



## **El diseño de instrumentos científicos como articulador de la educación en ciencias y la educación en tecnología**

Jimmy William Ramírez Cano<sup>1</sup>

William Manuel Mora Penagos<sup>2</sup>.

### **Resumen**

La comunicación presenta una reflexión conceptual orientada a generar una propuesta de articulación de la enseñanza de la ciencia y la tecnología, en la que el diseño de instrumentos es empleado como puente entre la educación en ciencias y la educación tecnológica. La reflexión es producto de un análisis documental hermenéutico y de análisis de contenido asistido por Atlas ti, en el contexto de un estado de arte, que hace parte de una investigación de tesis doctoral en educación, en curso. Empero, será objeto de este trabajo presentar las reflexiones encontradas más no el proceso de obtención de los datos. Finalmente se presentan relaciones entre instrumento – artefacto y el aprendizaje basado en problemas como base para el desarrollo de diseños curriculares de unidades didácticas.

**Palabras clave:** Diseño de Instrumentos, Educación en ciencias y tecnología, STEM, Aprendizaje basado en problemas.

### **Tema 1, Categoría 1.**

La información exhibida es producto del estado de arte de una investigación de tesis doctoral en educación. Emplea una concepción filosófica hermenéutica y metodología de estado de arte desde un fundamento abductivo. Se empleó el análisis de contenido asistido por ATLAS TI y se obtuvo 17 categorías axiales. Se abordan 3 de éstas.

Inicialmente, los conocimientos, habilidades y artefactos científicos y tecnológicos "invaden" todos los ámbitos en la sociedad moderna. El conocimiento y las habilidades en ciencia y tecnología (CyT) son cruciales para la mayoría de las acciones y decisiones en distintos escenarios que incluyen industria, instituciones de investigación, mercado laboral, universidades, escuelas, y ciudadanía en

---

<sup>1</sup> Universidad Pedagógica Nacional. Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE-UPN). E-mail: [jwramirez@pedagogica.edu.co](mailto:jwramirez@pedagogica.edu.co)

<sup>2</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE-UD). E-mail: [wmmorap@correo.udistrital.edu.co](mailto:wmmorap@correo.udistrital.edu.co)



general (Sjøberg, 2002).

Esta importancia ha sido el derrotero de propuestas que han buscado la integración CyT en el aula de clases, de manera que sean potenciados conocimientos y habilidades necesarios en estos y otros ámbitos. Estas propuestas no son nuevas pero no hay muchas (Gilbert, Boulter, & Elmer, 2000; Gilbert & Stocklmayer, 2001). Dentro de estas propuestas se encuentra el uso del artefacto, usados como instrumentos, importantes en el desarrollo de las ciencias (Gilbert, 1992) y han tenido un apoyo mutuo que se puede traducir desde el uso del instrumento y el experimento en el desarrollo de conocimiento científico y tecnológico. Empero, en el campo de la educación esta fortaleza no se ha traducido en el currículo.

En la educación, la tecnología (tech) es introducida como educación en tecnología (edutec), dentro de cuatro categorías: La tech del artefacto, el conocimiento, las actividades, y un aspecto ligado a la humanidad (Jones, Bunting, & de Vries, 2013; Williams, 2013). En consecuencia, la tech se relaciona profundamente con el arte de manufacturar o hacer artefactos, en lo que deben hacer, relacionándose con el saber hacer y esto lo diferencia del conocimiento científico. De esta forma surge la edutec, de la necesidad de formar en el aprender haciendo mediado por la interacción y la posibilidad de desarrollar competencias propias y necesarias para el desarrollo económico, social, cultural, entre otros.

A pesar de estas posibilidades y la oportunidad de desarrollar currículos (en sus niveles macro, meso y micro) para la edutec en contexto, se puede afirmar que el currículo en edutec es muy frágil en muchas instituciones y currículos en el mundo, con autoridades educativas luchando por equilibrar estas iniciativas con otras áreas. Las relaciones entre tech y edutec son tensas, dependen de la forma en la que lo entiende cada país. Esta situación hace pensar en la necesidad de investigar en didáctica de la edutec, aspecto que es poco indagado como afirma Gilbert et al. (2000) y Williams (2013).

Ahora, al hablar de ciencia y en particular de educiencia López y Mota (2003, p.323) afirma que en este campo forman parte los estudios que "permitan en perspectiva, mejorar la enseñanza de las ciencias naturales -física, química, biología- y a su aprendizaje en individuos -estudiantes, futuros docentes- y grupos escolares y en diversos niveles educativos, a partir de considerar los procesos cognitivos de representación de los estudiantes relativos a la adquisición y desarrollo de conceptos, habilidades y actitudes". Así es claro que toda la



población debería recibir una formación en ciencias integrada, en todos los niveles educativos. Más, esta tarea no es sencilla al tener distintas disciplinas autónomas en los currículos; además, la cobertura y diversidad de participantes, las diferencias culturales, el sinnúmero de conceptos, habilidades y actitudes que se precisan aprender, que emergen en el proceso, son parte de las dificultades. Estas situaciones han logrado que exista una fuerte organización al interior de la educiencia y que se ha formalizado por décadas.

Es claro que la educiencia ha tenido más desarrollo que la edutec, debido a su tradición compartida por un gran número de investigadores en líneas con amplia aceptación y proyección. Los resultados de estas investigaciones se han retomado en propuestas curriculares para otras áreas, como la edutec que se orienta a la integrar una educación en CyT. Al respecto Davies & Gilbert (2003) presentan 5 argumentos que muestran porqué se favorece relacionar la CyT en el aula y por qué vincular la experiencia de la educiencia con la edutec:

1. Ambas requieren que el alumno reflexione sobre su práctica. Esto es difícil en la educiencia porque generalmente los experimentos se llevan a cabo una sola vez y hay poco en el macro dominio (evidencia concreta) para reflexionar. La edutec proporciona esta evidencia concreta. Los alumnos deben realizar pruebas de sus productos. Una habilidad que precisa la educación en ciencias.
2. Se podría desarrollar un enfoque consistente para la promoción de la metacognición a través de la CyT debido al alto grado de congruencia epistemológica entre ellos.
3. La educiencia y edutec requieren que los alumnos desarrollen la capacidad de visualizar lo que no se puede ver o no se ha visto todavía.
4. Los conceptos explicativos de la educiencia, como fuerza, energía, etc, se utilizan a menudo para dar solución a los planteamientos de diseño en edutec.
5. El uso de contextos tecnológicos puede ser motivador en la enseñanza de las ciencias porque éstos proporcionan razones utilitarias en las que los conceptos abstractos -a menudo difíciles- de las ciencias deben ser dominados por los estudiantes.

Vincular las dos áreas en un proyecto curricular es todo un reto. Para Sjøberg (2002), las dificultades para vincular la educiencia y la edutec están relacionadas con el currículo, la dificultad para entender la ciencia, la falta de maestros calificados, las tendencias anti y cuasi científicas, los ataques postmodernos a la CyT, la imagen estereotípica de científicos e ingenieros, el desacuerdo entre los



investigadores percibidos como un problema, los problemas de valores y ética en la ciencia, la falta de ambición en la ciencia, la nueva imagen de bigscience y tecnociencia, los científicos e ingenieros no son vistos como héroes, los nuevos roles sociales que no están en CyT y las distancias entre la comunicación científica y el público. Al respecto Pešaković, Flogie, & Aberšek (2014) sugieren que estas dificultades pueden ser abordadas desde el planteamiento de problemas en la educación para acercar a los estudiantes a la CyT.

Por esto, alternativas en boga como STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) en USA y UK o VET en Australia han logrado que la edutec resulte como parte de estudios integrados o en un subconjunto de otras disciplinas, dentro de las que se encuentra las ciencias. El contenido y las actividades de la edutec en estas propuestas han utilizado contenidos y principios de ciencias, matemática e ingeniería para mejorar el aprendizaje de los alumnos sobre conceptos complejos partiendo de problemas, más aún son propuestas en desarrollo y con muchos tropiezos (Jones et al., 2013).

Sobre esto Jones et al. (2013) sugieren que los problemas pueden enfocarse para aprender CyT desde el diseño (D&C), específicamente, desde el papel de los gráficos de diseño, los métodos de diseño, la interacción entre el conocimiento y el diseño y la forma en que el diseño debe cumplir condiciones técnicas y no técnicas. *Este diseño se materializará en un artefacto que reúne el conocimiento tecnológico, pero a su vez científico y permite acercar al estudiante a reflexionar sobre los conocimientos en CyT que requiere para realizar su diseño. Es decir, el artefacto se convierte en un instrumento científico (IC).*

En el proceso de D&C el estudiante evalúa el acierto de su planteamiento y las posibles correcciones que tenga lugar, una reafirmación de sus capacidades técnicas y conocimientos en ciencia. En la materialización pondrá en juego sus capacidades para manufacturar, es decir, expondrá su capacidad para saber hacer, un aspecto de la tech. Expuesto de esta forma el artefacto, ahora IC, se convierte en el puente para la enseñanza de la CyT es decir, el puente entre la educiencia y la edutec.

Esto es primordial ya que la experiencia del laboratorio es esencial en la educiencias, la edutec y la educación en ingeniería por las ventajas cognitivas y de enseñanza que se tienen. Para Williams (2000) los IC y experimentos proveen al estudiante de una experiencia que le permite resolver problemas prácticos, por tanto, al reflexionar sobre CyT se mejoran los niveles de comprensión al privilegiar la construcción de conocimiento y alejar tendencias memorísticas. En la



interacción con el IC surgen procesos y fases en las que el estudiante desarrolla unas competencias que no se pueden adquirir de otra forma y que son propias de la CyT (Williams, 2013). Esta interacción muestra la interdisciplinariedad de la CyT y ofrece nuevas alternativas epistemológicas para la enseñanza de estas áreas, la formación de maestros y el diseño curricular de unidades didácticas.

Asimismo, esta propuesta se encuentra fuertemente ligada al aprendizaje basado en problemas (PBL), una metodología de enseñanza recomendado para el desarrollo de la edutec, la educiencia y de las competencias asociadas a estas disciplinas, como el caso de STEM (Gilbert et al. 2000; Williams, 2013). Más, para Williams (2000) desde temprana edad se enseña a separar los problemas, a fragmentar el mundo, esto hace que tareas y temas complejos sean más manejables, pero pagamos un precio oculto enorme, al perder el sentido intrínseco de conexión a un todo más grande, tratando de ver el panorama general, reuniendo los fragmentos, en nuestras mentes, aunque no es sencillo. Por estas razones, plantear un problema que sea abordado desde diferentes disciplinas ayuda a que el estudiante no fragmente sino vincule las áreas desde un contexto común, el problema a resolver.

A manera de conclusión se puede afirmar que resolver problemas y que se materialicen en IC ayudará a que el estudiante interprete principios matemáticos y científicos, aplique la tech para resolver problemas naturales y artificiales, sintetice las matemáticas, la ciencia, las técnicas y tecnologías, evalúe soluciones y aprecie el amplio espectro de conocimiento y aplicación que se requiere en el proceso.

Davies, T., & Gilbert, J. (2003). Modelling: Promoting creativity while forging links between science education and design and technology education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3(1), 67–82. <https://doi.org/10.1080/14926150309556552>

Gilbert, J. K. (1992). The interface between science education and technology education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 563–578.

Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. En J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp. 3–17). Dordrecht: Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1_1)

Gilbert, J. K., & Stockmayer, S. (2001). The Design of Interactive Exhibits to Promote the Making of Meaning. *Museum Management and Curatorship*, 19(1), 41–50. <https://doi.org/10.1080/09647770100401901>

Jones, A., Buntting, C., & de Vries, M. J. (2013). The developing field of technology



**Revista Tecné, Episteme y Didaxis.** Año 2018. Numero **Extraordinario.** ISSN impreso: 0121-3814, ISSN web: 2323-0126 **Memorias,** Octavo Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables. Octubre 10, 11 Y 12 de 2018, Bogotá

education: a review to look forward. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(2), 191–212. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9174-4>

López y Mota, Á. (2003). Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje. *La investigación educativa en México (1992-2002)*.

Pešaković, D., Flogie, A., & Aberšek, B. (2014). Development and evaluation of a competence-based teaching process for science and technology education. *Journal of Baltic Science Education*, 13(5), 740–755.

Sjøberg, S. (2002). Science and technology education: Current challenges and possible solutions. *Innovations in science and technology education*, 8, 1–13.

Williams, P. J. (2000). Design: The Only Methodology of Technology? *Journal of Technology Education (spring 2000)*, 11(2), 48–60.

Williams, P. J. (2013). *Technology education for teachers*. Springer Science & Business Media.