



REVISTA DE FILOSOFÍA

I. ÉTICA, GLOBALIDAD CRÍTICA Y BIENESTAR HUMANO

II. DIMENSIÓN EPISTÉMICA Y DESARROLLOS CULTURALES

*III. LA EDUCACIÓN EN CONTEXTO INTERCULTURAL Y
DECOLONIAL*

*IV. REPENSAR LA EDUCACIÓN SUPERIOR: TEORÍAS Y
PRÁCTICAS*

Universidad del Zulia
Facultad de Humanidades y Educación
Centro de Estudios Filosóficos
"Adolfo García Díaz"
Maracaibo - Venezuela

Nº 99
2021-3
Septiembre-Diciembre

Revista de Filosofía

Vol. 38, N°99, (Sep-Dic) 2021-3, pp. 531 - 545
Universidad del Zulia. Maracaibo -Venezuela
ISSN: 0798-1171 / e-ISSN: 2477-9598

**Transposición Didáctica: Estrategia para el desarrollo de
competencias en la formación académica del ingeniero**

*Didactic Transposition: Strategy for the Development of Competences
in the Academic Training of the Engineer*

Gabriel A. Torres Díaz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3002-7664>
Universidad de la Costa – Barranquilla - Colombia
gtorres6@cuc.edu.co

Leidy Milena Mora Higuera

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1254-3750>
Corporación Universitaria Reformada - Barranquilla – Colombia
l.mora@unireformada.edu.co

José de Calazans Pernet Carrillo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7201-2383>
Corporación Universitaria Reformada – Barranquilla – Colombia
jpernettcarrillo@gmail.com

Sandy Paola Ibáñez Reyes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7743-8671>
Universidad de la Costa – Barranquilla – Colombia
sibanez1@cuc.edu.co

Resumen

Este trabajo está depositado en Zenodo:
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5670074>

El objeto de la investigación es presentar la aplicabilidad de los fundamentos teóricos de la transposición didáctica en el desarrollo de competencias en las carreras de ingeniería, sustentado en las ideas primigenias y el potencial didáctico de Vernet (1975), Chevallard y Joshua (1982), y Chevallard (1978,1994). La metodología empleada está basada en la perspectiva documental, procurando la síntesis de los postulados teóricos del método didáctico soportada en la corriente epistemológica racionalista. El método de transposición didáctica, por una parte, pone en evidencia tres momentos asincrónicos: el saber sabio, el saber a enseñar y luego el saber enseñado, estos, se vinculan desde dos puntos importantes, primero, el problema de reconocimiento de un contenido erudito de enseñanza, y el segundo, instancia donde éste puede sufrir transformación y es adaptado para poder ser enseñado. Estas condiciones recrean un interés excepcional en la ingeniería por utilizar ésta conocimientos científicos ideales para transformarlos en saberes que desarrollan competencias en el individuo en formación.

Palabras claves: transposición didáctica; ingeniería; transformación; competencias

Recibido 25-08-2021 – Aceptado 27-10-2021

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional
(CC BY-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

Abstract

The purpose of the research is to present the applicability of the theoretical fundamentals of didactic transposition in the development of competences in engineering careers, based on the original ideas and the didactic potential of Vernet (1975), Chevallard and Joshua (1982), yChevallard (1978, 1994). The methodology used is based on the documentary perspective, seeking the synthesis of the theoretical postulates of the didactic method supported by the rationalist epistemological current. The method of didactic transposition, on the one hand, highlights three asynchronous moments: the wise knowledge, the knowledge to teach and then the knowledge taught, these are linked from two important points, first, the problem of recognition of a scholarly content teaching, and the second, instance where it can undergo transformation and is adapted to be taught. These conditions recreate an exceptional interest in engineering to use it ideal scientific knowledge to transform it into knowledge that develops skills in the individual in training.

Keywords: didactic transposition; engineering; transformation; competences

Introducción

La transposición didáctica como herramienta pedagógica invita al docente-emisor de saberes, a facilitar el proceso de desarrollo de competencias técnicas cuando el conocimiento es exclusivo de la elite científica, tanto del campo social como la ciencia, para ello, utiliza marcos referenciales propios de la práctica de la didáctica pedagógica moderna, que transforma el saber sabio o erudito en saber a enseñar como una propuesta que sea entendible y comprendida por el receptor de la información para en definitiva convertirse en un saber enseñado. Estos son los principios de la transposición didáctica desarrollados por Verret (1975), Chevallard y Joshua (1982), y Chevallard (1978,1994) en sus clases de Matemáticas de la escuela francesa. En base al propósito originario del método, este artículo pretende hacer una aproximación de los postulados teóricos de la transposición didáctica aplicados al desarrollo de competencias en la formación académica de los ingenieros, desde la perspectiva de la relación pedagógica intrínseca ternaria entre el docente, el estudiante y el saber científico.

El objetivo de la investigación es presentar la aplicabilidad de los fundamentos teóricos de la transposición didáctica en el desarrollo de competencias en las carreras de ingeniería, basado en las relaciones metodológicas y capacidades del docente para que ocurran transformaciones del saber sabio en saber a enseñar y luego en saber enseñado en las prácticas pedagógicas. Se estudió la evolución conceptual de la estrategia de transposición didáctica, sus orígenes, también se analizaron algunas ideas de investigadores latinoamericanos recientes, todo con el fin de vincular este método didáctico con el desarrollo de competencias. En base a la argumentación presentada, surge la interrogante

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

desde la complejidad del pensamiento docente: ¿será la transposición de saberes científicos el método didáctico correcto para transferir conocimientos científicos a los estudiantes de ingeniería en las universidades, que propicie el desarrollo de competencias en el individuo cursante?

En efecto, la actividad científica de la ingeniería, por ende llena de saberes eruditos es presentada en este artículo, como forma ideal de aplicación del método de transposición didáctica como proceso que desarrolla habilidades y actitudes en los formantes. Se exponen también, algunos ejemplos de transposición con sus respectivas transformaciones y adaptaciones propias del contexto socio-cultural y académico de la carrera de ingeniería y del mismo ambiente de desarrollo donde se desenvuelve el ejercicio didáctico. La particularidad de la ingeniería en el ejercicio docente hace posible la aplicación de la estrategia, ya que ésta, impacta socialmente, puesto que, a partir de conocimientos complejos produce métodos y soluciones tecnológicas aprovechables en la vida cotidiana de los ciudadanos y los seres vivos en general. Además, la carrera desde el punto de vista de la misma demanda social, debe estar al ritmo de las tecnologías emergentes que han estado *in crescendo* en un mundo cada vez más globalizado y conectado virtualmente.

Metodología

Metodológicamente el estudio ha recurrido a una perspectiva documental, sustentado en los fundamentos teóricos de la transposición de saberes desde la didáctica pedagógica en el marco del desarrollo de competencias en los estudiantes de la carrera de ingeniería. De acuerdo a esta consideración epistemológica, la investigación utiliza estrategias de reflexión sistemática y con argumentación soportada por información proveniente de las ideas de la escuela francesa primigenias de Verret (1975), Chevallard y Joshua (1982), y Chevallard (1978 y 1994). Además se recuperó información de autores latinoamericanos para conocer segmentos específicos de transposición didáctica y a partir de la investigación documental se analiza la coherencia y concordancia existente entre la construcción del conjunto de teorías y ejemplos prácticos que soportan el modelo didáctico, (Peña y Pírela, 2007, p.154).

En el primer momento del ensayo se procura una reflexión sobre el desarrollo de competencias técnicas propias de la ingeniería, cubriendo los aspectos didácticos factibles en esta ciencia, el cual maneja saberes científicos con la intención de producir finalmente resultados dirigidos a solucionar situaciones sociales. A partir de allí se recrea otro momento, con la síntesis de los postulados teóricos de la transposición didáctica soportada en corriente epistemológica racionalista, para luego realizar un análisis del complejo proceso de transformaciones de saberes por el cual el conocimiento científico se constituye en objeto a enseñar en la docencia de la ingeniería. Para finalmente, presentar algunos ejemplos del método de transposición didáctica con casos específicos de contenidos del proceso educativo en la ingeniería.

Desarrollo de competencias en la ingeniería

La Ingeniería como ciencia multidisciplinar del pensamiento técnico-creativo, aplica conocimientos y saberes técnicos, tecnológicos y científicos, que en ocasiones resultan complejos, pero que remedia a través de la creatividad, leyes y recursos que la misma naturaleza aporta, con la finalidad de producir materias primas, bienes, servicios, sistemas y procesos que contribuyen a aportar soluciones. La ingeniería se debate desde la perspectiva del proceso educativo en la concepción de la práctica tradicional de su enseñanza de formas didácticas conductistas a estrategias socio-constructivistas centradas en el estudiante y al objeto de aprendizaje para el desarrollo de competencias. Este marco pedagógico en transición real ha sido difícil de superar en la educación de muchos países, puesto que las universidades enfrentan duros retos de transformación de la didáctica y formas de impartir docencia para la construcción o transferencia del conocimiento. A estos argumentos se suma que los estudiantes de ingeniería esperan, una educación en tecnología con actividades prácticas inmediatas para desarrollar habilidades y con el mínimo de teoría formal, porque creen que es tan fácil de usar, que no es necesario complicarse, (Arzola y Pavas, 2019, p. 3).

En este sentido, la ingeniería como ciencia, requiere de una intensa transformación en sus formas didácticas en las universidades, ya que la demanda de servicios tecnológicos y soluciones ingenieriles ha estado en continuo aumento a velocidades vertiginosas, y requieren de nuevos profesionales con competencias técnicas de muy alto nivel, esto en gran parte debido a que, las tecnologías generadas por medio de la ciencia y la ingeniería ha mejorado de manera continua y creciente las condiciones de vida de miles de millones de personas en todo el mundo. Actualmente, los indicadores globales de expectativa de vida, servicios básicos, bienestar, seguridad y salud, entre otros, son muy superiores a, por ejemplo, los registrados hace apenas 50 años, (Organización Mundial de la Salud, OMS, 2020).

Por otro lado, las universidades han mantenido los esquemas didácticos de la enseñanza de la ingeniería de manera casi incólume de la forma tradicional de hace muchos años atrás, en este sentido, requiere de profundos cambios de paradigmas estratégicos del proceso educativo, ya que la ingeniería es un verdadero camino hacia el desarrollo de la economía y la tecnología de cualquier país. Esta aseveración justifica un profundo cambio e innovación de planes del proceso educativo en la ingeniería hacia el desarrollo de competencias, cuyos resultados seguramente contribuirán a generar conocimientos que se dirigirán a producir bienestar. Es así, como entran en el juego las estrategias didácticas de enseñanza de saberes en los programas curriculares de ingeniería, y en específico la propuesta didáctica que se plantea en esta investigación, basadas en los estudios realizados por Yves Chevallard, fundador, co-creador e investigador de las ideas de transposición didáctica, en la Escuela de Matemáticas de la Universidad IUFM de Aix-Marseille, Marsella, Francia.

Para contextualizar un poco la situación actual de la enseñanza de la ingeniería, es necesario realizar un diagnóstico descriptivo del estatus actual por lo menos, en la región latinoamericana, ya que en este momento de globalización y avances comunicacionales, exige una formación sólida científico-tecnológica mediadas a través de procesos didácticos flexibles, donde predomine el desarrollo de competencias técnicas propias de cada área de la ingeniería, complementadas con competencias actitudinales, como: capacidad de innovación, capacidad analítica, creatividad, toma de decisiones y asunción de responsabilidades sociales (Capote, Rizo y Bravo 2016, p. 27). Esto permitirá desarrollar las competencias al futuro ingeniero para dar respuesta a los problemas recurrentes de las comunidades y los estados, que requieran de tecnologías y acciones que viabilicen soluciones para el buen sentido del vivir bien ambientalmente del ciudadano.

Para sumar dificultades a los retos que enfrentamos, la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) han manifestado su preocupación por el desinterés marcado por los estudiantes de secundaria a nivel global de tomar carreras de Ingeniería y Ciencias (Ibídem, p. 22). En este sentido, el informe de la UNESCO, titulado “*Ingeniería para el desarrollo sostenible: Cumpliendo los objetivos de desarrollo sostenible*”, publicado el 4 de marzo de 2021, expresa gran preocupación por la transformación de la enseñanza de la ingeniería para abordar temas apremiantes, como las tecnologías emergentes, tales como los macrodatos y la inteligencia artificial (IA), que son cruciales para abordar retos a los que se enfrentan la humanidad y el planeta en general, ya que el papel de los ingenieros, por un lado, es vital para atender necesidades humanas básicas relacionadas con las tecnologías, y los retos tecnológico-ambientales para cumplir la Agenda 2030 de Objetivos de Desarrollo Sostenible, suscrita en el año 2015 por las Naciones Unidas.

La ingeniería es entonces, una profesión que afronta responsabilidades de ámbito planetaria y su accionar es de primera línea para atender el importante y crucial desarrollo sostenible futuro del mundo, además de estar actualizado con los avances en las innumerables tecnologías emergentes que prácticamente a diario se desarrollan en el planeta, como: nanotecnología, biotecnologías, fotónica, mecatrónica, las tecnologías de información y comunicaciones, la logística de sistemas, la surgencia de nuevos materiales para el desarrollo, los nuevos sistemas de transporte y la fuentes alternas de energía. Todo el arrollador avance en la ingeniería y tecnología plantea retos importantes a la luz de lo descrito para que las universidades apliquen la didáctica necesaria que permitan intercambiar saberes científicos y transformarlos para construir conocimientos comprensibles que conduzcan al desarrollo de competencias técnicas.

De acuerdo con Blanco (2007, p. 3), la apertura de los mercados y los avances tecnológicos son los responsables de la globalización, pues entonces, toda la educación junto a sus métodos de enseñanzas en general debe ir en paralelo con la misma, este panorama se incrementará notablemente y se puede pronosticar una estandarización de los diseños educativos y la ingeniería no debe ser la excepción, más si sus productos son co-responsables de la globalización, por ello es necesario entender que estamos en presencia de la sociedad del conocimiento, donde se presenta prioritario la importancia de la formación continua de

los profesionales de la ingeniería y sus discípulos, hasta el punto de considerar el conocimiento como un cuarto factor de producción.

Fundamentos teóricos de la transposición didáctica

Antes de entrar al concepto de transposición didáctica, es preciso entender la didáctica como una herramienta docente, que permite el desarrollo del proceso educativo y es, desde el punto de vista de la docencia en ingeniería, útil para superar este acelerado avance del conocimiento, sino se corre el riesgo que una sociedad entera se quede rezagada en el avance que el mundo experimenta. Entendiéndose la didáctica asociada a las ciencias, como: “el conjunto de técnicas destinadas a dirigir la enseñanza mediante principios y procedimientos aplicables a todas las disciplinas, para que el aprendizaje de las mismas se lleve a cabo con mayor eficiencia” (Nérici, 1973).

En muchas universidades y escuelas técnicas superiores donde se imparte carreras de ingeniería, existe el desconocimiento por parte del docente del verdadero alcance e importancia de las estrategias didácticas que permitan al estudiante ser actor de su propio aprendizaje y desarrollar sus habilidades creadoras y destrezas cognoscitivas, sobre todo en Latinoamérica donde se percibe que la acción mediadora del docente es en ocasiones inapropiada. En fin, es una realidad del profesor-ingeniero ya que su formación, quizás haya sido, de carácter conductista y desarrollado para producir bienes tangibles *per se*. Para la ingeniería se supone que intervienen saberes de carácter tecnológico y científico propio de la ciencia, es necesario describir, entonces, los elementos que intervienen en el proceso como: la fuente del conocimiento, características del receptor y la tecnología o área de ciencia que se desea transmitir, (Zulueta, Medina, y Negrín, 2015, p. 317)

De acuerdo a lo antes expuesto surge la necesidad de aplicación de nuevas estrategias, como, la transposición didáctica, que es un método de enseñanza del campo de la didáctica educativa donde el conocimiento científico -que ocasiones presenta mucha complejidad- sufre adaptaciones más dirigibles para poder ser entendido por el interlocutor receptor de la información. Este método es de reciente creación y surgió de las experiencias e investigaciones de Michel Verret en su estudio titulado “Le temps des études”, tesis presentada en la Universidad de París. Este autor comenzó a explorar el mundo de las ciencias didácticas y los diferentes enfoques del proceso educativo, donde aseguraba que ningún conocimiento se puede explicar o transmitir sin modificarlo y llevarlo a nivel más bajo para que fuese entendido. A este insigne investigador en campo de la Sociología y Antropología, se le debe el concepto de didáctica como: “la transmisión de aquellos que saben a aquellos que no saben”, (Verret, 1975 p. 139)¹. En la definición misma de didáctica, el autor lo simplifica, lo transforma de manera sencilla para explicar su definición.

¹Michel Verret adiciona en su estudio, que: “Toda práctica de enseñanza de un objeto presupone, la transformación previa en objeto de enseñanza, además, en este trabajo de separación y de transposición, se instituye necesariamente una distancia entre la práctica de enseñanza, la práctica en la que el saber es enseñado, es decir, la práctica de transmisión y la práctica de invención” (Verret, 1975, p.140).

El origen del concepto y primer acercamiento de transposición didáctica de Verret, expresa: “cualquier práctica que imparta objeto presupone la transformación previa de su objeto en objeto de enseñanza”. Señala que la docencia como acto sublime pedagógico debe ser una “práctica del conocimiento” antes que una práctica de transmisión de saberes. Asume que este método de la ciencia didáctica necesariamente se basa en la experiencia y la profesionalidad, y que la transposición didáctica da una nueva forma al conocimiento al evitar detalles complejos para que pueda “entenderse” antes de “ser enseñado”. La didáctica tratada produce una “sustitución de objeto didáctico” en forma de artefacto para satisfacer la demanda teórica para la que fue creada. En general, la transposición didáctica es una herramienta teórica útil para explicar didácticamente la transición del campo teórico al campo docente. Promueve el paso de la doctrina, la teoría, a su formalización para su futura transmisión y concierne principalmente al docente (Ibídem, p.140).

Pero no fue sino hasta los años de 1978 y 1994 que el emérito profesor de Matemáticas Yves Chevallard de la Universidad IUFM de Aix-Marseille, en Marsella, Francia quien desarrolló y profundizó apasionadamente en el tema de la transposición didáctica, frecuentemente argumentaba que ésta era un sistema que guarda una relación intrínseca ternaria entre el docente, el estudiante y el saber matemático (Chevallard, 1978) y muy pronto presentó seminarios, conferencias y realizó investigaciones sobre la necesidad de transponer o transformar el saber científico complejo hasta convertirlo en saberes dóciles para poder enseñar, a esta estrategia la reconfiguró y conceptualizó con el nombre que venía manejando Verret: Transposición Didáctica. Chevallard expresa que la terna docente, estudiante y saber funcione y sea el conocimiento posible de transmitirse, deberá sufrir en el proceso ciertas transformaciones que hagan apto el saber para ser enseñado, de allí su premisa “del saber sabio al saber enseñado” que hace realidad este método didáctico.

Para Chevallard es clave identificar y reconocer el saber sabio, lo que otros denominan saber complejo o erudito, este es el inicio del proceso para el cual es necesario trasladarse desde el objeto del saber, pasar al objeto a enseñar hasta llegar al objeto enseñado. El primer conocimiento es considerado el saber sabio, es la entrada al proceso didáctico, demanda ser transformado y adaptado para procesarlo y convertirlo en entendible, pasando de esta manera a objeto a enseñar, aquí aplica el docente un método didáctico para impartir el conocimiento, que posteriormente es entendido por el estudiante, esto es la salida final del proceso, el objeto enseñado. Este procedimiento marca el paso del saber más o menos oculto para muchos a lo explícito para el receptor. Si observamos detenidamente el proceso, el saber sabio solo es reconocido por la comunidad científica, pero así solo, es muy complejo enseñarlo en una comunidad que estudia ingeniería, sino la Teoría de Relatividad de Albert Einstein sería comprendida fácilmente por los universitarios de todas las ingenierías.

La definición próxima de transposición didáctica, según Chevallard es, un conocimiento que ha sido determinado como un saber a enseñar, es transformado a través de una serie de pasos hasta adaptarlo, consecutivamente para que sea un objeto de

enseñanza, entonces el método y esfuerzo que se utiliza para transformarlo y pasar de un saber sabio a un objeto de saber hasta llegar a un objeto para la enseñanza del receptor, es la conceptualización del tema de estudio, (Chevallard, 1978). Una vez ejecutado el procedimiento de transposición didáctica el saber de enseñanza será muy diferente al saber sabio, será entendible, comprensible y fácil de transmitir en el acto pedagógico. Durante el proceso se requiere de mucho cuidado y atención ya que en la transformación y adaptación pueden presentar desvíos catastróficos.

La transformación del saber sabio puede presentar dificultades, se pueden cometer errores, este se degrada y se aleja de la realidad científica, por lo que es necesario que el docente realice una verdadera revisión y aprenda el saber sabio de forma sucinta y precisa. Se puede presentar la posibilidad de omitir hechos y conceptos reales, provocando errores en el proceso educativo. Por ello, en la transposición didáctica el transmisor del saber científico es un actor clave para que el proceso sea cumplido a cabalidad. Requiere por parte del docente transmisor una formal sabiduría de las ciencias didácticas y la ciencia tratada, ya que el delicado tema de transferir conocimientos y tecnologías es crítico en sus pasos iniciales. Pero según Bayka (2016, p.18), una vez realizado la comprensión precisa del saber sabio, este le sirve de modelo comparativo del conocimiento y luego con facilidad introducirlo al proceso didáctico con una serie de conceptos análogos que fueron estructurado para hacerlo comprensible.

Un ejemplo efectivo de conocer de manera precisa el saber sabio, lo realizaron Chevallard y Joshua (1982), con el concepto de distancia en geometría, que representó un gran modelo a seguir en los programas de estudios de las escuelas de Francia. Los autores indagaron profundamente el concepto hasta comprenderlo y rastrearon la fuente, hasta llegar a Frèchet en el año 1906, un especialista en cálculo diferencial quien fue el creador moderno de la definición geométrica de distancia, que era utilizada para sus demostraciones matemáticas pero su comprensión solo era conocida por expertos colegas de las sociedades científicas del entonces, que se reunían frecuentemente de forma elitista, en jornadas, congresos y convenciones científicas. Los autores mencionados, desglosaron la complejidad matemática del concepto y lo discretizaron en partes y luego lo resumieron para introducirlo en la escuela como: la longitud que separa dos puntos y su correspondiente operacionalidad matemática, es decir, aplicaron el método de la transposición didáctica para explicar la definición geométrica de distancia.

Luego que el objeto del saber, es transformado por el docente, este se convierte en objeto de enseñanza, es aquí donde viene la interacción del docente con el estudiante. Es donde el mismo estudiante asume con sentido de responsabilidad la tarea y los conceptos transmitidos didácticamente por el docente, sin su participación comprometida, es posible que el método de transposición didáctica se quiebre y se produzca una ruptura en medio del proceso, por ello el estudiante está plenamente obligado a corresponsabilizarse con el proceso educativo. Es aquí donde los postulados de Chevallard sobre la terna: docente, estudiante y el saber cobra una verdadera importancia.

La relación entre el saber sabio y el saber enseñar estructura un acto educativo de encuentros entre seres humanos, donde intervienen las emociones, las habilidades y las capacidades (Bayka, 2016, p. 33), es este acto el que conduce a desarrollar competencias técnicas y actitudinales en el estudiante, si éste está alejado de la realidad conceptual de la didáctica en general se corre el riesgo de distanciarse por completo el saber sabio del saber enseñar². Es necesario entonces, por parte de ambos actores del sistema didáctico acciones que sean estimulantes en ambas direcciones. La transposición didáctica permite establecer lazos muy estrechos entre los estudiantes y el docente investigador, la metodología requiere que este último participe activamente en las actividades académicas de los alumnos de manera afectiva, haciéndolo sentir un integrante más del grupo con alta posibilidad de integrarse por completo en los actos pedagógicos (Figueredo, 2014).

De acuerdo con Chevallard, (1994, p. 45) es necesario introducir el concepto de vigilancia epistemológica, referido a que el didacta debe estar pendiente en el proceso de transposición, para que en la brecha entre el saber erudito y el saber a enseñar, durante la transformación no se distorsione de la realidad. La brecha o diferencia debe ser reconocida, tanto el docente como el estudiante, para de esta manera, monitorear la reducción de las diferencias existentes, -quien no reconozca diferencias conceptuales entre dos acepciones, está condenado a no resolver la situación- se presenta otra premisa más que describe las actividades del docente y el estudiante, por tanto, el proceso didáctico debe estar sometido a constantes evaluaciones entre ambas partes. Por ello, es necesario tanto que el transmisor de los mensajes del objeto a enseñar debe ser entrenado y capacitado en su área técnica y pedagógico, y el receptor representado por el estudiante debe estar sometido a constantes repeticiones del objeto a enseñar para que culmine con el objeto enseñado bien internalizado y comprendido.

Una vez cumplida exitosamente la fase de objeto a enseñar con todas las recomendaciones que exige el modelo didáctico de transposición, este se convierte finalmente en saber enseñado. Los objetos del saber sabio son transformados, reformulados, fragmentados y adaptados con la finalidad de transponerlos en un contexto diferente de aquel de su origen³ (Quintana y Robles, 2000, p. 2). Para el autor, el saber enseñado debe ser visto por los científicos y sabios que dominan el saber erudito como próximo o igual al saber enseñado, sino el modelo de transposición sufrió una ruptura pedagógica y, estaría en peligro la legitimidad de la aplicación del método. Si esta aseveración ocurriera, no se cumpliría el propósito final de la transposición didáctica, el cual es mejorar el proceso de enseñanza–aprendizaje.

Transposición didáctica en el proceso educativo en la ingeniería

²El distanciamiento entre el saber erudito y el saber enseñar en el saber enseñado, tal vez estructura un acto educativo en encuentros humanos secos y vacíos, lejos de significado y sentido en la dinámica científica social actual, reduciéndolo al punto de transformarlo en letra muerta (Bayka, 2016, p. 33).

³“El análisis del paso del Saber a Enseñar al Saber Enseñado debe tomar en cuenta a la vez los programas, los comentarios, los libros de texto. Las preparaciones de los cursos y las prácticas efectivas del docente en la clase significa Saber Enseñado” (Quintana y Robles, 2000, p. 2).

La ingeniería es quizás, una de las ciencias que más se adapta a la aplicación de la transposición didáctica por su rol de transformar el conocimiento científico en aplicaciones tecnológicas y con el accionar laboral profesional se desarrollan competencias y habilidades, en sí, se tiene que redefinir el concepto de formación del individuo. Este concepto está cambiando de modo espectacular y rápido los métodos de formación en las universidades y empresas, en la actualidad, están dirigidas a la formación por competencias (Alles, 2007, p. 61). Tanto así que en las últimas dos décadas ha surgido de algunos investigadores pedagógicos del área lo que denominan “Ingeniería Didáctica”, que es un método de enseñanza, diferente a la transposición didáctica

Para entender de forma practica el método de transposición didáctica en ingeniería, se tomará un ejemplo del área, estudiaremos el concepto de “Momento de una Fuerza respecto a un Punto”, que es un conocimiento cuyo contenido es del área de la Estática, siendo esta “la ciencia que estudia las condiciones de los cuerpos que deben satisfacer las fuerzas que actúan sobre un cuerpo o sistema material para mantenerlo en estado de reposo o equilibrio” (Llano, 1999, p.1). Para iniciar el ejercicio, consideremos un cuerpo rígido en su punto A se está aplicando una fuerza F. (figura 1). La posición de A la damos con respecto a un punto fijo O, mediante el vector posición OA. El plano indicado en el gráfico es el determinado por OA y F. Se define como Momento de la Fuerza F respecto al punto O al producto vectorial de OA por F:

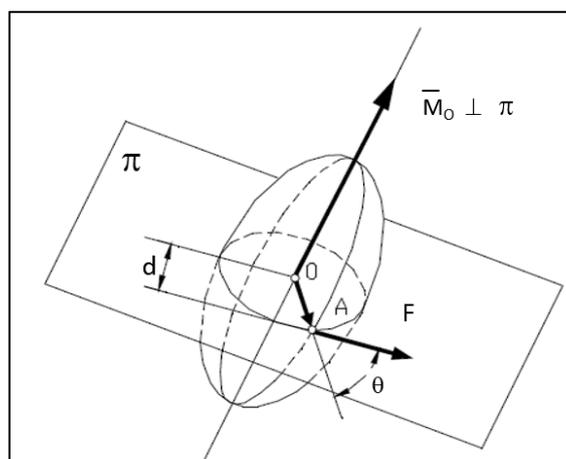


Figura 1. Momento de una fuerza respecto al punto o, siendo d: distancia, F: fuerza, θ : ángulo de rotación.

Fuente: Llano, 1999, p. 18

En un vector perpendicular al plano de OA y aplicado en O. Su sentido corresponde a la rotación θ a aplicarle a la recta de acción de OA para llevarla a superponer con la de F; este sentido coincide con el de la rotación que la fuerza tiende a imprimirle al cuerpo alrededor de un eje pasante por O y perpendicular a π . El lugar de aplicación de la fuerza, por extraño que parezca, en ocasiones es incluso más importante que el tamaño de la fuerza. Para comprobarlo podemos hacer el siguiente experimento: Si el observador se ubica en el extremo de M_o debe ver esta rotación como anti horaria; se puede asimismo establecer el

sentido de Mo aplicando la regla de la “mano derecha”. El módulo o intensidad de Mo vale, entonces,

$$Mo = OA * F * \text{sen}\theta = F * d; \quad \text{donde } d = OA * \text{sen}\theta \quad (\text{Llano, 1999, p.18})$$

Como se observa el concepto de Momento de una Fuerza respecto a un Punto, es un **saber sabio** exclusivo de Ingenieros Mecánicos o Civiles, que han estado en experiencias constantes con la definición del ejemplo. Para un estudiante de ingeniería sería un poco complejo la comprensión a priori en un primer momento académico con el docente: veamos entonces como transformamos el concepto para convertirlo en un **saber a enseñar**.

Supongamos, que usted trata de levantar una esfera de hierro de 10kg de peso, primero toma la esfera en la mano y la levanta con el brazo extendido y lo logra, luego al rotar el codo con el brazo pegado al cuerpo, fíjese que el peso de la esfera de hierro y por tanto la fuerza de la misma debido al gravedad es la misma en los dos casos, pero el efecto sobre la estructura que en este caso, es el cuerpo, es muy diferente. En el primer caso, con el brazo extendido, es posible que dure pocotiemposu ejecución, mientras que en el segundo caso, pegado al cuerpo haya menos rechazo por tanto mejor resistencia con más tiempo. Este efecto que acabas de experimentar se denomina en cálculo de estructuras mecánicas o civiles, Momento de una Fuerza, y su magnitud física, viene dado por $Mo = d * F$, donde, d: longitud del brazo, y F: peso de la esfera de hierro.

Una vez comprendido y habiendo los alumnos participado de manera práctica en el ejercicio de transposición será un **saber enseñado**, recreará la capacidad analítica y la creatividad, lo cual son competencias actitudinales necesaria en los ingenieros, además del conocimiento o competencia técnica de reconocer el Momento de un Punto y llevarlo a una estructura real. Es importante de acuerdo con Chevallard, que cuando se ejecuta el método de transposición didáctica, previo a la transformación del saber sabio, entrar en el paso previo de estudiar la evolución histórica del concepto de Momento, su desarrollo teórico, ecuaciones implicadas, definiciones de varios autores, aplicaciones en la ingeniería para que el estudiante se familiarice con el saber sabio. También del mismo modo, paralelamente surgen de la transposición del saber otros saberes, denominado por Chevallard (1978), conceptos paralelos o protodefiniciones, por ejemplo, cuando es aplicada una fuerza a un tornillo o tuerca con una llave y producir giro, allí coexisten las definiciones de Momento y el Torque sobre el eje del tornillo.

En el mismo orden, un ejemplo de protodefiniciones para la carrera de ingeniería, son las nociones de las Matemáticas para resolver situaciones y problemas de su área específica y precisamente Chevallard como profesor del área utilizaba la transposición didáctica en su aula de clase, algunos conclusiones que extrajo de su experiencia investigativa en didáctica de transposición deesa materia, es que existen factores paralelos actuantes en la descomposición y transformación del saber sabio para convertirlo en un saber a enseñar, las denominó nociones paramatemáticas y protomatemáticas, los cuales constituyen elementos importantes para la transformación del saber sabio y consecuentemente para la aplicación de la transposición, esto es por ejemplo, si se estudia

didácticamente la identidad matemática de segundo grado: $a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$, esto supone entonces nociones y conocimiento de factorización y simplificación en Matemática, a esto lo denominó nociones protomatemáticas (Chevallard, 1978).

A modo de conclusiones finales

La transposición didáctica surge de la escuela francesa de Verret y Chevallard, específicamente de las experiencias pedagógicas y didácticas en las clases de Matemáticas, hasta extenderse y abarcar diversos campos del conocimiento científico. En esta práctica metodológica el conocimiento científico está sometido a dos transformaciones principales. En primer lugar, es modificado de tal forma que pueda ser enseñado y transformarse en objeto de enseñanza. En la segunda fase, la transformación que debe sufrir el saber sabio, deberá estar en franca dependencia de las condiciones socio-académicas e inserto en el ambiente de aprendizaje o aula, esto es debe adaptarse a las condiciones socio-culturales y nivel académico de los estudiantes. Significa esto, que no solo basta con modificar el conocimiento, éste se debe adaptar al entorno, por ejemplo, si el grupo de aula cursan la carrera de Ingeniería Mecánica y proviene de rasgos culturales y económicos específicos, las transformaciones deben ser acorde con las circunstancias del grupo que estudia Mecánica como ciencia y tendrá un nivel acorde con los rasgos sociales y culturales de los individuos receptores del conocimiento.

Es así como, en las carreras de ingeniería se requiere de la didáctica específica transpuesta en el entorno de la ciencia que es tratada, esta aseveración epistémica se ejecuta en orden para comprender el conjunto de conocimientos técnicos para posteriormente recrear competencias técnicas y habilidades psicomotoras –que tanto requiere el ingeniero– que provienen del saber científico para transformarla a su vez en acciones problematizadoras. Por ello, el conocimiento técnico-científico en toda su dimensión hermenéutica presenta en muchas ocasiones dificultades para su comprensión; por lo tanto necesita de la metodología y capacidades para las transformaciones del **Saber Sabio** en **Saber a Enseñar** y luego en **Saber Enseñado**, postulados filosóficos de la **Transposición Didáctica**.

No se debe confundir la transposición didáctica con la ingeniería didáctica, concepto último muy bueno como herramienta metodológica, que surgió también de la escuela francesa y en la misma didáctica de las Matemáticas, a principios de los años ochenta, que según Artigue (1998, p. 33), surge como una metodología para problematizar acciones propias de las situaciones didácticas y la misma transposición. Según el autor, la ingeniería didáctica realiza una caracterización de los pasos o secuencias a seguir propias del trabajo de los ingenieros y del docente ingeniero en los proyectos que aborda, de allí que la estructuración es un conjunto de secuencias de clase concebidas, organizadas y articuladas en el tiempo de forma coherente por un profesor-ingeniero para efectuar un proyecto de aprendizaje de un contenido (De Faría, 2006, p. 28). En sí, el proceso de la ingeniería didáctica consta de cuatro fases: análisis preliminares, concepción y análisis de las situaciones didácticas, experimentación y análisis posterior, y evaluación.

El proceso de transposición didáctica en la docencia de la ingeniería permite que los contenidos de saberes sabios adaptados y transformados sean un conjunto de productos socio-culturales seleccionados para ser de manera más fácilmente aprendidos por los estudiantes con alguna noción del saber ya impartida, pues en la acción se recrean la enseñanza de la evolución del saber o el concepto en acción con la intención de lograr el objetivo final que es, el saber enseñado. La trasposición didáctica hace realidad que el saber en cuestión sea confrontado previamente y esto permite la cohesión de contenidos eruditos con los saberes previos del estudiante ya adquiridos durante el proceso, que finalmente será fundamental en el desarrollo cognitivo y de competencias técnicas y actitudinales del estudiante de ingeniería, no solo porque adquirirá un nuevo conocimiento, sino porque éste es un conocimiento significativo complejo, que le ha dejado capacidad analítica y habilidades psicomotrices durante la transposición.

Debido a que el conocimiento científico erudito aprendido por los estudiantes de ingeniería se configura a partir de la contextualización-descontextualización del entendimiento práctico-teórico, produce definitivamente una motivación especial y extraordinaria en los participantes del proceso didáctico, sobre todo la capacidad creadora para transponer saberes, que en sí, representa una competencia: poder de creación. Tanto así, que el docente que ha cumplido el cometido de enseñar saberes sabios, como al estudiante, que ha logrado un conocimiento único, lejos del alcance de muchos individuos, de tal modo que introduce en su agenda interna retos de rendimiento intelectual y actitudinal, construyendo y aprendiendo conocimientos, incentivándolo a generar su propio conocimiento durante el monitoreo del saber transpuesto en torno a un contexto particular, allí es cuando es posible descontextualizarlo de tal modo, que ese conocimiento adquirido pueda utilizarlo fuera del contexto donde fue creado, lo que Chevallard (1994, p. 45) denomina vigilancia epistemológica producida por la transposición didáctica.

Referencias

- Alles, M. (2007). *Desarrollo del talento humano: basado en competencias*. Edición 3^a, reimp. - Buenos Aires: Granica. 360 p.
- Arzola de la Pena, N. y Pavas, A. (2019). La enseñanza de la ingeniería en su encrucijada. *Ing. Investig.* [online]., vol.39, n.2 [cited: 2021-02-03], pp.3-10. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So120-56092019000200003&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0120-5609.
- Bayka, K. (2016). *Transposición didáctica en el aprendizaje del contenido estática mediante la elaboración de prototipos*. Tesis de Grado para optar al título de Magister. Universidad de Carabobo, facultad de Ciencias de la Educación. Valencia Venezuela. pp. 139
- Blanco Rivero, L. (2007). *Perfil del Ingeniero Colombiano para el 2020*. Fifth LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. Education, Innovation, Technology and Practice. Mexico

- Capote León, G.; Rizo Rabelo, N. y Bravo López, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad* [seriada en línea], 8 (1). pp. 21-28. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Chevallard, Y. (1978). *La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. [Libro en línea]. Disponible en: http://www-psio.uba.ar/academica/carreradegradado/profesorado/ibnformacion_adicional/902_didactica_general/material/biblioteca_digital/Chevallard.pdf. [Consulta: marzo 15-2021]
- Chevallard, Y. y Johsua, M. A. (1982). "Un exemple d'analyse de la transposition didactique. La notion de distance". En: *Recherches en didactique des mathématiques*, 3.2, 157-239.
- Chevallard Y. (1994) *Les processus de transposition didactique et leur théorisation*, in ARSAC G. ET ALII (1994). *La transposition didactique à l'épreuve*, Paris, La Pensée, Sauvage, 135 – 180.
- De Faría, E. (2006). *Ingeniería didáctica: Cuadernos de investigación y formación en educación Matemática*, Centro de Investigaciones Matemáticas y Meta-Matemáticas, Universidad de Costa Rica, Asociación de Matemática Educativa. Resumen, año 1, número 2
- Figueredo X., (2014), *Transposición Didáctica en el estudio de los triángulos*, Universidad Pedagógica El Libertador, Aragua– Venezuela.
- Llano, R., (1999), *Estática Aplicada*. Editorial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. pp. 280
- Nérici, I., (1973). *Hacia una Didáctica General Dinámica*, Kapelusz, 1-181, Buenos Aires, Argentina.
http://dione.cuaed.unam.mx/licel/tercer_semestre/didactica_general/unidad4/img/hacia_una_didactica_general_dinamica.pdf
- OMS (2020). *Estadísticas sanitarias mundiales: Monitoreando la salud para los ODS* Objetivos de Desarrollo Sostenibles. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338072/9789240011953-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y%22>
- Peña, T. y Pírela, J. (2007). La complejidad del análisis documental. *Información Cultura y Sociedad*, 16, 55-81. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2501044>
- Quintana, M. y Robles, A. (2000). *Transposición Didáctica*. *Revista Paradigma*, Vol. XXI, N° 2, / 1-10. Caracas, Venezuela

UNESCO (22 de abril de 2021). La Ingeniería para el desarrollo sostenible: cumpliendo los objetivos del desarrollo sostenible. Segundo Informe de ingeniería de la Unesco. 2021. <https://es.unesco.org/reports/engineering>

Verret, M. (1975) *Le temps des études*, Paris, Librairie Honoré Champion. Recuperado en: http://theses.univ-lyon2.fr/documents/getpart.php?id=lyon2.2008.veysseyre_p&part=156670

Zulueta, J.; Medina, A. y Negrín, E. (2015). La integración del conocimiento en la transferencia tecnológica universitaria: modelo y procedimiento. *Revista II, Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XXXVI/No. 3: Universidad de Matanza, Cuba*, p. 306-317



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

REVISTA DE FILOSOFÍA

N° 99-3 _____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada en octubre de 2021, por el **Fondo Editorial Serbiluz**, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

www.luz.edu.ve
www.serbi.luz.edu.ve
www.produccioncientificaluz.org