MOMENTO
Diálogos em Educação
Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação
E-ISSN 2316-3100
FURG
PPGEDU

EL ROL DEL PENSAMIENTO COMPLEJO EN LA VINCULACIÓN TECNOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD

María Martha Barroso Quiroga[1]

Resumen: La adquisición de conocimientos y saberes tradicionales dentro de las universidades argentinas están regidos por una currícula bajo las actuales políticas educativas y no siempre contemplan el vínculo social. En los últimos años, la Universidad Nacional de San Luis ha propiciado el pensamiento complejo, desde el concepto de la pluridimensionalidad y el diálogo de saberes interdisciplinar, fomentando las relaciones entre diversas facultades. Desde esta impronta, se han establecido vínculos con diversos sectores de la sociedad (ONGs, gobierno provincial, escuelas) con el fin de realizar una vinculación-transferencia tecnológica destinada a paliar una problemática social (presencia de arsénico en aguas de consumo).

Palabras claves: Vinculación social. Pensamiento complejo. Transferencia tecnológica. Tecnología social.

THE ROLE OF COMPLEX THINKING IN TECHNOLOGY LINKAGE AT UNIVERSITY

Abstract: Traditional knowledge acquisition within Argentine universities are governed by a curriculum under current strict educational policies and do not always contemplate the social bond. In recent years, the Universidad Nacional de San Luis has fostered complex thinking, from the concept of multidimensionality and interdisciplinary knowledge dialogue, encouraging relationships between various faculties. Since then, various sectors of society (NGOs, provincial government, schools) have linked with the university in order to promote technology transfer to solve a social problem (presence of arsenic in drinking water).

Keywords: Social links. Complex thinking. Technology transfer. Social technology.

O PAPEL DO PENSAMENTO COMPLEXO NA LIGAÇÃO DA TECNOLOGIA NA UNIVERSIDADE

Resumo A aquisição de conhecimentos e conhecimentos tradicionais dentro das universidades argentinas é regida por um currículo dentro das políticas educacionais vigentes e nem sempre contempla o vínculo social. Nos últimos anos, a Universidade Nacional de San Luis tem fomentado o pensamento complexo, a partir do conceito de multidimensionalidade e o diálogo do conhecimento interdisciplinar, fomentando as relações entre as diversas faculdades. A partir desta impressão, foram estabelecidas ligações com vários setores da sociedade (ONGs, governo provincial, escolas) a fim de fazer uma transferência de tecnologia de ligação com o objetivo de aliviar um problema social (presença de arsênico na água potável).

Palavras-chave: Vínculo social. Pensamento complexo. Transferência de tecnologia. Tecnologia social.

---

[1] Doctora en Química (2010) e Ingeniera Química (2005) en la Universidad Nacional de San Luis, Argentina. Estudios postdoctorales en la Universidad Nacional de San Luis (2012) y en la Universidad de Girona, España (2019).

Introducción

La complejidad de las problemáticas que aquejan nuestros países actualmente hace que la currícula clásica de enseñanza monodisciplinar y la división tradicional de la organización del conocimiento haya quedado obsoleta. Según Karl Popper (1991) en Conjeturas y Refutaciones, "no somos estudiosos de alguna asignatura sino estudiosos de problemas... Y los problemas pueden atravesar las fronteras de cualquier asignatura o disciplina" (p. 95). Como plantea Morin (1994),

> la disyunción basada en separaciones y compartimentaciones, ha favorecido la falta de comunicación entre el conocimiento científico y la reflexión filosófica, pero sobre todo, ha privado a la ciencia de toda posibilidad de conocerse, de reflexionarse, incluso de concebirse científicamente a sí misma (POPPER, 1991, p. 30)

Nuestra educación tradicional nos ha estructurado para separar, dividir, y analizar problemas acotados, sin contemplar un contexto más global. Ha existido un falso discurso que nos impedía aprehender el concepto de multidimensionalidad.

Sin embargo, hoy en día, las investigaciones científicas buscando la innovación, los espacios híbridos que han aparecido entre disciplinas y profesiones, la búsqueda de respuestas a complejas problemáticas sociales globales que pueden estudiarse (y resolverse) desde diferentes ángulos, está induciendo a la Universidad hacia la trans e interdisciplinariedad, en la búsqueda de nuevos modelos de construcción y producción de conocimiento que sean más colaborativos y se encuentren mejor articulados.

El diálogo entre las diferentes disciplinas puede resultar incómodo, y muchas veces, no ocurre automáticamente. La Universidad puede actuar como moderadora entre las disciplinas, ayudando a encontrar la integración de las diversas perspectivas del conocimiento.

De acuerdo con Strydom (2002), las Universidades como agente colectivo del conocimiento tienen la responsabilidad particular de fomentar un diálogo transversal entre los diferentes actores, particularmente si provienen de diferentes disciplinas científicas. Esto es particularmente importante, ya que estas tareas -a veces complejas- requieren el enfoque y la atención del sistema académico-educativo en su conjunto. En este lugar, las

universidades están bien ubicadas para involucrar a las diferentes disciplinas científicas en los debates en curso, por ejemplo, sobre la protección del medio ambiente.

Las instituciones de Educación Superior están comenzando a impulsar:

> … prácticas vinculadas a la acción social, basadas en los principios de participación democrática, autonomía, responsabilidad, pertinencia social, diversidad, interculturalidad, trabajo cooperativo, entre otros; categorías todas que permiten configurar un nuevo orden socioeducativo (MURO, SÁNCHEZ CARREÑO Y CALDERA *apud* CARREÑO; RODRIGUEZ, 2011, p. 154).

Estos mismos autores, consideran que es necesario el desarrollo de un pensamiento complejo sustentado en la condición humana, que permita interpretar las múltiples interrelaciones entre la universidad y su entorno social, y así promover la transformación social.

Tecnologías para la Inclusión Social y Vinculación Tecnológica

Las Tecnologías Sociales o para la Inclusión Social se definen como una forma de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar tecnología orientada a resolver problemas sociales y ambientales, generando dinámicas sociales y económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable (THOMAS, 2009). Lo social y lo tecnológico son indisociables, la idea de la tecnología como algo neutral es insostenible (THOMAS; JUAREZ; PICABEA, 2015).

Desde el punto de vista de las ciencias sociales, la relación tecnología-sociedad se presenta bajo una configuración lineal y determinista en la que se plantea que el desarrollo tecnológico determina el medio social (determinismo tecnológico), o se considera que los procesos sociales determinan el tipo de tecnologías que se desarrollan (determinismo social). Estos dos abordajes plantean una separación entre problemas sociales y problemas tecnológicos.

Desde la perspectiva socio-técnica pretende describir lo complejo de los procesos de cambio tecnológico, y desde este enfoque, las Tecnologías para la Inclusión Social son aquellas que buscan respuestas a problemas socioambientales sistémicos, antes que una

solución puntual. De este modo, estas tecnologías propician la generación de dinámicas locales de producción, cambios tecnológicos e innovación socio-técnicamente adecuadas (THOMAS, 2009; GARRIDO *et al.*, 2014).

Con esta impronta y un concepto más amplio, el actual Rector de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL) plantea que:

> … la distribución social de los beneficios de la ciencia y la tecnología sigue un patrón similar al de la distribución de la riqueza y el poder en el mundo. Las sociedades capaces de movilizar sus instituciones educativas, de investigar y gestionar los flujos de conocimiento, pueden afrontar con más chances los desafíos del desarrollo sostenible (MORIÑIGO V., 2020, p. 3).

La Vinculación Tecnológica en las universidades permite desarrollar mecanismos que promuevan la asociación entre los espacios donde se genera conocimiento y quienes se benefician con su utilización práctica, los sectores de la producción y el medio social que los contiene.

En 2016, en la UNSL se crea la Secretaría de Vinculación Tecnológica y Social (SVTS), que trabaja en equipo con la Escuela de Economía, Negocios y Transferencia de Tecnología, que también articula con la Oficina de Propiedad Intelectual. La Secretaría gestiona las acciones de transferencia con cada una de la Facultades de la UNSL, asesora, asiste en las relaciones y vinculación con instituciones y organismos locales, provinciales, nacionales e internacionales, tanto en la faz tecnológica como social, y contribuye a la inserción y posicionamiento local, nacional e internacional de la Universidad en el entornó socio-productivo, potenciando la investigación y profundizando los procesos de trasferencia e innovación (SVTS-UNSL, 2021).

Los actores principales de todas las actividades de Vinculación son los investigadores. Sus capacidades científico-tecnológicas y los resultados de sus investigaciones son el principal insumo a ser transferido a la sociedad (FLORES, 2020).

El modelo de vinculación que se practica se basa en el “Triángulo de Sábato”, que establece que para poder insertar/acoplar la ciencia y la tecnología en un proceso de desarrollo productivo, se necesita coordinar tres elementos fundamentales en el desarrollo de las sociedades contemporáneas: el *gobierno*, la *estructura productiva* y la *infraestructura científico-tecnológica*.

El vértice-*gobierno* comprende el conjunto de roles institucionales que tienen como objetivo formular políticas y movilizar recursos de y hacia los vértices de la estructura productiva y de la infraestructura científico-tecnológica a través, se entiende, de los procesos legislativo y administrativo.

Se define el vértice-*estructura productiva*, en un sentido general, como el conjunto de sectores productivos que provee los bienes y servicios que demanda una determinada sociedad. Mientras que el vértice-*infraestructura científico-tecnológica* es el sector productor, oferente de la tecnología.

Sábato y Botana (1968) expresan que:

> … este sistema de relaciones no pretende tan sólo interpretar una realidad en función de un modelo analítico definido de antemano, sino, además, demostrar que la existencia del triángulo científico-tecnológico asegura la capacidad racional de una sociedad para saber dónde y cómo innovar y que, por lo tanto, los sucesivos actos tendientes a establecerlo permitirán alcanzar los objetivos estratégicos propuestos … (p. 19)

El objetivo principal de la SVTS es generar un proceso interactivo orientado a promover la investigación científica y tecnológica en función de los grandes intereses provinciales, nacionales o internacionales, tendiendo a lograr las condiciones de mejoramiento del bienestar social y dando solución a las demandas del sector socio-productivo, donde se procura sostener y profundizar su compromiso con la comunidad, en un diálogo permanente que contribuya las formas de vinculación, construcción, transferencia de conocimientos compartidos entre el saber académico con la sociedad.

La Secretaría ha realizado desde entonces: la creación de proyectos de vinculación, transferencia tecnológica y social; el asesoramiento sectorial para el desarrollo emprendedor; ha realizado campamentos con investigadores sub 35 con el objeto de volcar ideas hacia el emprendedurismo; ha creado programas y convenios de transferencia para estimular la transferencia de las investigaciones a la sociedad; provee protocolos de Vinculación con Empresas; ha propiciado una Incubadora de Empresas; y anualmente se festeja un Concurso Universitario de Innovación, UNSLxi, propiciando la vinculación entre diferentes unidades académicas buscando la interdisciplinariedad. Desde 2016, la SVTS ha brindado asesoramiento a más de 90 proyectos de vinculación tecnológica y social.

Transferencia tecnológica de un filtro de remoción de arsénico de aguas de consumo humano: estudio de caso

El proyecto que nos involucra en 2015 surge a partir de las siguientes problemáticas: las altas concentraciones de arsénico que posee el agua de consumo en las poblaciones rurales de la provincia de San Luis (Argentina), el difícil acceso que tienen esas pequeñas comunidades a aguas tratadas y la poca información que invisten los habitantes expuestos con respecto a las consecuencias en la salud del consumo continuo de aguas con arsénico.

Existe una articulación entre las tres funciones sustantivas docencia-investigación-extensión, el equipo de trabajo está conformado por docentes, estudiantes, nodocentes y graduados de cinco facultades de la UNSL, así como también actores sociales como instituciones no-gubernamentales (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Sociedades Ganaderas), municipios, Gobierno de la Provincia de San Luis, escuelas rurales y periurbanas. Las disciplinas involucradas son: ingeniería química, licenciatura en química, ingeniería en minas, bromatología, licenciatura en nutrición, bioquímica, biología molecular, periodismo y comunicación social.

Los objetivos de los proyectos que tenemos en curso (proyecto de investigación, proyecto de extensión de interés social y proyecto de extensión-docencia) son:

- muestrear y caracterizar las aguas de toda la Provincia de San Luis;
- desarrollar/evaluar los materiales para remover arsénico;
- diseñar un dispositivo de remoción de arsénico desde las aguas caracterizadas, de manera tal que sea económico, de fácil instalación y manejo, y remueva de manera efectiva los iones arsenicales presentes en el agua, bajando los niveles de arsénico a los permitidos por la Organización Mundial de la Salud;
- establecer vínculos duraderos con las localidades de la Provincia de San Luis y de provincias aledañas;
- generar conciencia social masiva sobre la problemática del consumo continuo de aguas con altas concentraciones de arsénico, de manera tal que se advierta la utilidad del dispositivo propuesto.

Actualmente, la SVTS nos está guiando en el último tramo del proceso de obtención del filtro de arsénico, buscando financiamiento para esta última etapa.

Desde el 2016, nuestro proyecto ha muestreado aguas naturales en más de 20 localidades de la Provincia de San Luis (Argentina), y ha dictado talleres con respecto a la temática en los cuatro niveles educativos: inicial, primaria y secundaria y universidad, en 6 escuelas públicas y dos universidades (Universidad Nacional de San Luis, Argentina; Universitat de Girona, España); a más de 200 personas.

Los talleres consisten en informar –adecuando el léxico al nivel educativo- sobre el agua, la presencia de arsénico y sus consecuencias en la salud; y en las escuelas visitadas, se les ha transmitido la información para el armado de un dispositivo casero de remoción de arsénico, comúnmente conocido como método RAOS (Remoción de Arsénico por Oxidación Solar), que se basa en la irradiación con luz solar de agua contenida en botellas de plástico PET, adicionando lana de acero, ácido cítrico (jugo de limón) y la posterior remoción por decantación de óxidos de hierro formados en el agua.

Desde el proyecto de investigación, se evalúan materiales de bajo costo y amplia disponibilidad, que puedan formar parte del dispositivo que se coloque en los puntos de uso de las viviendas rurales; mientras que los proyectos de extensión se encargan de establecer vínculos con la sociedad, difunde la problemática y estrecha lazos con actores sociales interesados en participar desde diversos roles: receptores de los talleres, voluntarios, colaboradores, etc.

El impacto en la sociedad puede medirse directamente por los vínculos establecidos con:

- dos agencias del INTA, de las localidades de Unión y Concarán (Provincia de San Luis, Argentina);
- un municipio local (Municipalidad de Unión, San Luis, Argentina), cuyo emplazamiento geográfico lo coloca en una zona de alta presencia de arsénico en suelo y agua; y
- la Universitat de Girona (España), cuyo equipo de investigación de Química Analítica Ambiental posee vasta experiencia en técnica analíticas para la caracterización de aguas naturales con alto contenido de arsénico.

Consideraciones finales

En conclusión, en este estudio de caso, la Universidad Nacional de San Luis, mediada por la Secretaría de Vinculación Tecnológica y Social, desde una visión holística, ha logrado articular las diversas funciones sustantivas (docencia-extensión-investigación-vinculación tecnológica y social) de la institución en un proyecto que tiene alto impacto social, para la producción y transmisión de saberes responsables y la formación de profesionales ciudadanos igualmente responsables.

Esta experiencia exitosa de articulación entre academia-sociedad también indica que no hay un único modo de propiciarlas y llevarlas adelante. Por un lado, la SVTS propone conocer a la comunidad en su conjunto y visualizar relaciones que pueden ayudar en el encuentro de socios/beneficiarios para un proyecto o para dar respuesta a una necesidad social concreta. Así mismo, desde la perspectiva de relaciones interpersonales, la UNSL nos provee espacios de intercambio y asesoramiento para que –una vez identificados esos posibles socios/beneficiarios– podamos establecer vínculos de confianza y relaciones interpersonales/interinstitucionales perennes.

Referencias

CARREÑO, J. S.; RODRÍGUEZ, C. P. Hacia un currículo transdisciplinario: una mirada desde el pensamiento complejo. **Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales**, n. 17, p. 143-164. 2011.

FLORES, O. () Innovación tecnológica y social. Revista digital UNSL 2.0. v. 1, n. 1, p. 5-6. 2020. Disponible en: http://svts.unsl.edu.ar/pdf/UNSL2.0-Jun20.pdf. Accesado en: 10 de mayo 2021.

GARRIDO, S. M.; MOREIRA, A. J.; LALOUF, A. Tecnologías para la inclusión social y dinámicas desarrollo sustentable: análisis socio-técnico de experiencias de desarrollo local basadas en el aprovechamiento de energías renovables. **Astrolabio**, n. 12, p. 73-105. 2014

SVTS-UNSL - SECRETARÍA DE VINCULACIÓN TECNOLÓGICA Y SOCIAL. **Informe de autoevaluación**. 2021.Disponible en: http://svtsunsl.unsl.edu.ar/infautoevaluacion.html. Accesado en: 25 de julio 2021.

MORIN, E. **Introducción al pensamiento complejo**. Barcelona: Gedisa. 1994.

MORIÑIGO, V. Innovación tecnológica y social. **Revista digital UNSL 2.0.** v. 1, n. 1, p. 3-5. 2020. Disponible en: http://svts.unsl.edu.ar/pdf/UNSL2.0-Jun20.pdf. Accesado en: 10 de mayo 2021.

SÁBATO, J.; BOTANA, N. La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. **Revista de la Integración**, n. 3. INTAL, Buenos Aires, p. 15-36. 1968

THOMAS, H. Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina. *In* Aldalice Otterloo et al. **Tecnologias sociais: caminhos para a sustentabilidade**, p. 25-71. Brasília/DF: Rede de Tecnologia Social (RTS), 2009.

THOMAS, H., JUAREZ, P.; PICABEA, F. ¿Qué son las Tecnologías para la Inclusión Social?, **Tecnología y Desarrollo, Cuadernillo n. 1**. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2015.

POPPER, K. R. **Conjeturas y refutaciones**: el desarrollo del conocimiento científico. Madrid: Paidós Ibérica. 1991.

Submissão em: 17-10-2021
Aceito em: 13-12-2021