invitación a la reflexión sobre temas muchas veces evidentes pero que pueden ser no tomados en consideración durante nuestra labor como investigadores y educadores, al mismo tiempo no pretende ser considerado desde un punto de vista filosófico sino más bien como una contribución que tiene como objetivo ofrecer herramientas epistémicas para desarrollar una enseñanza de las ciencias naturales y sociales, que propicie una mejor formación y aprendizaje de los estudiantes en el ámbito de la investigación científica con un enfoque innovador y multidisciplinario; desde nuestro des-

empeño como investigadores y docentes universitarios.

Algunas consideraciones epistemológicas para desarrollar ciencias

Conocer los núcleos temáticos y problemáticos de nuestra investigación, implica sistematizar el conocimiento. Consecuentemente, es necesario entender algunas consideraciones epistémicas de la ciencia para fortalecer nuestra comprensión de ese Saber (4). En el método científico, la observación de los fenómenos a estudiar implica el uso de la experiencia acumulada dando lugar a la inducción aplicada a una realidad (5). Sumado a esto, la deducción en ciencias como por ejemplo en las matemáticas, es considerada como ciencia deductiva porque establece un conocimiento que se acepta como axioma, esto según las Leyes Mandatorias de Carl G. Hempel (6), permitiendo establecer diferencias entre la previsión y la predicción, acercándonos a la Ley Restrictiva de W. Ross Ashby(7). Y en la investigación observamos que la diversidad de respuestas de un sistema; obedece a la variedad de estados de su entorno, conocidos como condiciones límites y condiciones iniciales que nos permiten utilizar ese conocimiento inductivo - deductivo para proporcionar el carácter predictivo al conocimiento científico.

Sin olvidar que el conocimiento humano y su demarcación se remonta a Grecia antigua, uno de los primeros expositores en establecer las condiciones para generar conocimiento fue Emmanuel Kant, entre sus frases más conocidas se encuentra: "Los pensamientos sin contenidos están vacíos, las intuiciones sin concepto están ciegas". Para Kant; en el método científico, una parte de nuestro conocimiento es a priori, como por ejemplo la lógica, y no es inferido inductivamente a través de la experiencia debido a que el mundo exterior representa las sensaciones mientras que nuestro cerebro ordena este conocimiento en el tiempo y el espacio; estos últimos son considerados subjetivos para Kant y por consiguiente precedentes debido a que forman parte de toda experiencia (8). Otros expositores importantes fueron además; David Hume y el Principio de la inducción al postular que en el método científico, no existe ciencia sin inducción (9), Rudolph Carnap con el Positivismo lógico, al proponer que la estructura lógica de lo que nos rodea está conformada por las relaciones de los hechos o experiencias y no de manera aislada; y Alfred J. Ayer quienes constituirían, junto a otros filósofos de la ciencia, el Círculo de Viena (10).

No podemos dejar de mencionar los Principios de la Demarcación (Karl Popper 1902 – 1924), que

proporcionaron la pauta para la categorización y el establecimiento de los límites del conocimiento humano, estableciendo fronteras entre el conocimiento científico y no científico; entre ciencia y pseudociencia. Para Popper, quien desarrolla pseudociencia sería protagonista de una producción científica carente de una nueva comprobación. Y cita un ejemplo para explicar mejor que ningún científico a través del tiempo ha desarrollado ciencia sin censura, tal es el caso de Charles Darwin, "su obra está inundada de problemas genuinos que continuamente compiten buscando posibles soluciones. No basta entonces a un científico dedicarse a resolver enigmas o rompecabezas, a lo que se enfrenta es a problemas reales" (11). Por lo tanto, para Popper, realizar ciencia implica aplicar un método crítico que permitirá obtener soluciones creativas pero también mejorar esas propuestas o reemplazarlas por otras (Falsacionismo); este paradigma nos permite como educadores seleccionar los contenidos cognitivos adecuados a impartir y como investigadores elegir los programas de investigación.

Aunque los enfoques como los paradigmas o ciencia normal de Kuhn (1975) aportan a la introducción de la historia en la ciencia como un elemento indispensable para su comprensión integral, al igual que Comte y Popper, para Kuhn los paradigmas son realizaciones científicas universalmente conocidas que durante cierto tiempo proporcionan modelos de problema y solución; surgen concepciones como la inconmensurabilidad basada en la importancia de las creencias históricas en las comunidades científicas(12). Sin embargo; Popper presenta una propuesta frente a la "enseñanza normal" de la ciencia o entrenamiento fundamentado en aprender paradigmas, leyes y resolver los enigmas o problemas a través de modelos; esto es aprehender a los científicos en la formación de un pensamiento crítico (13); aplicar el Racionalismo Crítico Popperiano.

Entre los filósofos de la ciencia contemporánea tenemos a Imre Lakatos, quien da lugar a los "programas de investigación científica" propuesta que señala que hay un "núcleo duro" o conjunto de teorías que no se someten a contrastación empírica (lado dogmático de la ciencia, "paradigmas" para Kuhn) y un "cinturón protector" o heurístico positivo y negativo constituido por supuestos o hipótesis que pueden ir cambiando y aportando con el desarrollo, crecimiento o regresión del Programa; para Lakatos siempre se puede cambiar el cinturón heurístico negativo en virtud de que no afectan el núcleo duro(14). Otros filósofos como Larry Laudan consideran "tradiciones de investigación" en lugar de los "programas de investigación", para hacer referencia a las teorías que pueden

ser evaluadas dentro de su historicidad y evolución; las tradiciones de investigación de Laudan se caracterizan por dos elementos: la ontología y el método, el primero relacionado al objeto de estudio o problema a investigar y el segundo son los pasos para obtener una solución o respuesta al problema planteado. Ambas características se interrelacionan y son dependientes haciendo de las tradiciones de investigación un medio que valida la investigación, su utilidad y relevancia. Tanto los programas de investigación de Lakatos como las "tradiciones de investigación" de Laudan se asemejan por el carácter histórico de las teorías; sin embargo, para Laudan el "núcleo duro" si está sujeto a cambios debido a la experiencia por ello las "tradiciones de investigación" puede cambiar a través del tiempo y constituirse con características diferentes en relación al inicio (15).

La corriente del anarquismo epistemológico, surge con Paul Feyerabend (16); para él, la ciencia no es una forma autónoma de razonamiento. Adicionalmente, las tendencias epistemológicas han proporcionado enfoques del conocimiento para aportar que lo hermenéutico no se revela como una mera opción epistemológica (17), sino como una nueva actitud que permite y articula un nuevo ente en el mundo. De lo anteriormente indicado la comprensión del mundo que nos rodea, sus fenómenos, eventos y la realidad común, se enfoca en la utilización de nuestro conocimiento previo de las cosas para incrementar el conocimiento básico y encontrar una aplicación práctica de la ciencia; entonces es necesario dirigir nuestro entendimiento de la realidad hacia enfoques teóricos-metodológicos que contribuyan a desarrollar investigación más allá de silos epistemológicos para ampliar nuestro accionar como investigadores y profesores; innovar es el siguiente paso, pero ¿cómo hacerlo?.

El Pluralismo Epistemológico

El pluralismo epistemológico proporciona un enfoque innovador para el trabajo en equipo y la colaboración interdisciplinaria; permite incorporar formas valiosas del conocimiento particularmente útil en el estudio y la gestión de los ecosistemas desde el punto de vista social y ecológico; integrando al ser humano en el contexto de la naturaleza (18). El pluralismo epistemológico articula y utiliza las concepciones de la ciencia, anteriormente analizadas mediante corrientes filosóficas, para establecer un conocimiento catalogado como mecanicista, contingente y narrativo. Nos integra al entendimiento de los sistemas biológicos a través de los ciclos adaptativos que nos permite entender las conexiones internas y la capacidad de responder de ese sistema frente a las

fuerzas externas a las cuales puede ser sometido. En otras palabras, la capacidad de resiliencia de un sistema frente a perturbaciones. De forma análoga, la educación es un sistema complejo y como tal posee subsistemas, estos están constituidos por los componentes pedagógicos, ideológicos, políticos, entre otros; son los elementos de la sociedad. Cuando existe congruencia entre estos componentes y la estructura básica organizadora de la educación como la dirección, supervisión, evaluación, etc; existe la calidad (19) y por lo tanto la capacidad de resiliencia del sistema educativo.

El ciclo adaptativo complejo proporciona un plan general para la conceptualización de estos fenómenos y su dinámica. Inherente al enfoque del ciclo de adaptación se encuentra el concepto de capacidad de recuperación, que se define como "la cantidad de perturbación que puede ser sostenida antes de un cambio en el control del sistema y la estructura se produce" (20).

Dentro de un ciclo adaptativo, es necesario recordar, tres conceptos centrales: 1) Resiliencia que no es solo capacidad de retorno, sino también una capacidad de aguante del sistema y reorganización; la resiliencia, básicamente, garantiza estasis. 2) Adaptabilidad en el contexto en que se habla, es la capacidad humana de gestionar la resiliencia, es una actividad que tiene sello o la ingeniería de ecosistemas se manejaría bajo este concepto de adaptabilidad, 3) Transformabilidad que promueve la evolución, porque el sistema o estado tiene que cambiar o transformarse porque el estado en que se encuentra no da para más. Dentro de la gestión del cambio en formas que fomenten la sostenibilidad (Principios de gestión de ecosistemas), los ciclos adaptativos pequeños están anidados en ciclos más grandes cada vez. Esta estructura es una Panarquía, y se reconoce que los ciclos pequeños son rápidos siendo su tarea, la innovación (desarrollo); la transformabilidad debido a los ciclos pequeños, en cambio la persistencia (sustentabilidad) está dada por los ciclos grandes que fijan operaciones que se deben por la memoria, en términos de gestión de ecosistemas corresponden al enfoque macro o nivel nacional. Estas perspectivas son necesarias considerarlas en el desarrollo de la investigación; la aplicación de estos conceptos a nuestras realidades y problemas de estudio, permitirá la toma de decisiones y comprender mejor que los sistemas humanos y naturales son sistemas cambiantes.

Conclusiones

La enseñanza de las ciencias en educación superior debe hacer uso de implicancias epistemológicas para integrar el conocimiento científico y

su praxis al quehacer de la docencia universitaria. Aplicar modelos pedagógicos, como la teoría constructivista de Jean Piaget, por ejemplo; permite establecer un proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia y el desarrollo de una práctica educativa tanto en ciencias naturales como sociales. Al mismo tiempo, conocer el contexto teórico y, consecuentemente, un dominio conceptual de los temas a investigar asociados a una epistemología nos permitirá fortalecer una mejor comprensión del Saber y obtener un producto científico de calidad. Adicionalmente, la etapa clásica de la filosofía de la ciencia constituye los cimientos que sustentan la comprensión de la demarcación entre ciencia y no ciencia; por lo tanto el establecimiento de hipótesis, métodos y generación de ciencia. El pluralismo epistemológico ofrece un pluralismo metodológico que contribuye a la construcción de un Saber científico y por lo tanto a la solución de los problemas. La naturaleza cambiante de los sistemas humanos y naturales está acompañada de una racionalidad científica que permite una mejor comprensión de las condiciones de esos sistemas y al mismo tiempo da la pauta para vincular el rol que desempeñamos como docentes universitarios. Finalmente, a pesar de las limitaciones para desarrollar ciencia desde la universidad, sean estas en infraestructura, tecnologías o recurso humano capacitado, promover una práctica educativa para fomentar una formación profesional científica- técnica de calidad es una tarea integral que merece una mayor atención de quienes dirigen cada Facultad, Escuela o Carrera para una mejor comprensión de la necesidad de desarrollar capacidades y competencias en nuestros alumnos que les permita responder a las exigencias locales, nacionales e internacionales.

Referencias

- (1) Piaget, J. .Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human Development*. 1972 15(1):1-12.
- (2) López, J, Nelson, E.. La de-construcción curricular. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio. 2001. 140p.
- (3) Chavarría J., E. Salavarría y H. Chiriboga, Diagnóstico de la Investigación Científica y Perfiles de Líneas de Investigación para las Facultades, Escuelas y Carreras de la UPSE. La Libertad. 2007.34p.
- (4) UNESCO). Aprender a conocer. (1995-2010.
- (5) Losee, J. A Historical introduction to the philosophy of science, Fourth Edition. Oxford University Press. 1972.
- (6) Hempel, C. Philosophy of natural science. Englewood Cliffs. N.J. Prentice Hall. 1966.
- (7) Ashby, W.R. Principles of the self-organizing dynamic system. *Journal of General Psychology*. 1947.37:125-128.

zing dynamic system. *Journal of General Psychology*. 1947.37:125-128.

- (8) Kant, E. Crítica a la razón pura. Madrid. Alfaguara. 2000. Nota de Kant en página 52.
- (9) Hume, D. An Enquiry Concerning Human Understanding. Chicago: Open Court Publishing Co., 1927.
- (10) Lorenzano, P. La teorización filosófica sobre la ciencia en el siglo XX (Y lo que va del siglo XXI). *Discusiones Filosóficas*. 2011. 12(19):131-154.
- (11) Popper, K.L. Conjeturas y Refutaciones, el desarrollo del conocimiento científico. Barcelona: Paidós. 1994. 264p.
- (12) Kuhn, T.S.: The Structure of Scientific Revolutions. Chicago, University of Chicago Press. 1962
- (13) Popper, Karl. La ciencia normal y sus peligros. En Crítica y crecimiento del conocimiento. Lakatos y Musgrave. (eds.). Barcelona. Grijalbo. 1975. 81p.
- (14) Lakatos, I. La metodología de los Programas de investigación científica. Editorial Alianza. Madrid. 1993.321p.
- (15) Laudan, L. Progress and Its problems. Berkeley. California. University of California. Press. 1977.
- (16) Feyerabend, P. Contra el método. Barcelona. Ariel. 1981.
- (17) Feyerabend, P. Realism and the historicity of knowledge. *The Journal of Philosophy* 1989.86(8): 393-406.
- (18) Miller, T., Baird, T., Littlefield, C., Kofinas, G., Chapin, F., Redman, Ch. Epistemological pluralism: Reorganizing interdisciplinary research. *Ecology and Society*. 2008.13(2):46.
- (19) Aguerro I. La calidad de la Educación: Ejes para su definición y evaluación. Organización de Estados Iberoamericanos OEI.
- (20) Gunderson, L.H., Holling, C.S. Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems. Cap. I: In search of a theory of adaptive change. Island Press. 2002.207p.

Bibliografía

- Andrade, R., Cadenas, E., Pachano, E., Pereira L., Torres, A. El paradigma complejo. Un cadáver exquisito. Universidad de Chile. Cinta moebio. N°. 14. 2002.
- CEAACES. Informe de Rendición de Cuentas – Año 2013. Quito, Ecuador: CEAACES, 2014.
- Chapin, F., Kofinas, G., Folke, C. Principles of ecosystem stewardship. Resilience-Based Natural Resource Management in a Changing World. Springer Science. New York. USA. 2009.
- Fernández-Ríos, Luis. Interdisciplinaria en la construcción del conocimiento. Innovación Educativa. 2010.

- Guillén Celis, Jenny Matilde. Estudio crítico de la obra: "La Educación encierra un tesoro". Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI, presidida por Jacques Delors Laurus, 14(26):136-167. Enero-abril. 2008
- Jorge Gonzáles, María Elena; Arencibia, Jorge Ricardo. El pensamiento psicológico y pedagógico de Jean Piaget. Revista Cubana de Psicología. Cuba. 2003. 20(1): 50-58.
- Kay, J., Boyle, M., Regier, H., Francis, G. An Ecosystems approach for sustainability: Addressing the change of complexity. Futures. 1999.
- Lamas, M., Canalias, S., Santa María, G. Modelo alternativo para el mejoramiento de la actividad científico-investigativa en la Facultad de ciencias sociales y de la salud de la UPSE. Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación. Universidad Estatal Península de Santa Elena UPSE. Vol. 1. N° 2. Junio. 2013.
- March, J. Nuevos fundamentos de racionalidad ambiental a partir del análisis epistemológico de la evaluación del impacto ambiental. Cinta moebio. Diciembre. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2005
- Nosnik, Abraham y Javier Elguea. La discusión sobre el crecimiento del conocimiento científico en el cuento de la filosofía de la ciencia. Estudios-filosofía-historia-letras.1985.
- Padrón, J. Tendencias epistemológicas de la investigación científica en el siglo XXI. Cinta moebio. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2007.
- Perales Javier. Desarrollo Cognitivo y Modelo Constructivista en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado. 1992.
- Pérez Tamayo Ruy. ¿Existe el método científico?: Historia y realidad. Primera edición. La ciencia para todos. México. 1998.
- Toledo, U. Ciencia y Pseudociencia en Lakatos: La falsación del falsacionismo y la problemática de la demarcación. Cinta moebio. 1999.
- Verdugo, C. La Filosofía de la Ciencia de Popper. Ensayo. Estudios Públicos.1996.
- Vidal, R. El giro epistemológico hermenéutico en la última tradición científica moderna. Cinta moebio. 2011.