

Epistemologías de la Ciencia, Técnica y Tecnología en diálogo con la educación STEAM: un aporte para la enseñanza en Ingeniería Eléctrica

G.O.Belliski, *Facultad de Ingeniería, UNMdP*, gbelliski@fi.mdp.edu.ar y G.L. Rodríguez, *FCEIA, UNR*

Abstract—This paper analyses how epistemology of science, technics and technology are intertwined in electrical engineering education, and how STEAM education methodology can enrich this relationship.

Index Terms-- Engineering education, Electrical engineering education, STEM, Career development, Art

I. INTRODUCCIÓN: LOS TIPOS DE CONOCIMIENTO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Las carreras de Ingeniería dividen su formación en tres tipos de conocimiento: el científico, el técnico y el tecnológico.

En el plan 2003 de ingeniería eléctrica de la UNMdP, las materias científicas son el 43% del total y las técnicas/tecnológicas son el 57%; mientras que en el plan 2024 las científicas bajan a 37% del total y las técnicas/tecnológicas resultan el 63% restante.

Pero... ¿qué es cada tipo de conocimiento? ¿cómo se entrelazan? y ¿cómo los conceptos filosóficos que guían estos campos de conocimiento pueden integrarse en la metodología de enseñanza STEAM?

Para responder, tenemos que dar un pequeño rodeo conceptual que nos permita entender mejor, pues aún “conocer” es un término que necesita extensas aclaraciones para ponernos de acuerdo.

II. MARCO GENERAL: FILOSOFÍA DE LA CIENCIA, TÉCNICA Y TECNOLOGÍA

A. La ciencia: desde las cosmologías hasta el falsacionismo

Los hombres primitivos notaron que existía en la Naturaleza un orden que volvía al mundo predecible. Este orden, en griego, es el Cosmos, por oposición al Caos, el desorden [1]. Estas creencias se organizaron en Cosmologías. El registro escrito de las regularidades por los sumerios llevó a las teorías del movimiento de los astros de Grecia Clásica en el siglo VI a.C. [2]. Allí surge la idea de leyes de la naturaleza como extensión de la vida social: si los ciudadanos cumplían con las leyes, los dioses del sol, el agua, etc. debían cumplir las leyes “naturales”.

Las definiciones de Aristóteles (siglo IV a.C.) de la ciencia (*organicista*, que sostenía que el Universo era un organismo vivo) fueron la única definición que la humanidad aceptó por siglos.

En el siglo XIII aparecieron refutaciones que fueron golpes mortales a esta visión: Copérnico y Galileo demostraron que los planetas no giraban en torno a la Tierra, Torricelli acabó con el “horror vacui”, etc. Este período es de la Revolución Científica, por la rebelión contra las ideas del Estagirita [3]. Por poco tiempo, la ciencia se convirtió en mística o neoplatónica, con explicaciones sencillas, armónicas y con fuerte contenido estético (por ejemplo, las elipses de Kepler). No hubo grandes resultados en este período hasta la visión mecanicista (con Galileo, Tartaglia, Torricelli y otros), que considera al Universo formado por engranajes y mecanismos. En esta tradición se inscribe Newton, con su teoría universal. Y aquí hacemos un alto, pues con Newton, en 1687 (fecha de los Principia), surge un nuevo abordaje de la ciencia: el experimento.

En la ciencia aristotélica la regla era la demostración, que aún sobrevive en la matemática, la geometría y la lógica. Ahora llega el experimento confirmador: el inductivismo aristotélico dio paso a la inducción en sentido estrecho, que coincidió en el siglo XVIII con el empirismo de Bacon, Locke, Hume y Berkeley y con el positivismo de Comte en el siglo XIX hasta el Círculo de Viena, durante los 1920’s. Para el positivismo, sólo vale dedicarse al estudio científico de lo observable (sea lo que sea que signifique), para obtener un saber válido, positivo. El conocimiento viene de la experiencia. La ciencia es el único saber legítimo.

El inductivismo estrecho tampoco fue la solución. Como indica Candelero “El experimento valida la hipótesis, pero la hipótesis regla al experimento. La ciencia moderna es por origen hipotética, por destino experimental” [4].

Como mejora, se optó por formular hipótesis previas y verificarlas o refutarlas experimentalmente (método hipotético deductivo). Se diferencia mucho del inductivismo, partiendo de una crítica básica: la suma de observaciones no lleva a una ley. En palabras de R. Carnap:

Nunca se descubrió una ley teórica de esta manera. Observamos piedras, árboles y flores, percibimos diversas regularidades y las describimos mediante

leyes empíricas. Pero por mucho o por cuidadosamente que observemos tales cosas, nunca llegamos a un punto en el cual podamos observar la molécula. El término "molécula" nunca surge como resultado de observaciones. [5]

Aquí se abre una separación entre leyes empíricas y teóricas: las primeras se justifican con observaciones que la verifiquen. Una ley teórica **nunca** puede justificarse mediante observaciones: las leyes sólo dejan de ser hipótesis cuando se las refuta. Son siempre verdades provisionales. Y esto nos lleva al *Falsacionismo*, de Karl Popper.

A partir de la asimetría que encontramos entre la verificación y la refutación, Karl Popper propone una metodología de trabajo que rechaza la inducción, haciendo hincapié en la posibilidad de refutación de los enunciados científicos, es decir, de probar que una ley es falsa. Si no se lo logra, la teoría o ley queda corroborada, término que Popper emplea para destacar el hecho de que no se trata de una confirmación inductiva. [6]

La teoría falsacionista es una de las más aceptadas, pero tiene críticas fundadas: por ejemplo, si se intenta falsar una teoría con observaciones, éstas son falibles: podría existir un sesgo erróneo. Tampoco puede falsarse una teoría porque una predicción no se confirme, porque podría estar mal el experimento o la observación. Tal vez la asimetría no sea tan grande como supusimos y cueste lo mismo afirmar que falsar...

B. Técnica y tecnología

Técnica y tecnología no son sinónimos, aunque habitualmente lo parezcan. **Técnica** implica un procedimiento que se debe seguir para un fin. Un conjunto de técnicas puede a veces ser tratado como "la técnica": la *técnica medieval de la madera*, o la *técnica inca de construcción*. Mitcham define que "**Técnica** puede significar el conjunto de procedimientos puestos en práctica para obtener un resultado determinado" [7], mientras que Boído define que "La **tecnología** será el análisis, la creación y puesta a prueba de nuevas técnicas por medio de la investigación consciente." [8]. Debemos notar que "toda técnica involucra reglas, esto es, prescripciones de cómo debe procederse (...) para lograr un fin o propósito" [9]. La técnica debe tener un propósito, y debe saberse cuándo o en qué condición se debe utilizar un procedimiento y cuándo no. [10]

Debe hacerse una distinción clara entre *regla técnica* y *ley científica*: una regla técnica es normativa, y busca eficacia. Una ley científica busca la verdad, independientemente de las consecuencias. Las leyes científicas tienen por fin su corroboración. Las reglas técnicas sólo tienen por objeto ser eficaces. Esta noción debe ser clara: ciencia, técnica y tecnología tienen, epistemológicamente, **enormes** diferencias.

C. ¿Existe algo como una filosofía de la técnica o de la tecnología?

La respuesta puede encontrarse en el libro de Mitcham (1989) "¿Qué es la filosofía de la tecnología?". Este autor menciona explícitamente, "Un problema histórico de la filosofía de la tecnología es que no sólo ha nacido algo retrasada, sino que además, no ha surgido de una concepción única." [11]. Esta concepción tiene dos vertientes: la filosofía de la tecnología

hecha por ingenieros y tecnólogos; y la hecha por filósofos. Veamos algunos ejemplos de estas visiones:

En 1877, el libro de Ernst Kapp (1808-1896) "Filosofía de la técnica", expone a la técnica como proyección de los órganos humanos: "La riqueza de las creaciones espirituales brota, pues, de la mano, el brazo y los dientes. Un dedo doblado se convierte en un gancho, el hueso de la mano en un plato; en la espada, la lanza, el remo, la pala, el rastrillo, el arado y la laya" [12]. Kapp analiza las limitaciones de la máquina y pone a la ética como límite de la acción humana.

En la década de 1890 el ingeniero ruso P.K. Engelmeier notó que los ingenieros de su tiempo estaban en las carreteras, los medios de transporte, la administración económica e incluso, ocasionalmente, como hombres de estado. Por eso, consideró necesario investigar sobre la tecnología, sus objetivos, su relación con la ciencia, el arte, la ética, etc. Sostenía que "la tecnología es la primavera en el gran reloj mundial del desarrollo humano" [13]. Su pensamiento da fundamento a la visión tecnocrática, que sostiene que los negocios y la sociedad deberían ser transformados y dirigidos de acuerdo a principios tecnológicos.

Otros autores centrales de esta época fueron los ingenieros Max Eyth (1836-1906) y Alard DuBois-Reymond (1860-1922) quienes analizaron el proceso de creación en ingeniería y lo compararon con lo que sucede en la mente del artista, en un esfuerzo por relacionar la ingeniería y las humanidades. Es importante destacar que la unicidad de la creatividad entre lo tecnológico y lo estético ha sido mantenido incluso por distintos autores posteriores hasta una época tan cercana como 1974, en el libro de Samuel Florman "Existential Pleasures of Engineering", y que ha vuelto a ser puesto en vigencia desde la aparición de la metodología educativa STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) en 2008, como modificación de la anterior STEM (que venía desde la década del 90, definida por la Fundación Nacional para la Ciencia en Estados Unidos (NFS)), a la cual haremos referencia más adelante en este trabajo.

La Filosofía de la Tecnología tuvo en Alemania después de 1945 a Martin Heidegger, filósofo, que consideraba que la técnica moderna reduce la realidad a un conjunto de objetos manipulables y controlables, y nos hace perder la autenticidad y la relación genuina con el mundo, reduciendo la experiencia humana y haciéndonos olvidar la esencia de las cosas [14].

El nombre inglés "philosophy of technology" hace su aparición en 1966 con un trabajo titulado "Toward a Philosophy of Technology", del filósofo argentino Mario Bunge. Bunge define la técnica como "el conjunto de procedimientos y recursos utilizados para alcanzar un fin" [15]. En su libro "La ciencia, su método y su filosofía", afirma que "la tecnología es el saber hacer, es decir, el conjunto de conocimientos y habilidades necesarios para producir algo" [16], mientras que, en su libro "La ciencia y la tecnología en la sociedad moderna" de 1996, critica la "tecnofilia", es decir, la creencia de que la técnica es el fin último de la humanidad, y argumenta que "la técnica debe ser vista como un medio, no como un fin en sí misma" [17]. Sobre esto profundiza más aún en "Ética y filosofía" (1989), destacando que "la tecnología puede ser utilizada para el bien o para el mal" [18] y que se debe evaluar éticamente el impacto de la tecnología, como Kapp sostenía.

Mencionaremos por último a un autor clásico, también filósofo: José Ortega y Gasset. Para Ortega, el ser humano es tal en cuanto exista la técnica. Así lo hace saber en la introducción de su obra, en el primer párrafo: “Sin la técnica el hombre no existiría ni habría existido nunca. Así, ni más ni menos.” [19] y aclara “Hoy el hombre no vive ya en la naturaleza sino que está alojado en la sobrenaturaleza que ha creado en un nuevo día del Génesis: la técnica” [20].

D. Ideas, Filosofía, Ciencia y Tecnología

Las ideas científicas se suponen verdaderas por defecto. Los cuestionamientos de validez de esas ideas dan lugar a la filosofía de la ciencia. Pero la relación entre tecnología e ideas no es tan directa. Existen ideas puramente tecnológicas, como las máquinas de Reuleaux o de Turing, o la existencia de autómatas que son tecnología en su estado más puro. La tecnología NO es ciencia aplicada. Más aún, podríamos decir que la ciencia ha tomado ideas de la tecnología. Los mecanismos existen desde antes que una ciencia (la mecanicista) que explique o prediga su funcionamiento. Las ideas tecnológicas NO son verdaderas: son útiles, convenientes, o lo que sea, pero no son verdades absolutas. La cuestión sobre técnica o tecnología es si es útil o no, beneficiosa o no, pero es esencialmente distinta a las cuestiones de la ciencia.

E. La Metodología de Aprendizaje Activo STEAM

La educación universitaria está evolucionando rápidamente, debido a varios factores, entre otros “... la necesidad de incluir tecnologías informáticas y plataformas virtuales a fin de potenciar las competencias digitales.” [21] y de “configurar una convergencia entre la educación presencial y a distancia” [22]. Como indica Ortiz-Revilla “... son cada vez más los autores que también refieren explícitamente las limitaciones que la enseñanza tradicional implica por su tratamiento compartimentado y aislado de los contenidos curriculares, alertando de la importancia de la integración disciplinar para un proceso de enseñanza-aprendizaje significativo [23]. Por ello, la metodología educativa STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) busca desarrollar una educación holística e integradora que se adapte a las múltiples habilidades y experticias que la actual sociedad de la información reclama a las personas para su desempeño social y laboral [24]. Aclara Guillermo Rodríguez:

El propósito de las experiencias basadas en STEAM es desarrollar proyectos que promuevan la transdisciplina y creatividad para diseñar y concretar artefactos o sistemas tecnológicos a lo largo de un proceso iterativo e impulsado por las necesidades del mundo real. De este modo, promueve un aprendizaje que difumina los límites de las disciplinas y se desarrolla desde lo creativo y problemático, integrando el horizonte de proyecto, con la misma complejidad del mundo real (Danah, Mehta & Mehta, 2019). Es decir que, en términos educativos, no es una mera combinación de ciencia, tecnología, ingeniería y/o matemáticas. [25]

En esta última definición puede verse cumplida la aspiración antes referida de Max Eyth, Alard DuBois-Reymond, Samuel Florman y otros, respecto a vincular la creación en ingeniería con la creación artística: la inclusión del Arte (“...las que no quedan circunscriptas a la música, la plástica o la literatura, sino que incluyen áreas como, por ejemplo, la sociología, la psicología, la historia, las bellas artes, la filosofía e, irónicamente, la educación” [26] en esta metodología educativa implica un acercamiento al diseño, la estética, la creación no guiada únicamente por fórmulas, tablas, planillas de cálculo o reglas técnicas. Con un beneficio adicional: “permite transitar un proceso de aprendizaje significativo y colaborativo en la construcción de tecnología que luego impacta de manera favorable en el resto de la comunidad.” [27]. La característica más notable de esta metodología es su carácter transdisciplinar, “ligado a una postura epistemológica que entiende que la resolución de los problemas a los que nos enfrentamos como sociedad no pueden ser abordados mediante un enfoque exclusivamente disciplinar” [28]

III. SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EPISTEMOLOGÍA DE STEAM: UN PRIMER APORTE

La metodología STEAM, según puede verse en trabajos de investigación (Ata Aktürk y Demircan, 2017; Kang, 2019; Ortiz-Revilla, 2021, etc.) resulta un cambio positivo en la enseñanza y el aprendizaje en las carreras de Ingeniería. La integración disciplinar, ya propuesta por Dewey (1859-1952), es un hecho con STEAM. También menciona Rodríguez, G. “... un estudio reciente sobre distintas innovaciones educativas, concluyó que el pensamiento de diseño (design thinking) puede ser un excelente marco de desarrollo de la educación STEAM, ya que funciona como un marco para la convergencia entre ciencias consideradas como rígidas, analíticas y lógicas con el mundo de las artes, entendidas como más intuitivas y emocionales.” [29]. Las perspectivas parecen prometedoras, sin embargo, puede existir un exceso de entusiasmo que lleve a desprolijidades. Como menciona Ortiz-Revilla: el término STEM (antecedente de nuestro STEAM) se ha vuelto “... tan popular que ha dado lugar a lo que Sanders (2008) ha definido como STEMmanía: casi cualquier cosa excitante y nueva en educación se califica (erróneamente) como educación STEM (por ejemplo, el uso de robots).” [30]. También dice que “... existe una carencia de reflexiones teóricas profundas, meditadas y detalladas sobre la fundamentación teórica de la i-STEAM, cuestión que ya ha sido advertida por algunos autores (Aguilera y Ortiz-Revilla, 2021; McComas y Burgin, 2020; Millar, 2020; Zeidler, 2016)” [31]. Para solucionarlo propone que:

Para evaluar el alcance real de la i-STEAM, resulta imprescindible reflexionar explícitamente sobre las cuestiones teóricas relacionadas con este enfoque, los fundamentos psicológicos y didácticos que sustentan su aplicación y sus eventuales beneficios, así como los posicionamientos epistemológicos y axiológicos a partir de los cuales se plantean (Ortiz-Revilla et al.,

2020, Reynante et al., 2020). Solo de este modo se podrá aprovechar su potencial educativo. [31]

Planteado así, hemos explorado posicionamientos epistemológicos que deberían formar parte de la estructura filosófica de STEAM. Queda por definir en qué forma estos principios de cada componente operan o deberían operar sobre el proceso. Hace falta más tiempo y material de análisis para determinar una estructura filosófica propia para STEAM. Intencionalmente hemos dejado sin analizar el componente de Arte, dado que, como comentamos antes, no implica sólo sus tradicionales componentes, sino también sociología, psicología, etc. Por sí solo este análisis requiere un trabajo mucho más completo que lo que podemos analizar aquí.

Sin embargo, algo más podemos aportar: el concepto de “vigilancia epistemológica”. Original de Pierre Bourdieu (1930-2002) respecto a las investigaciones en sociología, el concepto es rescatado por Yves Chevallard (nacido en 1946), quien, desde la didáctica de la matemática, habla de la “vigilancia epistemológica” al efectuar una “transposición didáctica” del conocimiento. El “objeto de saber” (ODS) debe convertirse en “objeto de enseñanza” (ODE) para ser aprendido (p. ej., un teorema se enseña (ODE) llevando a cabo un proceso distinto al que siguió quien descubrió el teorema (ODS) por primera vez). El docente debe vigilar (epistemológicamente) que no se pierda la validez de la propuesta en el proceso. “Conviene, en otros términos, que el saber enseñado y el saber que le sirve de alguna manera de garantía frente a la sociedad se parezcan suficientemente” decía Chevallard. [32].

En STEAM, la propuesta de un proyecto es una transposición didáctica de un trabajo profesional, y el docente debe cuidar que en ninguna etapa se pierda la coherencia epistemológica. Esto quiere decir que la postura epistemológica NO es invariable a lo largo del proyecto: *debe* cambiar dinámicamente en la medida que cada etapa del proyecto requiera de Matemáticas, Física, Química, Tecnología, etc. La coherencia epistemológica debe ser parte de la evaluación del proyecto tanto como el conocimiento implicado, tanto en las etapas de planeación como en el desarrollo del proyecto.

IV. CONCLUSIONES

La implementación de la metodología STEAM en la enseñanza de la ingeniería eléctrica tiene el potencial de transformar profundamente el proceso educativo. No se trata sólo de mejorar la comprensión de los conceptos técnicos, sino de formar ingenieros capaces de cuestionar, reinterpretar y aplicar el conocimiento en un contexto más amplio y crítico.

STEAM, cuando se aplica con una vigilancia epistemológica rigurosa, no sólo prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos tecnológicos actuales, sino que los capacita para liderar la innovación con una conciencia plena de las implicaciones sociales, éticas y filosóficas de su trabajo. Este enfoque educativo, que combina rigor técnico con reflexión crítica, no sólo es recomendable, sino casi esencial para la formación de ingenieros que construyan soluciones comprendiendo y anticipando el impacto de éstas en la sociedad que los contiene.

Referencias:

- [1] Boído, G. et al., “*Pensamiento científico*”, Libros 1 a 5, Prociencia, Conicet, 1996, p. 53
- [2] Boído, G. et al., “*Pensamiento científico*”, Libros 1 a 5, Prociencia, Conicet, 1996, p. 55
- [3] Boído, G. et al., “*Pensamiento científico*”, Libros 1 a 5, Prociencia, Conicet, 1996, p. 93
- [4] Candelerio, N., *De la ciencia fáctica en general y la ciencia fáctica moderna*, Seminario de Educación, Filosofía y Epistemología- Doctorado en Educación UNR– Material de Cátedra, 2005, p. 7
- [5] Rudolf Carnap, como se citó en Boído et al., “*Pensamiento científico*”, Libros 1 a 5, Prociencia, Conicet, 1996, p.128.
- [6] Boído, G. et al., “*Pensamiento científico*”, Libros 1 a 5, Prociencia, Conicet, 1996, pp. 146-147
- [7] Mitcham, C., “*¿Qué es la filosofía de la tecnología?*” Ed. Anthropos, Promat S. Coop. Ltda., 1989, p. 13.
- [8] Boído, G. et al., “*Pensamiento científico*”, Libros 1 a 5, Prociencia, Conicet, 1996, p. 160
- [9] Boído, G. et al., “*Pensamiento científico*”, Libros 1 a 5, Prociencia, Conicet, 1996, p. 162
- [10] Boído, G. et al., “*Pensamiento científico*”, Libros 1 a 5, Prociencia, Conicet, 1996, p. 163
- [11] Mitcham, C., “*¿Qué es la filosofía de la tecnología?*” Ed. Anthropos, Promat S. Coop. Ltda., 1989, p. 19.
- [12] Kapp, E. tal como aparece citado en Mitcham, C., “*¿Qué es la filosofía de la tecnología?*”, Ed. Anthropos, Promat S. Coop. Ltda 1989, p.30
- [13] Engelmeier, P.K., como aparece citado en Mitcham, C., “*¿Qué es la filosofía de la tecnología?*”, Ed. Anthropos, Promat S. Coop. Ltda 1989, p. 33
- [14] Heidegger, M., *La pregunta por la técnica*. En *Conferencias y artículos*. Barcelona: Ediciones del Serbal., 1954, pp. 9-40
- [15] Bunge, M., “*Epistemología y filosofía de la ciencia*”. Madrid: Editorial Tecnos, 1981, p. 123.
- [16] Bunge, M. (1980). “*La ciencia, su método y su filosofía*”. Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 1980, p. 156.
- [17] Bunge, M., “*La ciencia y la tecnología en la sociedad moderna*”. Madrid: Editorial Trotta, 1996, p. 234.
- [18] Bunge, M., “*Ética y filosofía*”. Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 1989, p.187.
- [19] Ortega y Gasset, J., “*Meditación de la técnica*”, *Revista de Occidente S.A.*,1939, p. 15
- [20] Ortega y Gasset, J., “*Meditación de la técnica*”, *Revista de Occidente S.A.*,1939, p. 16
- [21] Vuorikari et al., 2016, como aparece en Rodríguez, G., Andrés, G., Gallucci, P., Sklate Boja, M. F. & Esquivel, I. (2024). “*Comunicación, integración tecnológica e innovación educativa. Análisis multidimensional de un caso en carreras STEAM*” *In*Mediaciones de la Comunicación, 19(1), pp. 189-209. DOI: <https://doi.org/10.18861/ic.2024.19.1.3533>, 2024, p. 191
- [22] García Aretio, 2018 como aparece en Rodríguez, G. ., Andrés, G., Gallucci, P., Sklate Boja, M. F. & Esquivel, I. (2024). “*Comunicación, integración tecnológica e innovación educativa. Análisis multidimensional de un caso en carreras STEAM*” *In*Mediaciones de la Comunicación, 19(1), pp. 189-209. DOI: <https://doi.org/10.18861/ic.2024.19.1.3533>, 2024, p. 191
- [23] Bybee, 2013; Connor et al., 2015; Develaki, 2020; National Research Council [NRC], 2014, entre otros. Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R. y Greca, I. M. (2021) “*Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada*” *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 13-332021, p.14
- [24] Liao, 2016; Ritz & Fan, 2015; Martín Páez et al., 2019 como aparece citado en Rodríguez, G. et al., “*Comunicación, integración tecnológica e innovación educativa. Análisis multidimensional de un caso en carreras STEAM. 2024*”, p. 191
- [25] Rodríguez, G., Andrés, G., Gallucci, P., Sklate Boja, M. F. & Esquivel, I. (2024). “*Comunicación, integración tecnológica e innovación educativa. Análisis multidimensional de un caso en carreras STEAM*” *In*Mediaciones de la Comunicación, 19(1), pp. 189-209. DOI: <https://doi.org/10.18861/ic.2024.19.1.3533>, 2024, p. 193
- [26] Zeidler, 2016, p.17, como aparece citado en Ortiz-Revilla, J. et al., Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R. y Greca, I. M. (2021) “*Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada*” *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 13-332021, 2021, p.15

- [27] Rodríguez, G., Andrés, G., Gallucci, P., Sklate Boja, M. F. & Esquivel, I. (2024). “Comunicación, integración tecnológica e innovación educativa. Análisis multidimensional de un caso en carreras STEAM” InMediaciones de la Comunicación, 19(1), pp. 189-209. DOI: <https://doi.org/10.18861/ic.2024.19.1.3533>, 2024, p. 193
- [28] Herro y Quigley, 2017, como aparece citado en Ortiz-Revilla, J. et al., Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R. y Greca, I. M. (2021) “Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada” Revista Iberoamericana de Educación, 87(2), 13-332021, 2021, p.15
- [29] Rivera Toscano, Herrera Navarro & Ángeles Herrera, 2022 como aparece en Rodríguez, G., Andrés, G., Gallucci, P., Sklate Boja, M. F. & Esquivel, I. (2024). “Comunicación, integración tecnológica e innovación educativa. Análisis multidimensional de un caso en carreras STEAM” InMediaciones de la Comunicación, 19(1), pp. 189-209. DOI: <https://doi.org/10.18861/ic.2024.19.1.3533>, 2024, p. 193
- [30] Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R. y Greca, I. M. (2021) “Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada” Revista Iberoamericana de Educación, 87(2), 13-332021, p.15
- [31] Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R. y Greca, I. M. (2021) “Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada” Revista Iberoamericana de Educación, 87(2), 13-332021, p.14
- [32] CHEVALLARD Y., “Les processus de transposition didactique et leur théorisation”, in ARSAC G. ET ALII (COORD.) (1994) — La transposition didactique à l'épreuve, Paris,La Pensée, Sauvage, pp. 135 – 180.

V. BIOGRAFÍAS

Gustavo Belliski es Ingeniero Electricista por la **UNMDP**, y Profesor en Tecnologías de Construcciones por el ISFD N° 6616 S.U.E.T.R.A. Docente de la **UNMDP** desde 1993, ocupa los cargos de profesor adjunto de las cátedras de Electrotecnia (IM), Electrotecnia 1 y Automatismos Industriales. Actualmente, es estudiante de Doctorado en Educación de la UNR.

Guillermo Rodríguez es Posdoctorado en Ciencias de la Información y Comunicación, Université Paris 8 (Francia). Doctor en Ingeniería, Universidad Nacional de Rosario (Argentina). Profesor de Filosofía, Universidad Nacional de Rosario. Profesor Titular, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Sus temas de investigación se centran en la enseñanza de la ingeniería, las metodologías de modelado para el estudio analítico del seguimiento de procesos de interactividad y el desarrollo y la optimización de aplicaciones de software de código abierto para el campo educativo, investigativo y de vinculación tecnológica y social.