

PLURIVERSALIDAD DE LOS SABERES: ¿QUÉ HERRAMIENTAS PROPONE LA TEORÍA ANTROPOLÓGICA DE LO DIDÁCTICO?

PLURIVERSALITY OF KNOWLEDGE: WHAT TOOLS DOES THE
ANTHROPOLOGICAL THEORY OF DIDACTICS PROPOSE?

PLURIVERSALIDADE DOS SABERES: QUE FERRAMENTAS PROPÕE
A TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO?

Corine Castela 

LDAR, Université de Rouen, Université de Paris, Université Paris-Est Créteil,
CY Cergy Paris Université, Université de Lille, Francia

Recibido: 08/04/2024 – Aceptado: 31/05/2024 – Publicado: 18/06/2024

Remita cualquier duda sobre esta obra a: Corine Castela.

Correo electrónico: corine.castela@univ-rouen.fr

RESUMEN

El objetivo de este artículo es presentar algunas de las herramientas desarrolladas en el marco de la teoría antropológica de lo didáctico y de mostrar que, aunque dicha teoría sea de origen occidental, pueden constituir instrumentos eficaces para la epistemología cosmopolita que reclama la teoría decolonial. Se introduce la noción de etno-ingeniería que permite dar cuenta del ingenio de los pueblos originarios en su confrontación con los problemas que se les plantean, sin referirse a la nomenclatura impuesta por la ciencia. Sin embargo, porque se propone que algunos de estos inventos se incluyan en los programas escolares para todos los alumnos, incluidos los de ascendencia colonial, es imposible no abordar la cuestión de los vínculos con las asignaturas escolares. Este trabajo se propone en el caso de las matemáticas, lo que nos lleva a cuestionar la noción misma de matemáticas para reflexionar sobre los vínculos entre etno-ingeniería y etno-matemáticas.

Palabras clave: Descolonización del saber; Institución; Praxeología; Transposición; Ingeniería.

ABSTRACT

The aim of this article is to present some of the tools developed within the framework of the anthropological theory of didactics and to show that, although this theory is of Western origin, they can constitute effective instruments for the cosmopolitan epistemology called for by decolonial theory. The notion of ethno-engineering is introduced, which makes it possible to account for the ingenuity of native peoples in their confrontation with the problems they face, without referring to the nomenclature imposed by science. However, because it is proposed that some of these inventions be included in school curricula for all students, including those of colonial

descent, it is impossible not to address the question of links with school subjects. This issue is considered in the case of mathematics, which leads us to question the very notion of mathematics itself in order to reflect on the links between ethno-engineering and ethno-mathematics.

Keywords: Decolonization of knowledge; Institution; Praxeology; Transposition; Engineering.

RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar algumas das ferramentas desenvolvidas no âmbito da teoria antropológica do didático e mostrar que, embora esta teoria seja de origem ocidental, elas podem constituir instrumentos eficazes para a epistemologia cosmopolita exigida pela teoria decolonial. É introduzida a noção de etno-engenharia, que permite dar conta do engenho dos povos nativos em sua confrontação com os problemas que eles enfrentam, sem remeter para a nomenclatura imposta pela ciência. No entanto, uma vez que se propõe a inclusão de algumas destas invenções nos programas escolares para todos os alunos, incluindo os de origem colonial, é impossível não abordar a questão das ligações com as disciplinas escolares. Este trabalho é proposto no caso das matemáticas, o que nos leva a questionar a própria noção de matemática para refletir sobre as ligações entre a etno-engenharia e a etno-matemática.

Palavras-chave: Descolonização do saber; Instituição; Praxeologia; Transposição; Engenharia.

INTRODUCCIÓN

Como investigadora en didáctica de las matemáticas, he trabajado principalmente en los márgenes del saber matemático. En primer lugar, me interesé por lo que yo llamaba el saber matemático práctico, construido en y para la resolución de problemas. Este saber, generalmente ignorado en los tratados académicos, es devaluado, incluso despreciado, por los matemáticos. Durante una presentación de mi trabajo en el primer congreso de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), Yves Chevallard lo describió como *folklore*, etimológicamente el saber del pueblo. Utilizaba así un término tan a menudo empleado en una relación de dominación en relación con el saber de los pueblos originarios. A continuación, me condujeron jóvenes investigadores cuyos trabajos apoyé a territorios situados en las fronteras del saber académico: primero, las matemáticas utilizadas en el mundo profesional y, después, lo que ciertos marcos teóricos llaman etno-matemáticas. Para todas estas investigaciones, me he ubicado en el marco de la TAD, empleando y desarrollando principalmente sus herramientas de modelización del saber y de su circulación.

Recientemente, la codirección con el profesor L. M. Santos Farias de una tesis en Brasil por un estudiante de Mozambique (Nhampinga, 2023) me puso en contacto con la teoría decolonial, específicamente con sus reflexiones sobre la descolonización del saber. Por las pocas lecturas que he hecho, me pareció que las herramientas que yo había desarrollado en el marco teórico de la TAD podían ser de interés para la investigación decolonial, aunque nacieran en Occidente, en la medida en que el enfoque epistemológico que las sustenta es decididamente plural. Presento estas herramientas en la parte 2 de este artículo, después de haber descrito en la parte 1 lo que he aprendido de mis lecturas sobre las nociones de colonialidad y decolonialidad del saber. La parte 1 finaliza con elementos sobre el proyecto transmoderno

pluriversal (Dussel, 2004, 2014) evocada en el título mediante el término ‘pluriversalidad’. La parte 3 utiliza las herramientas de la parte 2 en el contexto de los saberes desarrollados por los pueblos originarios. Introduce la noción de etno-ingeniería y la compara con la de etno-matemática. La última parte se interesa en la cuestión de la inserción de las etno-ingenierías en los programas escolares.

MIS PRIMEROS PASOS EN TERRITORIO DECOLONIAL

Comenzaré esta parte presentando lo esencial de lo que sé sobre la descolonización del saber en el marco de la teoría decolonial en el momento de escribir estas líneas. Quisiera empezar señalando que, partiendo de una posición de total ignorancia, mi indagación inicial se basó primero en dos textos de investigadores europeos disponibles en francés: "*Le leurre de l'objectivité scientifique. Lieu d'énonciation et colonialité du savoir*" de Lissel Quiroz¹; "*Ouvrir le canon du savoir et reconnaître la différence*" de Boaventura de Sousa Santos, João Arriscado Nunes y Maria Paula Meneses². Estos investigadores son especialistas en obras sobre la decolonialidad producidas en América Latina, pero lo cierto es que mi relación con estas obras es indirecta, mediada por fuentes occidentales. Lo que presento en este texto es, por tanto, una reacción a lo que han dicho estos autores, siendo mi hipótesis que las herramientas que voy a presentar son especialmente adecuadas para tener en cuenta la posición epistemológica que adoptan. Para que el lector pueda juzgar la pertinencia de esta hipótesis, he optado por ofrecer extractos más largos de lo habitual de las dos referencias en cuestión.

Sin embargo, la petición que recibí de los editores y revisadores de profundizar en la noción de pluriversalidad me llevó a reanudar mi exploración, lo que hice estudiando dos textos. El primero es de E. Dussel, quien lo ha puesto a disposición en su sitio web <https://enriquedussel.com> en dos versiones, una en español (2004) y otra en francés (2014). El segundo es de R. Grosfoguel que se encuentra en línea en dos versiones muy cercanas, una en español publicada por la revista colombiana Tabula Rasa (2008) y la otra en francés, publicada en (A. Mbembe (Ed.), *Ruptures postcoloniales*, 2010). Así se desarrolló mi conocimiento del proyecto transmoderno pluriversal de la teoría decolonial. Estas lecturas reforzaron mi convicción de que los modelos epistemológicos derivados de la TAD son herramientas potenciales para la epistemología decolonial. Pero quiero subrayar que no pretendo ir más allá: este texto no pretende comparar la teoría decolonial con la TAD de forma exhaustiva; mi conocimiento de la primera resulta demasiado insuficiente para tal proyecto. Sólo estoy al principio del proceso de disrupción intelectual y epistemológica que me permitirá descolonizar mi pensamiento.

¹ Lissel Quiroz es historiadora y profesora de estudios latinoamericanos en CY Cergy Paris Université. Está especializada en la historia de las mujeres y la salud en América Latina. Su tesis estuvo dedicada a la construcción del Estado en Perú, y su HDR se titula "*Mettre au monde - La naissance, enjeu de pouvoirs (Pérou, 1820-1920)*", 2022, Rouen: PURH.

² Este texto es la introducción a la obra colectiva *Another Knowledge is Possible*, coeditada por Boaventura de Sousa Santos, João Arriscado Nunes y Maria Paula Meneses en 2007. Traducción de Isabelle Mullet-Blandin. Boaventura de Sousa Santos es catedrático de Sociología en la Universidad de Coimbra (Portugal), donde los otros dos autores son investigadores.

DESCOLONIZAR EL SABER

¿Cómo se presenta la problemática de la descolonización del saber en Quiroz (2020) y en de Sousa Santos *et al.* (2022)? Para reducir a los habitantes originarios al rango de animales salvajes y objetos susceptibles de ser propiedad de los colonizadores, como hizo la esclavitud, fue necesario negarles la capacidad de producir saberes relevantes. Para dar cuenta de este proceso, a menudo descrito como epistemicidio, la teoría decolonial propone el concepto de colonialidad del saber.

Esta noción extiende el concepto de colonialidad del poder, acuñado por Aníbal Quijano (1930-2018) a principios de la década de 1990, al campo de la epistemología. [...] Walter Mignolo comienza mostrando que, a partir de 1492, lo que él llama la "diferencia imperial" creó una jerarquía de los saberes. Por un lado, la empresa colonial se propuso imponer el saber y la experiencia de quienes se consideraban superiores en virtud de su posición de dominación. Por otro, los saberes, seres y territorios de los pueblos colonizados son epistemológica, ontológica y socialmente inferiorizados por la mirada del colonizador. La noción de colonialidad del saber se refiere al proceso de subalternización de los saberes y conocimientos no occidentales³ [...]. (Quiroz, 2020, p. 7)

Cabría esperar que después de que los pueblos colonizados obtuvieran su independencia, hubieran recuperado su soberanía epistemológica. Pero no fue así. La dominación epistemológica y la invisibilización de los saberes originarios continuaron. Todavía hoy siguen entre nosotros.

*Privado radicalmente de su experiencia, el Sur sólo puede recuperarla a través de las experiencias del Norte, exportadas en forma de "transferencia del saber y tecnología científicas". Las organizaciones internacionales siguen partiendo del supuesto de que el Sur tiene problemas y el Norte tiene soluciones. El Sur global -subdesarrollado, analfabeto y enfermo- se convierte en objeto de intervención y justifica el derecho del Norte a intervenir y controlar, adaptar y reformar estructuras, prácticas y estilos de vida. El argumento del "desarrollo" se utiliza para legitimar las intervenciones en el Sur, con el objetivo de adaptarlo a las normas occidentales de progreso, gobernanza y eficacia. La idea del desarrollo se basa en la creencia implícita de que es el Norte quien posee el saber "correcto", y garantiza que la ciencia vencerá la superstición y la ignorancia, y beneficiará a los pobres, es decir, a las personas que carecen de toda ética medioambiental o visión viable a largo plazo, que son incapaces de realizar experimentos, etc. (de Sousa Santos *et al.*, 2022, pp. 66-67).*

³ En este artículo, todos los textos se tradujeron del francés o inglés al español mediante el traductor DeepL.

En otras palabras, de la misma manera que desde los primeros tiempos coloniales, la idea de modernidad como fuente de desarrollo, de progreso deseable, sigue centrada en la civilización occidental. La propuesta epistemológica decolonial pretende abolir esta relación de poder y la hegemonía de la *epistémè* occidental sobre todas las demás.

La teoría decolonial no considera nula y sin valor la ciencia occidental moderna, sino una cosmovisión entre otras. Aboga por la descolonización del saber, es decir, por la abolición de su supremacía en favor de la expresión de otros conocimientos inferiorizados. A la noción de universalismo defendida por la ciencia occidental, opone la de pluriversalidad o igualdad en la diferencia (Mignolo, 2010, p. 16). (Quiroz, 2020, p. 9)

Regresamos a continuación en la noción de pluriversalidad, en el marco del proyecto transmoderno pluriversal definido por Dussel. Según de Sousa Santos *et al.* (2022), el objetivo es desarrollar un cosmopolitismo epistemológico reconociendo que

[...] las concepciones del saber, de lo que significa saber, de lo que constituye el saber y de cómo se produce el saber, son tan variadas como las cosmologías y los marcos normativos antes mencionados. Todas las prácticas sociales implican un saber. La producción del saber es, en sí misma, una práctica social. (pp. 54-55)

Veremos en la parte 2 que estos análisis corresponden punto por punto a las posiciones epistemológicas de la TAD, la cual incluye la visión situada de los saberes que encontramos en la cita siguiente:

*Estas resistencias "locales"⁴ abren la posibilidad de tener en cuenta una evaluación crítica más amplia del saber, como algo situado y socialmente construido, una perspectiva que permite una "traducción" y una comparación más inclusiva entre los saberes (incluido el saber científico) sobre la base de su capacidad para cumplir ciertas tareas en contextos sociales determinados por procedimientos particulares (incluidos los asociados al saber científico). [...] El verdadero cosmopolitismo parte del reconocimiento de la presencia de una pluralidad de saberes y de concepciones distintas de la dignidad humana y del mundo. El mérito o la validez de los distintos saberes y concepciones debe valorarse, por supuesto, pero no descalificando sin más a algunos de ellos. (de Sousa Santos *et al.*, 2022, pp. 69-70)*

⁴ Se trata de ejemplos en los que los saberes locales han conseguido afirmar su legitimidad, como alternativa a la ciencia o en alianza con ella, en zonas al margen del sistema mundial moderno.

Para de Sousa Santos *et al.* (2022), descolonizar el saber significa, por tanto, desafiar la exclusividad de la ciencia como lugar de producción del saber válido y determinar

[...] un punto de vista epistemológico a partir del cual es posible empezar a pensar en la descolonización de la ciencia y, en consecuencia, en la creación de un nuevo tipo de relación entre el saber científico y otros saberes. [Es decir, hacer posible] la apertura del canon dominante del saber y del reconocimiento, abriendo el campo a otros saberes alternativos, no científicos. Esta nueva relación se basa en garantizar la "igualdad de oportunidades" para los distintos tipos de saberes implicados en debates epistemológicos cada vez más amplios, y en tratar de maximizar sus respectivas contribuciones a la construcción de una sociedad más democrática y justa, así como a la descolonización del saber y el poder. El reto no consiste en atribuir la misma validez a todos los tipos de saberes, sino más bien en posibilitar un debate pragmático sobre criterios alternativos de validez que no descalifiquen automáticamente todo lo que no encaje en el canon epistemológico de la ciencia moderna. (p. 79)

Cabe subrayar que esta cita evidencia que la posición epistemológica decolonial no es lo que Grosfoguel (2010) caracteriza como un fundamentalismo: “El denominador común de todos estos fundamentalismos -incluido el fundamentalismo eurocéntrico- es el postulado de que sólo existe una tradición epistémica que nos permite alcanzar la «Verdad» y la «Universalidad” (p. 119). No se trata de oponer al fundamentalismo eurocéntrico un fundamentalismo anti-moderno, anti-ciencia. Lo confirma la sección siguiente que trata de la transmodernidad pluriversal.

UNIVERSALISMO CONCRETO, TRANSMODERNIDAD, PLURIVERSALIDAD

En su empeño colonial, los países europeos asumieron la universalidad del modelo europeo de desarrollo, en particular de su concepción de la modernidad. Así, justificaron los procesos de inferiorización de los pueblos colonizados y de invisibilización de los saberes originarios que les era necesaria para que pudieran explotar los recursos materiales y humanos disponibles en los países conquistados, sin el menor impedimento ni remordimiento.

Esto fue posible gracias a un universalismo abstracto que, sin tener en cuenta la realidad, atribuía un carácter universal a priori a ciertas ideas. Un universalismo que el pensador afro-caribeño Aimé Césaire, en su carta de renuncia al Partido Comunista Francés a mediados de los años cincuenta del siglo pasado, califica de ‘universalismo descarnado’ (Césaire, 2006, p. 84). Según Grosfoguel (2008),

Para Césaire, la descolonización pasa por la afirmación de un universalismo concreto depositario de todos los particulares. [...] en Césaire, el universalismo concreto es aquel que es resultado de múltiples determinaciones cosmológicas y epistemológicas (un pluri-verso, en lugar de un uni-

verso). El universalismo concreto «césaireano» es el resultado de un proceso horizontal de diálogo crítico entre pueblos que se relacionan de igual a igual. (p. 210)

En el marco de los trabajos del grupo Modernité/Colonialité, Dussel define el concepto de pluriversalismo transmoderno desde una perspectiva totalmente coherente con la de Césaire.

“Trans-modernidad” indica todos los aspectos que se sitúan “más-allá” (y también “anterior”) de las estructuras valoradas por la cultura moderna europeo-norteamericana, y que están vigentes en el presente en las grandes culturas universales no-europeas y que se han puesto en movimiento hacia una utopía pluriversal. (Dussel, 2004, p. 19)

La afirmación y desarrollo de la alteridad cultural de los pueblos postcoloniales, subsumiendo al mismo lo mejor de la Modernidad, debería desarrollar no un estilo cultural que tendiera a una unidad globalizada, indiferenciada o vacía, sino a un pluriverso trans-moderno (con muchas universalidades: europea, islámica, vedanta, taoísta, budista, latinoamericana, bantú, etc.), multicultural, en diálogo crítico intercultural. (ibidem, p. 26)

Comenta Grosfoguel (2008):

La transmodernidad sería la concretización en el nivel del proyecto político del universalismo concreto que la intuición filosófica césaireana nos invita a construir. En lugar de una modernidad centrada en Europa / Euro-norteamérica e impuesta como proyecto global imperial / colonial al resto del mundo, Dussel argumenta por una multiplicidad de propuestas críticas descolonizadoras contra la modernidad eurocentrada y más allá de ella desde las localizaciones culturales y epistémicas diversas de los pueblos colonizados del mundo. (p. 11)

En resumen, el concepto de pluriversalidad refleja la capacidad universal de todas las comunidades humanas para producir saberes y culturas. Es en este sentido que se utiliza en el título de este texto. Quiero acabar esta parte con una última cita de Dussel. Hablando del diálogo intercultural, dice que es, antes que todo, un diálogo Sur-Sur. Pero, dice también que:

Es ante todo el diálogo entre los creadores críticos de su propia cultura (intelectuales de la “frontera”, entre la propia cultura y la Modernidad). No son de los que meramente la defienden de sus enemigos, sino los que primeramente la recrean desde los su puestos críticos que se encuentra en su propia tradición cultural y de la misma Modernidad que se globaliza. La

Modernidad puede servir como un catalizador crítico (si la usa la mano experta del crítico de la propia cultura). (Dussel, 2004, p. 24)

Esta cita refuerza mi convicción de que, siendo una intelectual occidental de la frontera, crítica de su cultura original, puedo dialogar con ‘los creadores críticos’ de las culturas alternativas y proporcionar a sus ‘manos expertas’ herramientas potenciales para ‘su proyecto transmoderno pluriversal’ (Dussel, 2004, parte 5.5; Grosfogel, 2008, p. 212)

HERRAMIENTAS DERIVADAS DE LA TAD PARA MODELAR LA PLURIVERSALIDAD DE LOS SABERES

La TAD ofrece herramientas que me parecen particularmente bien adaptadas a las perspectivas de la epistemología cosmopolita, tal como la define la teoría decolonial. Veremos hasta qué punto se hacen eco de los comentarios de de Sousa Santos *et al.* (2022), citados anteriormente: los vínculos entre prácticas sociales y saberes (toda práctica social está asociada a un saber, y la producción de saberes es en sí misma una práctica - p. 55), la naturaleza situada y socialmente construida de los saberes (p. 79), y la existencia de una diversidad de criterios de validez (p. 79).

INSTITUCIÓN, PRIMER CONCEPTO CLAVE

La TAD se basa en una concepción sociocultural del ser humano, centrada en la existencia de instituciones como requisito previo absoluto para el desarrollo de la humanidad y sus actividades sociales. Una institución es una organización social estable que proporciona un marco en el que diferentes grupos llevan a cabo distintos tipos de actividades (a la variedad de actividades corresponde la noción de posición dentro de la institución⁵). Las instituciones promueven procesos colectivos para abordar y resolver problemas humanos y también favorecen la difusión de innovaciones. Proporcionan los recursos materiales, organizativos y cognitivos necesarios para llevar a cabo estas actividades. A la inversa, las instituciones encuadran los distintos tipos de actividades, sometiéndolos a determinadas restricciones que tienen que aceptar los participantes. Dentro de la TAD, eso se traduce por la noción de sujeto: los individuos tienen que convertirse en sujetos de la institución. Cabe destacar que la palabra “sujeto” se emplea en su sentido etimológico latino: *sub-jectus* (literalmente arrojado debajo de), participio pasado de *subjacere*, que significaba someter, de dónde viene también la palabra “subyugación”⁶. Sin embargo, en la mayoría de las instituciones, las restricciones dejan a los agentes con distintos grados de margen de maniobra. En su vida, un individuo circula entre varias instituciones. Al convertirse en sujeto de cada una, se construye como una persona única.

⁵ Ejemplos de posición en la institución que constituye un establecimiento escolar: profesor, alumno, director.

⁶ Resulta que el sujeto de la TAD no es el sujeto de la psicología o de la gramática.

El hecho de que una institución I permita e imponga formas específicas de hacer y pensar a sus sujetos es presentado por Chevallard (2003, p. 82) como una característica del concepto de institución.

Hay diferentes tamaños, diferentes niveles, de instituciones que pueden anidarse en una escala jerárquica en la que los sistemas de determinaciones se ejercen de arriba hacia abajo, también en este caso, dejando, generalmente, espacio para la libertad. Así, considero instituciones la ciencia, las matemáticas académicas, un laboratorio de investigación, el sistema educativo de un país, una escuela, la clase de un profesor, pero también un determinado pueblo originario, su cultura y su lengua, una comunidad aldeana.

PRAXEOLOGÍA, SEGUNDO CONCEPTO CLAVE

Dentro del marco institucional definido anteriormente, la TAD postula que toda actividad humana procede de una praxeología.

En cualquier institución, la actividad de las personas que ocupan una determinada posición se desglosa en distintos tipos de tareas T , realizadas utilizando una determinada manera de hacer las cosas, o técnica, τ . Por definición, el par $[T, \tau]$ constituye el saber hacer. Pero ese saber hacer no puede vivir aislado: exige un entorno tecnológico-teórico $[\theta/\Theta]$, θ , un "discurso" racional (logos) que se supone justificar y hacer inteligible la técnica (tekhné)⁷, y a su vez es justificado e iluminado por una teoría, Θ , generalmente evanescente. El sistema de estos cuatro componentes, señalado $[T, \tau, \theta, \Theta]$, constituye entonces una organización praxeológica o praxeología (Chevallard, 1997, p. 38).

UN EJEMPLO DE PRAXEOLOGÍA EN UNA INSTITUCIÓN DE MATEMÁTICA ACADÉMICA O BIEN DE ENSEÑANZA

Se presenta aquí una praxeología matemática para el tipo de tareas T "Calcular un elemento que falta en una situación de proporcionalidad". Presento solo una de las técnicas posibles, usualmente llamada técnica del producto cruzado y lo hago mediante un ejemplo, es decir, con una tarea del tipo T : "Si una planta crece en 3 días 4 cm, ¿cuánto crecerá en 6 días?"

$$\frac{4}{3} = \frac{l}{6}; 4 \times 6 = 3 \times l; l = 24 : 3 = 8$$

La tecnología θ de esta técnica agrega una definición de la proporcionalidad de dos variables y la condición necesaria y suficiente para que dos números racionales sean iguales. Esta descripción tecnológica se ubica en una teoría matemática Θ de los números racionales y sus operaciones, la cual permite probar la

⁷ El componente θ se designa con el término "tecnología" que, según su epistemología, es un discurso sobre la técnica. Esto es muy diferente del uso actual del término "nuevas tecnologías", que es un anglicismo y en realidad se refiere a las técnicas. No lo utilizaré en ese sentido.

condición considerada. Pero cabe destacar que los matemáticos griegos (Euclides, Eudoxio) produjeron otra teoría, basada en las nociones de razón, de proporcionalidad como igualdad de razones, que proporciona otra tecnología para la técnica sin extender el dominio numérico más allá de los enteros.

EL CARÁCTER INSTITUCIONALMENTE RELATIVO DE LAS PRAXEOLÓGÍAS

La TAD considera que las actividades humanas están enmarcadas institucionalmente. Algunas restricciones institucionales son universales, otras se derivan de los recursos, normas y valores de la institución *I*, que en parte están determinados por una red de instituciones que influyen en *I*. En consecuencia, las praxeologías vinculadas a estas actividades están marcadas por influencias institucionales. Esto explica por qué Chevallard (2006, p. 23) considera que las praxeologías son idiosincrasias sociales; yo prefiero adoptar una formulación más explícita: idiosincrasias institucionales. Desde esta perspectiva, Castela y Romo Vázquez (2023) sostienen que los estudios epistemológicos deberían reconocer el papel central de las instituciones en las cuestiones relacionadas con la producción y circulación del saber. El término "epistemología institucional" introducido en este texto hace claramente eco de la "epistemología cosmopolita" que reclaman de Sousa Santos *et al.* (2022, p. 22).

Es importante señalar que el saber, integrado a dos niveles en el modelo praxeológico, la tecnología y la teoría, se ve plenamente afectado por la relatividad institucional:

Pero sin duda es aún más importante precisar que las nociones de tecnología y teoría deben entenderse en un sentido propio de la institución o de la persona en cuestión. La tecnología es aquello que, en una institución o para una persona, cumple la función tecnológica [...] Del mismo modo, la teoría es aquello que, en esta institución o para esta persona, asume una función teórica. (Chevallard, 2007, p. 714)

La tecnología y la teoría no se componen necesariamente de saberes científicos. Pueden no contener ninguno. Incluso no hay nada en la TAD que impida la integración, en una epistemología decolonial, de elementos de la tradición oral de un pueblo originario, vinculada a su propia cosmovisión. Sin embargo, debo señalar que, que yo sepa, la comunidad científica de expertos en la TAD, encargada del control y de la homologación⁸ de los trabajos realizados dentro de este marco teórico y de los desarrollos conceptuales propuestos, nunca ha tenido la oportunidad de discutir tal utilización del modelo praxeológico (presentación en el congreso del CITAD) y de legitimarla (por ejemplo, mediante la publicación en un libro sobre la TAD). Esto se debe al hecho de que esta comunidad de investigación

⁸ La "homologación", que etimológicamente significa acuerdo racional sobre el mismo discurso, es utilizada por P. Bourdieu en su teoría de los campos para describir un aspecto del proceso científico (Bourdieu, 2003, p. 129).

didáctica, cuyos miembros proceden en su inmensa mayoría del Norte global, se ocupa principalmente de la enseñanza de las matemáticas académicas.

LAS PRAXEOLOGÍAS MATEMÁTICAS EN LAS PROFESIONES

Los investigadores -entre los que me incluyo, así como Avenilde Romo Vázquez desde su tesis de doctorado (2009)- que, dentro del marco teórico de la TAD, se interesan en la formación de ingenieros, se enfrentan a una multiplicidad de tipos de saberes a enseñar y a una multiplicidad de instituciones: instituciones de investigación científica en diferentes campos, incluidas las ciencias de la ingeniería; instituciones educativas; instituciones profesionales. El mundo de la investigación y el mundo del trabajo difieren en cuanto a condiciones y restricciones, normas y valores, lo que significa que el primero no impone sin más sus formas de hacer y pensar al segundo. Partir de la hipótesis de la hegemonía de la tecnociencia sobre el trabajo no permite acercarse a la complejidad de los objetos de la epistemología institucional.

Para ilustrar esta complejidad, veamos brevemente el caso del cálculo de las dosis de medicamentos por parte de las enfermeras en un hospital (Roditi, 2014). Una enfermera tiene que administrar 540 mg de un medicamento prescrito a un paciente. El medicamento se suministra en ampollas de 20 ml/250 mg. Dos ampollas dan 500 mg, por lo que necesitamos 40 mg más. Para calcular el volumen que hay que extraer de la tercera ampolla, que es una tarea de proporcionalidad, una técnica habitual es la del producto cruzado (en este caso, $40 \times 20 / 250$). Sin embargo, la indagación de Roditi puso de manifiesto que, en algunos servicios hospitalarios, las enfermeras no utilizan esta técnica en tal situación. En su lugar, diluyen primero el contenido de una ampolla en 5 ml de solución salina para obtener una solución de 25 ml/250 mg, con el fin de obtener una concentración de fármaco de 10 mg por ml. El cálculo del volumen será entonces muy fácil. ¿Por qué se recomienda esta técnica? La respuesta a esta pregunta es un componente de la tecnología profesional de dicha técnica. La dosis debe calcularse mentalmente por razones de rapidez; además, hay que evitar los errores, ya que pueden ser perjudiciales para la calidad del tratamiento, a veces incluso mortales. Por lo tanto, en un establecimiento de este tipo, la técnica de cálculo de la dosis no sólo debe proporcionar un resultado correcto cuando se aplica correctamente, sino que también debe ser fiable, en el sentido de que los errores individuales deben ser muy improbables. Observamos que esta técnica es posible gracias a uno de los recursos proporcionados por el establecimiento, la solución salina.

La técnica del producto cruzado, considerada la más general, es la que se enseña en la institución de formación de enfermería estudiada por Roditi (2014). No es la que se favorece sobre el terreno, donde los datos numéricos que se van a tratar se modificarán primero para hacer efectiva una técnica más sencilla y segura. Este fenómeno no es en absoluto específico de las praxeologías matemáticas de nivel básico. Por ejemplo, Castela y Romo Vázquez (2011) analizan dos cursos de matemáticas sobre la transformada de Laplace, uno dirigido a ingenieros formados en una escuela superior y otro a técnicos superiores en

automatización de nivel universitario. El primero se centra en los saberes matemáticos, con el objetivo de que los teoremas sean lo más generales posibles, y éstos siempre se demuestran; las aplicaciones son muy escasas y están alejadas de la práctica real. En cambio, el segundo enfoque minimiza la importancia de las matemáticas, en particular de las demostraciones; se limita a las técnicas adecuadas a los tipos de funciones regulares que intervienen en los modelos de control automático y, por el contrario, desarrolla un discurso práctico vinculado a la utilización de la transformada de Laplace en contextos profesionales reales. Esta elección es generalmente objetada, sobre todo en la enseñanza superior, por los matemáticos que sostienen que los futuros ingenieros deberían recibir una enseñanza de matemáticas más sofisticadas que las de las técnicas realmente utilizadas en la profesión, con el pretexto de que su generalidad permite hacer frente a la aparición de situaciones problemáticas inéditas y a la evolución futura de la profesión. Con ello, se exponen al desinterés de los estudiantes por el abismo que separa los saberes matemáticos enseñados de los utilizados en las instituciones de trabajo, donde no es infrecuente, por razones de eficacia, ergonomía o fiabilidad en particular, que las técnicas utilizadas para determinadas tareas se basen en un nivel de saberes matemáticos inferior al que utilizaría un matemático.

En resumen, en la mayoría de las instituciones de trabajo, gran parte del saber científico, en particular el matemático, es invisible; en cambio, se proponen saberes específicos vinculados a las prácticas. En las instituciones de formación profesional, la definición de los currículos es escenario de enconadas luchas por la influencia entre las instituciones profesionales y las instituciones de investigación científica, variando los compromisos alcanzados, como han demostrado Castela y Romo (2011); los saberes prácticos producidos en el lugar de trabajo pueden ser completamente ignorados en algunas instituciones educativas.

DESARROLLO DEL MODELO PRAXEOLÓGICO

Para modelar los fenómenos discutidos anteriormente, desarrollé el modelo praxeológico de la siguiente manera (véase, por ejemplo, Castela, 2017, p. 422):

I_r siendo una institución de investigación, ha producido varias praxeologías $[T, \tau, \theta, \Theta]$ para hacer frente a tareas de un tipo T . Una institución profesional I_p se enfrenta a tareas que pertenecen a T , pero bajo condiciones y restricciones que le son específicas, lo que define un tipo T^* . Del abanico de técnicas disponibles para T en I_r , una de ellas es seleccionada por I_p como la más apta para responder a las exigencias profesionales, la cual puede adaptarse en función del contexto, dando

⁹ I_r para ‘*institution de recherche*’ en Francés. Una institución de investigación es una institución cuya misión social es producir saberes y praxeologías.

lugar a una técnica τ^* , asociada a un *logos* $[\theta^*, \Theta^*]$ validado por I_r . Un segundo nivel de *logos*, $[\theta_p, \Theta_p]$ es producido por I_p^{10} . Esto se representa en el siguiente diagrama (Figura 1):

Figura 1

Praxeología de investigación transpuesta a una institución profesional

$$\left[T^*, \tau^*, \theta^*, \Theta^* \right]$$

$$\left[T, \tau, \theta, \Theta \right]$$

$$\left[\theta_p, \Theta_p \right]$$

Esta esquematización refleja el siguiente hecho general: una praxeología producida en una institución determinada puede importarse a otra institución (fenómeno de la circulación de los saberes); nunca queda invariante. Se trata del fenómeno de la transposición, estudiado por Chevallard en su libro *La transposition didactique, du savoir sáben au savoir enseigné* (publicado en 1985), en los casos en que el saber circula hacia una institución de enseñanza, en cuyo caso se trata de una transposición didáctica. La reedición de este libro contiene una generalización con la noción de transposición institucional (1991, p. 214). Castela y Romo Vázquez (2023, pp. 625-629) estudian el ejemplo de una praxeología de la profesión de topógrafo en México.

MODELIZACIÓN DE PRÁCTICAS INSTITUCIONALES PARA LA PRODUCCIÓN PRAXEOLÓGICA

Gracias a los conceptos de institución y praxeología, la TAD tiene en cuenta la correlación entre prácticas y saberes; por un lado, la considera como un fenómeno universal y, por el otro lado, reconoce el carácter situado de los saberes y prácticas. Propuse combinar ambos en la unidad $[T, \tau, \theta, \Theta] \leftarrow I$. Este modelo, presente en Castela (2016, 2017), no sólo indexa la praxeología por I , sino que introduce como objetos de estudio los procesos, representados por la flecha, a través de los cuales I produce, legitima¹¹ e institucionaliza la praxeología. En casos de transposición, este modelo se traduce de la siguiente manera (Figura 2):

Figura 2

De I_r a I_p , el modelo de efectos transpositivos (Castela, 2017, p. 422)

$$\left[T, \tau, \theta, \Theta \right] \leftarrow I_r \quad \xrightarrow{\text{flecha roja}} \quad \left[T^*, \tau^*, \theta^*, \Theta^* \right] \leftarrow I^*$$

$$\left[\theta_p, \Theta_p \right] \leftarrow I_p$$

¹⁰ Véase el ejemplo de la tecnología desarrollada en una institución hospitalaria respecto a la técnica empleada para el cálculo de dosis.

¹¹ La legitimación se refiere a los procesos desarrollados por la institución para establecer que los componentes de la praxeología se ajustan a sus normas, expectativas. Castela (2020) examina como ejemplo el caso de las diferentes técnicas de sustracción.

I^* designa una institución llamada noosfera¹², dentro de la cual las instituciones I_r e I_p colaboran y se confrontan para elaborar la forma transpuesta de los elementos de la praxeología original desarrollada por I_r .

La unidad $[T, \tau, \theta, \Theta] \leftarrow I$ da cuenta del hecho de que algunos sujetos en I realizan tipos específicos de tareas, cuyos objetos son las praxeologías utilizadas en I . Esto es totalmente coherente con una de las afirmaciones de de Sousa Santos *et al.* (2022): "La producción del saber es, en sí misma, una práctica social. Lo que la distingue de otras prácticas sociales es su carácter reflexivo, que reorganiza productivamente el contexto de las prácticas transformándolas en motivos y medios de acción intencionales" (p. 55). Esta práctica social, estos tipos de tareas, desarrollan el capital de saberes de la institución, o su *epistémé* institucional. Por eso he optado por utilizar el adjetivo "epistémico" para calificar estos tipos de tareas y las praxeologías correspondientes.

¿Cuáles son estos tipos de tareas? ¿Qué técnicas se utilizan en una determinada institución para llevarlas a cabo? El análisis comparativo de Castela y Romo Vázquez (2011) de los cursos de matemáticas sobre la transformada de Laplace ya había producido una lista inicial: Describir la técnica; validarla (es decir, probar que esa técnica realmente produce lo esperado); explicar por qué es efectiva (en el sentido de explicitar el por qué funciona la técnica); motivar sus diferentes pasos (en el sentido de definir los objetivos, el para qué de las diferentes etapas de la técnica); facilitar su uso; y, finalmente, evaluarla (en relación con su área de efectividad y facilidad de uso en comparación con otras técnicas disponibles). Basándose en un análisis de textos, este trabajo no aborda la cuestión de las técnicas epistémicas asociadas, salvo en el caso de la validación matemática mediante demostraciones, que es exclusivamente una cuestión de discurso, sin dimensión pragmática ni experimental.

DIVERSIDAD DE CRITERIOS Y TÉCNICAS DE VALIDACIÓN

Castela y Romo Vázquez (2023) se interesan por las praxeologías epistémicas en las instituciones industriales. Introducen nuevos tipos de tareas que pretenden definir las especificaciones institucionales de una determinada *praxis* $[T, \tau]$, caracterizando en primer lugar el tipo de tareas: ¿qué debe hacerse exactamente? y ¿en qué condiciones? Sin una descripción de lo que se espera, es imposible validar una técnica. El siguiente paso consiste en describir los requisitos vinculados a la técnica, lo que Castela (2020) denomina normas técnicas. En definitiva, estos estándares pueden referirse a la validez de la técnica, con criterios vinculados no sólo a su eficacia (desempeño de la tarea), sino también a su eficiencia (fiabilidad, generalidad, etc.), facilidad de uso, seguridad; rentabilidad económica; inteligibilidad racional; idoneidad para la difusión y el aprendizaje, etc. Las normas técnicas dependen del sistema de valores de la institución en cuestión. La evaluación del grado de conformidad de una técnica con las normas institucionales es un aspecto esencial del proceso de legitimación praxeológica de una institución. La

¹² El concepto de noosfera fue introducido por Chevallard en su libro *La transposition didactique* (1991, p. 25).

sección 1.4 de (Castela & Romo Vázquez, 2023) presenta ejemplos de normas técnicas para la *praxis* de los procesos de medición y producción en un contexto industrial. Explora las praxeologías de evaluación, mejora y validación asociadas a estas normas, que constituyen un conjunto praxeológico denominado Control Estadístico de Procesos, basado en técnicas de muestreo realizados en el seno de la producción, la estadística matemática jugando un papel central a nivel de teoría. En el marco de este artículo, no puedo desarrollar más allá este tema.

¿QUÉ RELACIÓN CON COLONIALIDAD Y DECOLONIALIDAD?

Las reflexiones que acabo de presentar no se han desarrollado en el contexto del trabajo decolonial, destinado a poner fin a la desvalorización de las praxeologías de los pueblos originarios de los países colonizados y a la supremacía de las praxeologías occidentales, en particular las producidas por la tecnociencia. No obstante, se observará que, al trabajar en instituciones profesionales, nos encontramos con ciertos aspectos de la arrogancia de la ciencia, que siempre está convencida de que sus propuestas praxeológicas más sofisticadas son beneficiosas para el mundo del trabajo, un mundo cuyas condiciones y restricciones concretas a menudo ignora, y cuyas propias praxeologías devalúa. Pero a diferencia de los contextos coloniales, la dominación epistemológica de la tecnociencia dista mucho de ser completa. La circulación de las praxeologías no es sistemáticamente epistémicida; al contrario, tal como lo modela el concepto de transposición institucional (véase la Figura 2), las instituciones importadoras se apropian de las praxeologías importadas, las desarrollan y las mezclan, en una colaboración más o menos desarrollada con las instituciones exportadoras. Por eso creo que las herramientas que acabo de presentar son pertinentes para quien desee trabajar sobre la epistemología decolonial y cosmopolita mencionada por de Sousa Santos *et al.* (2022, pp. 79-80). En la Figura 2, la institución profesional *Ip* podría ser sustituida por una institución *Io* de un pueblo originario, la cual, suponiendo que este pueblo hubiera reconstruido su soberanía epistemológica, se permitiría hibridar las praxeologías científicas para producir praxeologías correspondientes al diagrama de la Figura 1. Sin embargo, según el punto de vista de la teoría decolonial (véase la cita de Sousa Santos *et al.*, 2022, pp. 69-70 en la parte 1), tenemos ahora que contemplar la posibilidad de invertir el movimiento, considerando que praxeologías producidas por pueblos originarios puedan circular hacia instituciones de investigación, tanto del Sur Global como del Norte global.

LAS ETNO-INGENIERÍAS, POSIBLES CONTRIBUCIONES DE LAS NACIONES ORIGINARIAS A LA HUMANIDAD

Empecemos por una cuestión de vocabulario. En este texto, utilizo el nombre de "ingeniería"¹³ para designar un componente de la actividad humana motivado por la resolución de problemas y no por

¹³ El término "*ingénierie*", introducido en la lengua francesa en 1964, procede del inglés "*engineering*", derivado de "*engine*", cuya etimología remite al latín "*gignere*", que significa dar a luz, generar, engendrar, crear o producir. El latín "*ingenium*" tiene

la producción de saberes. Es una forma de contemplar las praxeologías y su razón de ser que privilegia la *praxis*. La ingeniería científica es el conjunto de praxeologías producidas y justificadas por saberes científicos; los problemas resueltos suelen estar fuera del ámbito de la ciencia. En otras palabras, la ingeniería científica es el brazo armado de la ciencia en el mundo. En el lenguaje cotidiano, tendemos a utilizar el término "tecnología", que tiene un significado diferente en mi marco teórico.

De la misma manera, la ingeniería de un pueblo originario es el conjunto de las praxeologías que les han permitido y les permiten resolver los tipos de problemas a los que se han enfrentado y se enfrentan. Explicito el hecho de que estas praxeologías son creaciones de pueblos originarios hablando de etno-praxeologías y de etno-ingenierías. Este enfoque, que se centra en la *praxis*, los problemas y las técnicas utilizadas para superarlos, más que en los saberes, significa que no necesito clasificar estas praxeologías con referencia a los campos científicos occidentales. ¿Una determinada praxeología pertenece o no a las matemáticas? Ese es el tipo de pregunta que esquivo.

Para ilustrar el hecho de que las etno-ingenierías originarias puede ir en cierto modo por delante de la ingeniería científica, propondré tres ejemplos. El primero es la dieta andina, que contiene muy poca carne y se basa en el consumo de cereales, pseudocereales (quinoa y amaranto) y legumbres, exactamente el tipo de dieta que ahora se promueve en el mundo occidental por razones ecológicas y de salud. El segundo ejemplo se refiere a la arquitectura. Científicos de la Universidad de Granada (España) acaban de desvelar el secreto de la resistencia de los edificios mayas, a pesar de las duras condiciones de un clima tropical. El secreto reside en la composición del mortero de cal utilizado, al que los constructores mayas incorporaban corteza de árbol, un aditivo orgánico con propiedades endurecedoras. El último ejemplo está relacionado con el mantenimiento de los bosques, y aparece en Roberts *et al.* (2021). Cuando las selvas tropicales de Gondwana en Australia fueron declaradas Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1986, se prohibió a las poblaciones aborígenes de la región utilizar incendios forestales controlados, como habían hecho tradicionalmente. Como consecuencia, estos bosques se han vuelto más vulnerables a los incendios:

Además, el dosel forestal inferior que antes se mantenía despejado gracias a las frecuentes quemas aborígenes representa una mayor carga de combustible que, cuando va acompañada de condiciones cada vez más secas debido al cambio climático inducido por el hombre, puede incendiarse y destruir incluso las especies arbóreas mejor adaptadas al fuego. (Roberts et al., 2021, p. 11)

La necesidad de las etno-praxeologías de la quema ha quedado en cierto modo demostrada por contraposición, ya que se han encontrado las consecuencias de prohibirlas. Así pues, las autoridades australianas encargadas de la gestión de los bosques tropicales se han visto obligadas a reconocer la

varios significados, entre ellos espíritu, inteligencia, talento, intuición, y puede relacionarse con el francés "*ingéniosité*" y el español "ingenio". Entonces, el término "etno-ingeniería" no transmite ningún desprecio por las etno-praxeologías.

contribución de la etno-ingeniería forestal aborígen. Esto las ha llevado a implicar a los aborígenes en los programas de investigación:

La Autoridad de Gestión de los Trópicos Húmedos (Wet Tropics Management Authority) promueve ahora la cultura aborígen de los bosques tropicales mediante un programa de pequeñas subvenciones para que Rainforest aborígenes lleven a cabo investigaciones y protejan el patrimonio cultural; el Plan Estratégico también aborda acuerdos de acceso que pretenden apoyar la participación de los Rainforest aborígenes a las investigaciones en curso. Estos planteamientos ya están arrojando claros beneficios, tanto ecológicos como culturales. En el Parque Nacional de Daintree, al norte de la ciudad de Cairns, los Propietarios Tradicionales Kuku Yalanji Bama, con el apoyo de los Servicios de Parques y Vida Silvestre de Queensland (Queensland Parks and Wildlife Services), están aplicando ahora las quemas culturales para proteger la vida y la propiedad, mitigar los incendios forestales y mantener la diversidad natural de la región, y se están aplicando los saberes tradicionales aborígenes para desarrollar zonas de gestión de incendios con el fin de proteger los paisajes culturales paisajes como una cuestión de alta prioridad. (Roberts et al., 2021, p. 11)

Una consecuencia interesante de estos planes es la revitalización de elementos de la propia cultura aborígen:

La reaplicación de la quema cultural ha hecho que los Djabugay encuentren significados relacionados con la quema en canciones y frases que antes se habían perdido, al tiempo que han rejuvenecido el uso de su lengua mientras trabajaban en el campo. (Roberts et al., 2021, p. 11)

PONER EN CIRCULACIÓN LAS ETNO-PRAXEOLÓGÍAS

El tercer ejemplo deja entrever lo que puede ocurrir en torno a una praxeología originaria. Si sigue presente en determinadas comunidades, una investigación etnológica reúne sus distintos componentes, *praxis* y *logos*. Este *logos* no es un discurso científico: otras formas de acceso al conocimiento (empiría, interpretación de los sueños, etc.)¹⁴, que forman parte de la cosmovisión de las comunidades en cuestión, podrían expresarse a través de modos específicos de comunicación verbal¹⁵, por ejemplo, canciones, como se mencionó en el ejemplo aborígen. Una vez recogida la etno-praxeología, puede convertirse en objeto de un trabajo científico, destinado a explicar por qué funciona la técnica, lo que da lugar a un segundo nivel de *logos*. La propia técnica puede adaptarse para su uso en otros entornos.

¹⁴ De hecho, son otras praxeologías de producción/validación/legitimación de las etno-praxeologías las que hay que considerar.

¹⁵ En lo que se refiere al *logos*, ésta puede ser una visión bastante simplista en la medida que, en ciertas comunidades, muchas cosas permanecen implícitas en las interacciones entre las personas.

También es posible que determinadas aportaciones científicas mejoren su eficacia en el contexto inicial. Pero cualquier modificación debe evaluarse según las normas de la comunidad originaria, lo que obviamente no puede hacerse sin ella. Por ejemplo, ¿qué límites pone esta comunidad a la aplicación de la *praxis*, a las extracciones de lo vivo y lo no vivo a las que da lugar?

Este proceso de circulación desde un pueblo originario hasta una institución de investigación se puede modelar de la manera siguiente (Figura 3):

Figura 3

Modelización de la circulación decolonial de praxeologías nativas



Este modelo yace en el supuesto de que, generalmente, el proceso de circulación no resulta epistémicidio, sino que desemboca en fenómenos de hibridación. Se trata de una modalidad del proyecto transmoderno pluriversal, quizás no explícitamente considerada por Dussel, en que la cultura occidental científica trabaja, de igual a igual, con otra cultura. Cabe destacar aquí la importancia de la institución I^* , en la que trabajan juntos representantes de los pueblos originarios e investigadores científicos, siendo el caso de las selvas australianas un claro ejemplo de ello. Estas instituciones noosféricas son lugares donde la comunidad científica se encontrará con las relaciones de los pueblos originarios con el mundo y hará la experiencia de procesos eficaces de invención muy diferentes de los que privilegian. Espero que cambiará su visión del mundo en un sentido que les permita tomar conciencia de la contribución de la tecnociencia a la catástrofe ecológica. También podemos esperar que, como ocurrió en el ejemplo australiano, el trabajo etnológico de recopilación de la etno-praxeología, sobre todo si no descuida el *logos*, seguido de la participación en I^* , dé lugar a una revitalización de elementos de la cultura nativa que corren peligro de caer en el olvido.

No obstante, la Figura 3 presenta una visión ideal, respetuosa de los productores de la praxeología originaria. Sabemos que, en ciertos casos ya ocurridos, lo que pasó es que no existió ninguna noosfera, ninguna colaboración igualitaria entre los científicos y los pueblos originarios, que no se tomó en cuenta el *logos* originario, considerado como un *folklore* sin interés. La circulación tomó la forma de un saqueo absoluto sin nada a cambio.

Si la etno-praxeología ya no se utiliza hoy en día, como es (quizás) el caso del ejemplo maya, el *logos* original corre el riesgo de quedar en gran parte indeterminado, sobre todo en los casos en que no se conocen textos relativos a él. Esto no impide en absoluto la producción de un *logos* científico mientras la *praxis* sea accesible. Pero es de temer que, en tales casos, la apropiación de la etno-praxeología por parte

de la tecnociencia se produzca bajo formas industriales y posiblemente devastadoras, fuera de todos los mecanismos reguladores del "caring for country"¹⁶ desarrollados por la comunidad originaria.

RELACIÓN ENTRE ETNO-INGENIERÍA Y ETNO-MATEMÁTICA

No es posible concluir este texto sin considerar la relación entre el concepto de etno-ingeniería que he introducido y el de etno-matemática desarrollado por U. D'Ambrosio. En su obra, D'Ambrosio sitúa las matemáticas en dos niveles de generalidad. La etimología de la palabra le lleva a considerar que la matemática designa el estudio y sus técnicas, por lo que se trata de una acepción muy general, sin especificar un campo concreto.

[La etno-matemática] es el conjunto de modos, estilos, artes y técnicas (technés o ticas) para explicar, aprender, conocer, lidiar en/con (matemá) los ambientes naturales, sociales, culturales e imaginarios (etnos) de una cultura, o sea, Etno-matemática son las ticas de matemá en un determinado etno. (D'Ambrosio, 2014, p. 103)

Otros textos tienen en cuenta no sólo las técnicas de estudio, sino también las praxeologías que producen, siempre al mismo nivel de generalidad. Estamos entonces muy cerca de la etno-ingeniería, con el matiz de que lo que pongo de relieve con la etno-ingeniería son las praxeologías producidas, no el estudio. Pero en este caso, estamos muy lejos de las matemáticas actuales. Lo que sin duda explica por qué D'Ambrosio no se atiene a su primer planteamiento. En el artículo de 2014 citado anteriormente, da una segunda definición:

Las matemáticas son cuerpos de conocimiento que se elaboran a partir de prácticas cualitativas y cuantitativas, tales como hacer comparaciones, ordenaciones, clasificaciones, inferencias, y de los sistemas de códigos de medidas, de peso y de cantidades [números] que han sido acumulados, a través de las generaciones, en determinados ambientes naturales y culturales. Por eso, me refiero a la etno-matemática de una cultura, y no a la matemática de una cultura. (p. 102)

Así pues, las matemáticas se caracterizan aquí por una lista de géneros¹⁷ y tipos de tareas, asociados a las técnicas que permiten abordarlas, sin restricción alguna en cuanto a la naturaleza del logos de las praxeologías asociadas ni a las formas de validarlas. La etno-matemática sería, por tanto, un subconjunto de la etno-ingeniería, pero ¿cómo determinar que un tipo de tareas se enmarca en ella? No

¹⁶ P. Roberts, arqueólogo del Instituto Max Planck de Geoantropología de Leipzig, dice que los aborígenes ponen énfasis en el "caring for country" (cuidar el territorio), como se haría con un miembro de la familia para que no se enferme.

¹⁷ Un género de tareas es más general que un tipo. Por ejemplo, Calcular es un género, Calcular la suma de dos números, un tipo.

puedo responder a esta pregunta sin referirme a las matemáticas tal y como se han desarrollado en Occidente y a su forma contemporánea.

UNA PROPUESTA DE CRITERIOS PARA RECONOCER LO QUE ES MATEMÁTICO

A partir de los extractos anteriores, propongo definir una escala de proximidad entre una etno-*praxis* y una *praxis* académica:

- Algunas etno-*praxis* tienen un equivalente académico, lo que significa que en ambas instituciones se puede encontrar un tipo de tareas y una técnica *equivalentes*. Las praxeologías se distinguirán en mayor o menor medida por su tecnología. Es posible que sea la escuela la que haya difundido esta *praxis* en la enseñanza de las matemáticas. Pero no es necesariamente así y es de esperar que la etno-tecnología fuera entonces completamente específica.

Un ejemplo de esta situación lo encontramos en la investigación de Bonilla (2019) sobre el tejido: colocar cuatro estacas en el suelo para hacer un telar rectangular (Figura 4). Las diferentes técnicas encontradas se refieren a las validadas por la matemática académica y por enseñar.

Figura 4

El telar realizado por la tejedora entrevistada por Bonilla (2019, p. 46)



Este ejemplo muestra que hay una cierta distancia entre las *praxis*: el tipo de tareas matemáticas es "Construir un rectángulo"; ya sabemos que esto no se refiere a la misma expectativa si estamos en la geometría natural (con técnicas de validación mediante instrumentos de construcción y medida) o en la geometría axiomática natural (Houdement & Kuzniak, 2000), a fortiori el etno-tipo de tareas será diferente ya que implicará manipular objetos físicos. De ahí el término "equivalente" en lugar de

"idéntico". Esto también tiene como consecuencia que la etno-*praxis* no suele ser estrictamente matemática; también suele tener dimensiones que entrarían dentro de otras etno-ciencias.

- Se dice que algunas etno-*praxis* son *semejantes* a la *praxis* académica, si el tipo de tareas es equivalente, pero no la técnica.

La numeración ofrece muchos ejemplos.

- Por último, se dice que algunas etno-*praxis* están *emparentadas* con una *praxis* académica, el parentesco está ubicado a nivel del tipo de tareas. Los tipos de tareas tienen cierta proximidad, pero no son equivalentes.

Por ejemplo, las técnicas de costura utilizadas para crear un patrón de pantalón están emparentadas con las utilizadas en matemáticas para crear un patrón de poliedro.

En algunos casos, la matemática académica aún no ha producido técnicas para las etno-tareas; sólo sabe tratar tareas más sencillas. Pero propongo considerar que el hecho de que exista una tarea académica pariente es un criterio para reconocer la naturaleza matemática de la etno-praxeología. En su tesis, M. Bonilla define el siguiente tipo de tareas: *Crear una superficie plana entrelazando urdimbres y tramas de manera que se garantice la estabilidad de los cruces*. Considera que este tipo de tareas es de naturaleza matemática, más exactamente topológica; así lo confirma la existencia de la teoría de las trenzas (grupo de Artin), cuyas *praxis* pueden considerarse emparentadas con la del tejido. Pero la teoría de las trenzas data de principios del siglo XX, mientras que el tejido está presente en el Perú desde antes de nuestra era.

En resumen, propongo considerar matemática cualquier etno-praxeología cuya *praxis* sea equivalente, semejante o emparentada con al menos una *praxis* matemática académica.

Pero, ¿aporta algo ese pensamiento a la idea de etno-ingeniería? Si se trata de valorar las aportaciones de las naciones originarias, ¿no es la necesidad de referirse a las matemáticas o a otros campos científicos una sumisión a los valores occidentales en el terreno epistémico? Yo creo que sí. Es la naturaleza de los problemas resueltos lo que hace que las praxeologías de la etno-ingeniería sean valiosas e interesantes para el futuro. Sin embargo, identificar una dimensión matemática en ciertas etno-praxeologías podría favorecer su introducción en las instituciones educativas.

INCORPORAR LAS CULTURAS ORIGINARIAS A LOS PROGRAMAS ESCOLARES

En los países antiguamente colonizados (incluidos EE.UU. y Canadá), uno o varios pueblos originarios representan una proporción significativa de la población. Muchos de ellos desarrollan proyectos de introducción de las culturas e idiomas originarias en sus programas de estudio. Por lo que respecta a la etno-ingeniería (o etno-ingenierías si hay varios pueblos originarios), la inclusión de una etno-praxeología puede cumplirse a dos niveles: o bien está presente en un currículo específico, a petición de los pueblos que la produjeron y que aún la utilizan y están deseosos de transmitirla, o bien

está integrada en el currículo común. En ambos casos, dado que el tiempo escolar es limitado, sería preferible que se estudiara a dos niveles: por sí mismo (compartir las culturas originales) y como oportunidad de un primer encuentro con ciertos saberes occidentales, en particular científicos. De hecho, nunca se trata de privar a los jóvenes de los pueblos originarios de un acceso a las aportaciones de la ciencia occidental. Así lo dice D'Ambrosio (2018):

"Matemáticas indias"- "matemáticas blancas" Todo el esfuerzo pedagógico se centró en valorar ambas, cada una más apropiada para determinados tipos de soluciones y problemas, pero ambas igualmente válidas. Se hizo todo lo posible por complementar las dos formas de matemáticas. Se ayudan mutuamente. (p. 17)

Los pueblos originarios pueden querer que sus descendientes reciban la educación que necesitan para ejercer el poder democrático y económico, tanto a nivel local como nacional. Por ejemplo, el pueblo quechua debe poder participar políticamente en la decisión nacional de explotar o no los recursos minerales que se encuentran en su territorio y, en caso de explotarlos, debe poder participar en todos los niveles de responsabilidad, incluido el de desarrollar métodos de extracción más respetuosos con la Tierra y sus habitantes. A contrario, contemplando los efectos catastróficos de la tecnociencia y de la civilización hegemónica que se ha desarrollado desde el Occidente, me permito abogar a favor de que, en los países que tienen la suerte de acoger pueblos originarios en su población, todo el alumnado, incluso los jóvenes descendientes de colonizadores, se encuentren con las aportaciones de las culturas originarias¹⁸.

ENSEÑANZA DE SABERES MATEMÁTICOS ACADÉMICOS BASADA EN PRAXEOLOGÍAS ORIGINARIAS

La selección de las etno-praxeologías para su inclusión en un programa de estudio debe basarse, por tanto, en dos criterios: 1. la naturaleza de los problemas resueltos hace que sean de interés; 2. pueden contribuir a la enseñanza de elementos del saber académico. Desde este punto de vista, identificar las *praxis* matemáticas académicas que les son próximas, en uno u otro de los niveles de proximidad definidos en la parte 3, tiene la ventaja, desde el punto de vista escolar, de favorecer la búsqueda de dispositivos didácticos que permitan aprovechar su presencia en el currículo para la enseñanza de determinadas praxeologías matemáticas académicas. Esto es bastante evidente en el caso de las *praxis*

¹⁸ Para los países occidentales que ya no incluyen ningún territorio antiguamente colonizado, opino que se debe contemplar el interés de introducir en los planes de estudio la antropología como asignatura, que ofrezca al alumnado occidental la oportunidad de encontrar otras cosmovisiones, sistemas de valores e, incluso, algunas etno-praxeologías basadas en una relación respetuosa a la Tierra y al mundo vivo.

equivalentes o semejantes, pero no tanto en el caso de *praxis* emparentadas. En cualquier caso, haber identificado el carácter matemático de la etno-*praxis* es un estímulo para intentar modelizarla utilizando saberes matemáticos académicos accesibles a los alumnos, aunque no siempre figuren en los programas de estudios. Lo mismo cabe decir de las demás ciencias. Esto significa que en el modelo presentado en la Figura 3, a la institución de investigación *Ir* se sustituye una institución de enseñanza de matemáticas o de otras ciencias. Esta puede ser una condición ecológica necesaria para la inclusión de una etno-praxeología en el plan de estudios: la adscripción a una asignatura escolar le proporciona un hábitat (espacio vital) y un nicho (razón de ser) dentro del sistema escolar. Sin duda, esto da sentido a los esfuerzos realizados en la investigación etno-matemática. Quiero subrayar de nuevo la importancia de la noosfera *I**: en su seno, participantes de comunidades indígenas trabajan junto a representantes de instituciones de enseñanza de matemáticas para elegir las etno-praxeologías por incorporar en el plan de estudios y elaborar la forma en que van a aparecer en él, como en las clases.

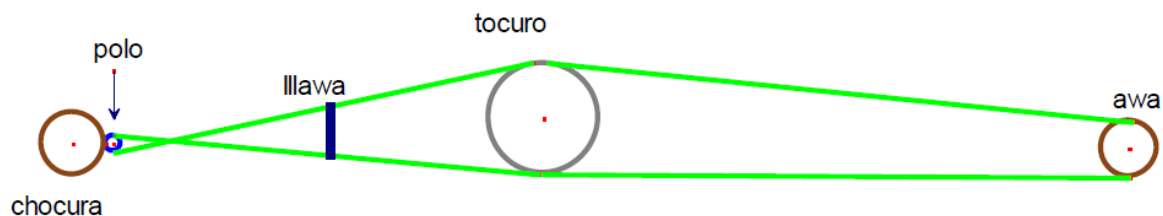
DOS EJEMPLOS

La tesis de maestría de María Bonilla (2019), desarrollada en la PUCP de Lima, Perú¹⁹, está dedicada a la determinación de la organización praxeológica personal empleada por una tejedora quechua para confeccionar un paño rectangular en un telar denominado de "cuatro estacas". Las praxeologías recogidas pueden dar lugar a un trabajo sobre la construcción de rectángulos, por un lado, y sobre la noción de tangente a un círculo, por otro. Dado el tiempo que requirió la parte etnológica de la investigación, aún no se ha realizado ningún experimento didáctico. Está en curso la creación de un diseño para la parte dedicada al rectángulo.

En el primer caso, se trata de demostrar que las técnicas utilizadas para montar el telar producen un rectángulo. En el segundo caso, mediante una modelización matemática implementada en Cabri II Plus, se trata de comprender cómo las distintas etapas de la labor producen un entrelazado estable de los hilos de trama y de urdimbre.

Figura 5

Modelo geométrico de dos etapas del proceso de tejido (Bonilla, 2019, pp. 73-74)



¹⁹Este trabajo recibió el premio Simón Bolívar en 2021.

Dado el nombre elegido, no podía evitar examinar la relación entre etno-ingeniería y etno-matemáticas. Mi posición es que la segunda es un subconjunto de la primera. Intento caracterizarla, pero lo hago refiriéndome a las matemáticas académicas. En una perspectiva decolonial, no es satisfactorio. Sin embargo, identificar una etno-praxeología como matemática constituye probablemente un punto de apoyo para su introducción en un plan de estudios escolar, dado que estos planes siguen estructurándose según la nomenclatura colonial de las asignaturas. Porque me parece importante que las aportaciones de las culturas originarias presentes en un país se incluyan en los programas dirigidos a todos los alumnos, abogo para la selección de algunas etno-praxeologías que tengan un interés doble: evidencian la creatividad del ingenio originario y, a través de su modelización científica, pueden contribuir a la enseñanza de elementos del saber académico. De nuevo, esta visión de la multiculturalidad en el sistema educativo supone la colaboración de las instituciones educativas con las comunidades originarias.

ACLARATORIAS

La autora no tiene conflicto de interés que declarar. El artículo ha sido financiado con recursos propios de la autora.

REFERENCIAS

- Bonilla, M. C. (2019). *Un estudio del proceso de elaboración del tejido quechua en telar de cuatro estacas. Aportes para la enseñanza de las matemáticas en la educación básica* [tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14446>
- Bourdieu, P. (2003). *El oficio del científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*. Editorial Anagrama.
- Castela, C. (2016). Cuando las praxeologías viajan de una institución a otra: Una aproximación epistemológica del "boundary crossing". *Educación Matemática*, 28(2), 8-29. <https://doi.org/10.24844/EM2802.01>
- Castela, C. (2017). When praxeologies move from an institution to another one: An epistemological approach of boundary crossing. En R. Göller, R. Biehler, R. Hochmuth, & H-G. Rück (Eds.), *Didactics of Mathematics in Higher Education as a Scientific Discipline - Conference Proceedings* (pp. 418-425). University of Kassel.
- Castela, C. (2020). Les praxéologies comme idiosyncrasies institutionnelles. *Educação Matemática Pesquisa*, 22(4), 86-102. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i4p086-102>
- Castela, C., & Romo Vázquez, A. (2011). Des mathématiques à l'automatique: Étude des effets de transposition sur la transformée de Laplace dans la formation des ingénieurs. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 31(1), 79-130.

- Castela, C., & Romo Vázquez, A. (2023). Towards an institutional epistemology. En R. Biehler, G. Gueudet, M. Liebendörfer, C. Rasmussen, & C. Winsløw (Eds.), *Practice-Oriented Research in Tertiary Mathematics Education: New Directions* (pp. 621-648). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-14175-1_30
- Césaire, A. (2006). *Discurso sobre el colonialismo*. Akal.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné* (2.^a ed.). La Pensée Sauvage. (Original publicado en 1985).
- Chevallard, Y. (1997). Familière et problématique, la figure du professeur. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 17(3), 15-54.
- Chevallard, Y. (2003). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. En S. Maury, & M. Caillot (Eds.), *Rapport au savoir et didactiques* (pp. 81-104). Éditions Fabert.
- Chevallard, Y. (2006). Steps towards a new epistemology in mathematics education. En M. Bosch (Ed.), *Actas del IV Congreso de la Sociedad Europea de Investigación en Educación Matemática* (pp. 21-30). FUNDEMI-IQS.
- Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la Théorie Anthropologique du Didactique. En Ruiz-Higueras, & Al (Eds.), *Sociedad, escuela y matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD)* (pp. 705-746). Publicaciones de la Universidad de Jaén.
- D'Ambrosio, U. (2014). Las bases conceptuales del Programa Etno-matemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 100-107.
- D'Ambrosio, U. (2018). Apresentação. *Educação Matemática em Revista*, 23(60), 9-19.
- Dussel, E. (2004). Transmodernidad e interculturalidad. En R. Fornet-Bettancourt (Ed.), *Crítica intercultural de la filosofía Latinoamericana Actual* (pp. 1-26). Trotta.
- Dussel, E. (2014). Transmodernité et interculturalité (une interprétation à partir de la philosophie de la libération). En C. Bouguignon, R. Grosfoguel, & P. Colin (Eds.), *Penser l'envers obscur de la modernité. Une anthologie de la pensée décoloniale latino-américaine* (pp. 177-212). Pulim.
- Grosfoguel, R. (2008). Hacia un pluri-versalismo transmoderno decolonial. *Tabula Rasa*, (9), 199-215. <https://doi.org/10.25058/20112742.345>

Grosfoguel, R. (2010). Vers une décolonisation des “universalismes” occidentaux: Le “pluri-versalisme décolonial”, d’Aimé Césaire aux zapatistes. En N, Bancel, P. Blanchard, F. Bernault, A. Boubeker, A. Mbembe, & F. Verges (Eds.), *Ruptures postcoloniales* (pp. 119-138). La Découverte, Collection Cahiers libres. <https://doi.org/10.3917/dec.bance.2010.01.0119>

Houdement, C., & Kuzniak, A. (2000). Formation des maîtres et paradigmes géométriques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 20(1), 89-115.

Nhampinga, D. A. A. (2023). *Contribuição para o estudo das potencialidades do jogo “NTXUVA” no ensino da matemática: Uma proposta para o enriquecimento do currículo local no nível médio do SNE em Moçambique* [tesis doctoral, Universidade Federal da Bahia]. Repositorio de la UFBA. <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/38111>

Quiroz, L. (2020, 18 de febrero). *Le leurre de l’objectivité scientifique. Lieu d’énonciation et colonialité du savoir* [página web]. Perspectives décoloniales d’Abya Yala. <https://decolonial.hypotheses.org/?p=1630>

Roberts, P., Buhrich, A., Caetano-Andrade, V., Cosgrove, R., Fairbairn, A., Florin, S. A., Vanwezer, N., Boivin, N., Hunter, B., Mosquito, D., Turpin, G., & Ferrier, Å. (2021). Reimagining the relationship between Gondwanan forests and Aboriginal land management in Australia’s ‘Wet Tropics’. *iScience*, 24(3), 102190. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102190>

Roditi, E. (2014). Le calcul des doses médicamenteuses. Pratiques professionnelles et choix de formation en soins infirmiers. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 34(2/3), 103-132.

Romo Vázquez, A. (2009). *La formation mathématique des futurs ingénieurs* [tesis doctoral, Université Paris Diderot]. Système Universitaire de Documentation. <https://www.sudoc.fr/138009228>

de Sousa Santos, B., Nunes, J. A., & Meneses, M. P. (2007). *Another knowledge is possible*. Éditions De Boeck Supérieur.

de Sousa Santos, B., Nunes, J. A., & Meneses, M. P. (2022). Ouvrir le canon du savoir et reconnaître la différence (I. Mullet-Blandin, trad.). *Participations*, (32), 51-91. <https://doi.org/10.3917/parti.032.0051>

Cómo citar este artículo:

Castela, C. (2024). Pluriversalidad de los saberes: ¿Qué herramientas propone la teoría antropológica de lo didáctico? *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM)*, 4(2), e202402. <https://doi.org/10.54541/reviem.v4i2.112>



Copyright © 2024. Corine Castela. Esta obra está protegida por una licencia [Creative Commons 4.0. International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)