

La construcción de artefactos como mediadores del proceso de apropiación social de la ciencia, tecnología e innovación- proyecto Crea-ciencia

The construction of artifacts as mediators of the process of social appropriation of science, technology and innovation - Crea-ciencia project

Edna Eliana Morales Oliveros¹

Universidad del Tolima. Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9263-0549>

Correo electrónico: eemoraleso@ut.edu.co

María Nur Bonilla Murcia¹

Universidad del Tolima. Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8962-8472>

Correo electrónico: mnbonillam@ut.edu.co

Enrique Alirio Ortíz Guisa¹

Universidad del Tolima. Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1807-7626>

Correo electrónico: eaortiz@ut.edu.co

URL: https://revistas.up.ac.pa/index.php/punto_educativo/article/view/8272

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17450277>

RESUMEN

El proyecto Crea-ciencia tiene como objetivo la apropiación social del conocimiento científico, tecnológico y la innovación en territorios rurales y urbanos del departamento del Tolima -Colombia. En su desarrollo se plantea la estrategia de ruta de la creatividad, la cual trata cómo la comunidad educativa, con

¹ Profesores de Planta, Grupo de investigación Educación Social. Integrantes del Proyecto del Laboratorio de cognición para el aprendizaje de las ciencias naturales, de la Universidad del Tolima.

integración de agentes del territorio, identifican y comprenden una problemática, cuya solución se corresponde con el diseño y desarrollo de artefactos tecnológicos. En este proceso, la educación en ciencia y tecnología juega un rol importante, en tanto le da sentido a muchas competencias que desde los estándares curriculares colombianos se propenden, por ejemplo, el tema de modelización y el uso comprensivo del conocimiento científico. La propuesta se enmarca en la perspectiva de enseñanza basada en modelización; donde es fundamental que los niños y/o jóvenes de los equipos de creatividad construyan modelos, inicialmente, explicativos sobre la problemática que se conceptualiza, representen a través de variados registros semióticos sus propuestas de solución y las concreten a través de la construcción de modelos o artefactos iniciales. Para ello, se hace uso de conocimiento experto, como es de la electrónica, física mecánica, bio-química, ciencias ambientales y conocimiento tecnológico. En este trabajo, se presenta la sistematización de tres casos-artefactos- cuyos diseños se concreta, en robots, procesadores electrónicos-mecánicos y la producción de productos cosméticos. Se presentan los alcances y límites de este proceso de apropiación vía enseñanza y aprendizaje basado en modelos tecnológicos.

Palabras Clave: Modelización, Apropiación Social de Conocimiento, artefactos.

ABSTRACT

The Crea-ciencia project aims at the social appropriation of scientific and technological knowledge and innovation in rural and urban areas of the department of Tolima - Colombia. In its development, the strategy of the creativity route is proposed, which deals with how the educational community, with the integration of agents of the territory, identify and understand a problem, whose solution corresponds to the design and development of technological artifacts. In this process, education in science and technology plays an important role, as it gives meaning to many competencies that are promoted from the Colombian curricular standards, for example, the topic of modeling and the comprehensive use of scientific knowledge. The proposal is framed in the perspective of teaching based on modeling; where it is essential that children and/or young people in the creativity teams build models, initially, explanatory about the problem that is conceptualized, represent through various semiotic registers their solution proposals and concretize them through the construction of initial models or artifacts. To this end, expert knowledge is used, such as electronics, mechanical physics, biochemistry, environmental sciences and technological knowledge. This paper presents the systematization of Three cases - artifacts - whose designs are realized in robots, electronic-mechanical processors and biochemical products. This paper details the scope and limits of this appropriation process via teaching and learning based on models.

Keywords: Modeling, social appropriation of science and technology, artifacts.

1. INTRODUCCIÓN

La construcción de una cultura científica y tecnológica con el común de los ciudadanos hace parte de uno de los intereses de la educación científica (Marulanda, 2022). En específico, se pretende que los estudiantes y la población en general, tomen decisiones informadas ante los diferentes retos que en la actualidad se experimentan. Por ejemplo, la pandemia COVID, el calentamiento global, la superpoblación mundial, la escasez de alimentos y de agua, la pobreza, la distribución inequitativa de los recursos, la superexplotación, las guerras, la incorporación masiva de la inteligencia artificial, entre otras (Martínez, Maestre-Jiménez, Mateos & Naranjo, 2020).

Pero *¿qué se está entendiendo por tomar decisiones informadas, en una sociedad como la nuestra?* Una respuesta clásica y con dureza criticada, serían todas aquellas acciones humanas, que en línea con la resolución de una problemática, están sustentadas por la evidencia científica y/o eficiencia tecnológica. Visión que les otorga a la ciencia y tecnología una posición privilegiada sobre otros tipos de prácticas y conocimientos que se construyen culturalmente. Tal postura linda por los límites del cientificismo y ha marcado por varias décadas la educación científica (Díaz & Jiménez, 2012). Sin embargo, tomar decisiones informadas desde posturas más integrales de la enseñanza de las ciencias, ha significado incorporar en los procesos de resolución de problemas, condiciones no solo disciplinares, sino sociales, históricas y culturales, desde dónde estos emergen.

Por el anterior motivo, el objetivo principal de este trabajo es mostrar una experiencia del proceso de apropiación de la CyT, a través de la construcción de artefactos que implican conocimiento y acompañamiento de disciplinas, que por lo general no están abordadas en la educación formal científica. Por ejemplo, es el caso de la robótica, electrónica, bioquímica, entre otras. Donde se detallará el complejo proceso de modelización tecnológica, en términos representacionales y prácticos. Para ello, se aborda la perspectiva de apropiación social como referente, se explicará la estrategia llamada “ruta de la creatividad” (Duque, Ortiz & Henao, 2020) y se mostrarán los resultados de tres proyectos artefactuales con gran impacto en la solución de problemáticas de los territorios estudiantes.

1.1. *La idea de apropiación social de la ciencia y la tecnología (CyT).*

En este trabajo se estudia a la CyT desde una perspectiva cultural e histórica. Desde aquí, la ciencia se concibe como una práctica humana, anclada en un contexto histórico – social, donde las comunidades construye, consensuan y perfeccionan prácticas de pensamiento y acciones diferenciales de intervención en, al y para, el mundo de los fenómenos. Ahora, siendo la ciencia una actividad cultural, los individuos, en el proceso de construcción de esta forma de conocimiento, integran las prácticas connaturales a su condición humana y social, es decir, sus creencias, particulares biológicas, sociales, contextuales e inclusive sus cualidades afectivas y cognitivas (Morales, Bonilla & Ortiz, 2024). Por su parte, la tecnología como conocimiento diferenciado, contextualizado y con valor de utilidad, se relaciona no solo con la ciencia aportando un modo de resolver, pensar y experimentar sino también con la propia técnica, entendida, como un saber anclado a los modos y/o patrones de acción y de pensamiento, que surgen en la cotidianidad de lo humano y lo social (Cardoso y Morales, 2017).

De acuerdo a lo anterior, en el presente trabajo se comprende la apropiación social de la CyT como el aprendizaje en profundidad de la manera de pensar y hacer de éstas, en perspectiva de su integración de las prácticas culturales de una sociedad en particular. En otras palabras, apropiarse significa, que los individuos de un contexto, sociedad y/o cultura determinada, dan sentido a sus vivencias, incluidas en ellas, problemas, situaciones y conocimiento de su territorios, desde los modelos, prácticas y formas de conocer de la CyT (Morales, Bonilla, Guiza, 2023).

1.2. *Los artefactos y la Ruta de la creatividad- La estrategia del proyecto Crea-ciencia.*

Crea-ciencia es un proyecto que se desarrolla en Colombia, en el departamento del Tolima, con instituciones educativas rurales y urbanas. El objetivo general es construir, a través de la educación en ciencias, una cultura científica y tecnológica que remodele las concepciones clásicas de la CyT, y al mismo tiempo, se utilicen e integre en la resolución de problemas propios de los territorios de los niños (as) y jóvenes que participan en el proyecto. De acuerdo a este objetivo, se ha establecido una estrategia metodológica, llamada ruta de la creatividad.

La ruta formula un camino donde se conjuga el pensamiento crítico y creativo en la resolución de problemas. Esta solución de problemas están mediados por la construcción de artefactos o prototipos, cuya construcción y funcionamiento, integra a la CyT en las prácticas culturales de una determinada zona o región. La ruta de la creatividad integra varias etapas, relacionadas con la identificación, comprensión y

formulación de una problemática territorial. Otras etapas asociadas con la formulación, estudio y puesta en práctica de una solución, en la cual se diseña, desarrolla y se pone en funcionamiento un artefacto. Durante esta última etapa, y bajo la perspectiva de lo tecnológico como se presentó anteriormente, los niños(as) y jóvenes, ponen en funcionamiento todo su conocimiento, producto de sus prácticas culturales, sociales e integrando el conocimiento científico escolar. Dónde se espera que a través de la construcción de artefactos, los estudiantes le den sentido, en el marco de un contexto, a los desarrollos de la CYT.

Es en este punto, donde el conocimiento y las práctica de las disciplinas científica y lo tecnológico toma relevancia. Es aquí donde se estudia, qué se debe aprender en la escuela de ciencia y tecnología, de modo que nos permita no solo solucionar un problema, aprender ciencia y tecnología, sino comprender la naturaleza de este tipo de conocimientos y su integración a las manera de pensar cotidianamente por las personas.

1.3. Las perspectivas CTS y la modelización como perspectivas útiles para la apropiación social de la CyT.

Al interior de la ruta de la creatividad, los estudiantes deben diferenciar problemáticas que aquejan a su escuela y a su localidad y municipio. En este sentido, los problemas que con frecuencia se encuentran en esta primera etapa son medio-ambientales. Les siguen los problemas de seguridad alimentaria, problemas sociales como el conflicto armado y el desempleo. Además, en estos territorios aunque tienen abundancia en sistemas hídricos y alimenticios, los niños y jóvenes plantean con frecuencia, que son inutilizados o contaminados por inadecuadas prácticas humanas.

De acuerdo a lo anterior, se considera que una enseñanza de las ciencias en perspectiva CTS, donde se formulan tensiones y dilemas éticos alrededor de una mirada contextualizada de la CyT, juega un papel relevante en el proceso de modelización tecnológica. En este sentido, se busca que los estudiantes razonen en función de las implicaciones sociales y culturales de su propuesta, cualificando una dimensión singular a sus artefactos. Logrando de este modo reconocerlos como una alternativa de solución de alcance significativo para esas problema globales que aquejan a su territorio y planeta. Cabe mencionar, que este proceso de pasar de un dilema tecnocientífico a la modelización de un artefacto es un proceso de diferentes dimensiones o aristas. Una de las más importantes y la cual el proyecto crea-ciencia fomenta a través de la ruta, es la que aborda la dimensión conceptual de la problemática.

Al respecto, se defiende la idea que los problemas se comprenden en profundidad, en tanto, hacemos uso de los modelos que nos proporciona la CyT, para estudiarlos. Por su puesto, esto implica una

tarea de doble vía, la primera garantizar que hacemos uso de estos modelos una vez que se tienen la problemática, ò se logra su aprendizaje a través del estudio de la problemática. Es aquí que consideramos que el artefacto cumple también un función mediadora. Por ejemplo el estudio de los modelo disolución y solución que se trabajan en química, a través de la elaboración de descontaminantes ambientales de fuentes hídricas, (García, Ospina & Morales, 2023). La segunda vía está relacionada con los procesos de razonamiento asociados a la modelización. De aquí la necesidad que los estudiantes construyan modelos mentales, los expresen, evalúen y reconstruyan es una dimensión práctica de la modelización tecnológica (Oliva, 2019).

2. DESARROLLOS

El estudio del proceso de construcción de los artefactos, propuestos por tres instituciones de la ciudad de Chaparral-Tolima, se enmarca en la comprensión en profundidad sobre cómo este proceso se configura en un mediador en la apropiación del a CyT. Por tanto, no es de interés principal, generalizar un modelo de elaboración que desemboque en línea con una apropiación particular de CyT, sino, en la complejidad de su desarrollo de modo que nos den elementos significativos para el aprendizaje de la CyT. En consecuencia, esta es una investigación cualitativa, donde se abordarán tres estudios de caso, asociados a tres tipos de artefactos. El primer tipo de artefacto relacionados con sistemas complejos de electrónica, un segundo tipo de artefactos mecánicos y un último asociado a lo bioquímico. Este proceso de análisis se plantea en la figura No 1, Siguiendo idea de modelización tecnológica que proponen Lopestri, .& Barbeito (2002). En el proceso de modelización tecnológica.

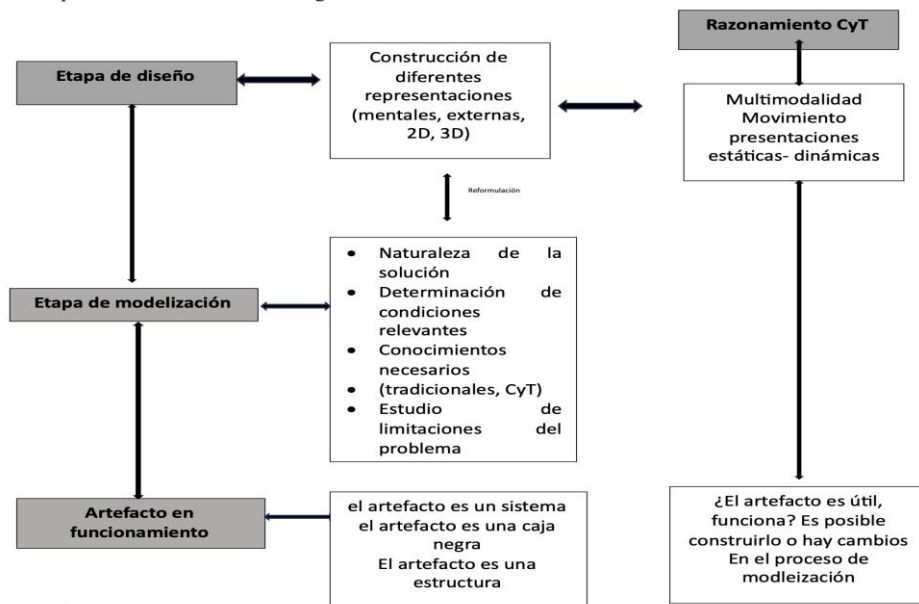


Figura 1. Etapas propuestas para el estudio de la construcción de artefactos como mediadores de apropiación CyT.

El universo documental que se analiza en estos tres tipos de artefactos están asociados a los registros durante las tres etapas mencionadas, junto al trabajo que se realizó con el docente de aula, pedagoga y expertos asociados a cada uno de los proyectos. Para esto se hizo análisis contenido a las representaciones de los estudiantes. En este trabajo se presentan los trabajos que están en la categoría de artefactos como sistemas. Esto implicó identificar en la representaciones de niños y jóvenes que cumplían en representar un sistema en funcionamiento, que mostraba su estructura interior, y la relación entre sus componentes. Además, la coherencia de esta estructura con el objetivo del artefacto.

En la tabla 1, se relacionan los tres proyectos analizados, los cuales se analizaron los reportes de expertos, las representaciones, diseños y construcciones de los niños y jóvenes.

Equipo de creatividad	Nombre del Prototipo	Institución (rural-Urbana)
Los super-tecnológicos	Robot que ayude al manejo del tiempo libre	Villa del Rocío I.E. Nuestra señora del Rosario.- Rural
Activos Club	La caneca mágica	I.E. La Risalda. Sede Vista Hermosa.-Rural
Los creativos	Exfoliante en gel a base de cáscara de huevo	I.E. La Risalda. Brazuelo Calamará. – Rural.

Tabla 1. Equipos de creatividad, nombre de los prototipos o artefactos desarrollados instituciones educativas.

2.1. Resultados

Se presentan los artefactos que en su construcción demandaron diferentes tipos de conocimientos en CyT, en específicos aquellos que muestran un diseño rudimentario y terminan con uno complejo desde lo tecnológico y científico. Se presentan los diseños generales y particularidades del proceso en términos de la categoría central que es la apropiación de CyT.

2.1.1. El robot de tiempo libre. Este artefacto es propuestos por niños y niñas primaria de los grados 1-4. Estos estudiantes hacen parte de una institución rural, del Municipio de Chaparral. La problemática está asociada al buen uso del tiempo libre. La descripción del artefacto se asocia, que el robot brinda información sobre cómo usar el tiempo libre y en específico, detalla actividades específicas a realizar. Los estudiantes inician con una representación bidimensional,

en el proceso de representación tridimensional se establecen las demandas en términos de electrónica se requieren. Ya en su construcción se necesita de información especializada en física, electrónica, geometría y de otras áreas como educación física, lengua castellana, artes. Ver figura No2.

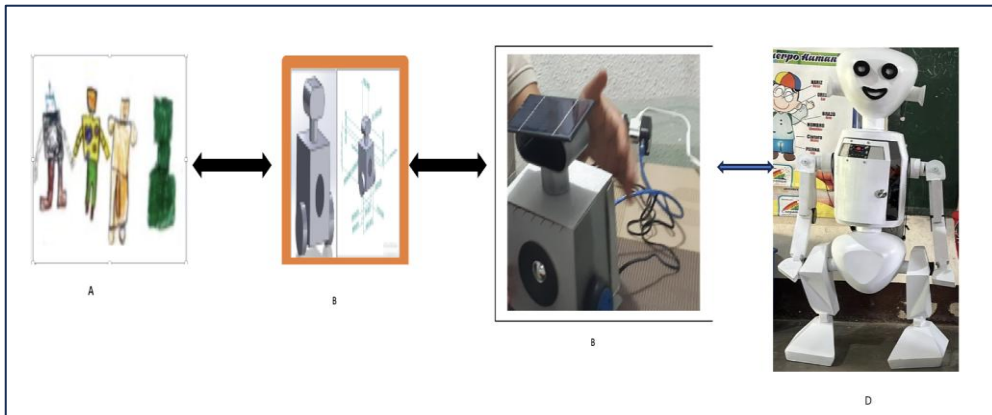


Figura No 2. Representaciones gráficas icónicas (a), bidimensionales (B), Tridimensionales (c), Artefacto en funcionamientos (D).

En la figura 2, se detalla la evolución de las representaciones del robot de tiempo libre. Aquí, se considera que el acompañamiento debe estar centrado en los niños, tanto en la etapa de diseño de los prototipos, en su construcción y funcionamiento. De modo que, ellos sean los que establezcan las transformaciones de su modelo inicial y además, comprendan desde la ciencia y los desarrollos tecnológico, el por qué debe tener unas características determinadas de funcionamiento y estructura. En este sentido, la construcción a escala bidimensional, requiere que los niños geometricen el espacio y construyan un representación proporcional de las dimensiones del futuro artefacto. Para ello, se debe medir, establecer relaciones de correspondencia entre partes del artefacto y determinar el valor de la escala con respecto a su construcción física real.

En la representación tridimensional, la demanda en conocimientos es mayor, preguntas, sobre ¿cómo hacemos que el bombillo de la cabeza se prenda a través de un mecanismo eléctrico? se configura en un problema relevante. De igual manera toda la estructura mecánica del robot. Los primeros modelos que se trabajaron fue haciendo uso de un Arduino con sensor de luz y movimiento, sin embargo, el sistema se debía recargar de modo autónomo, para ello se plantea la idea de panel solar en la cabeza, aspecto que requirió un cambio en tanto, el sistema mecánico como eléctrico para la concesión real del artefacto. No obstante, cuando se llega a la representación D, la evaluación del artefacto, supero la pregunta por su

funcionamiento, sino que se trasladó hacia el valor de utilidad en la escuela y protocolos de mantenimiento y cuidado del mismo.

2.1.2. Las canecas con sensores. Este proyecto surge de la necesidad de clasificar los residuos sólidos de la escuela. Este artefacto es un prototipo de baja fidelidad, que tiene tres contenedores o canecas con una altura de 30 cm, con sensores ópticos que indica cuándo fue depositado un objeto en una de las 3 canecas. Las canecas son de colores: verde, azul y gris, el compartimiento que entregara la cartilla será de color amarillo y será otro modulo aparte de las canecas para que no haya mezcla entre los materiales que se depositan para ser reciclados. Cada caneca cuenta con un sistema de sensores de luz. El artefacto, en su estructura general, es un sistema mecánico de acción y reacción ver figura 3.

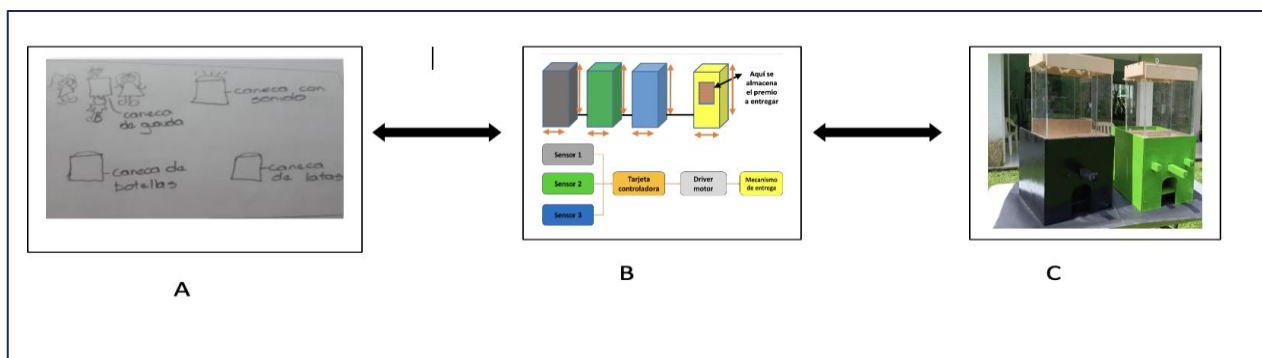


Figura 3. Representación inicial (A), del artefacto caneca mágica, (B) Modelización bidimensional y (c) Artefacto restringido en su idea inicial.

Este prototipo es relevante en términos del conocimiento y herramientas tecnológicas que implica. Para su comprensión incorpora conocimiento mecánico y electrónico asociado a sensores de diferente tipología. Lo anterior permite que los niños aborden aspectos de la tecnología que aún no se han incorporado en la escuela. Así pues, se establece como tarea a futuro, un plan de trabajo de un proyecto multidisciplinar, dado que debe proveer información actualizada, por ejemplo de lo ambiental. En este sentido, asignaturas como las humanidades, lengua-castellana, ciencias permitirían desarrollar ideas que le diera sostenibilidad al mismo. Además, en términos de su utilidad se repensó la idea de recompensa por reciclar por tomar conciencia autorreguladora para el cuidado del ambiente.

En la figura 4. Se representa un diagrama de flujo donde se representa el funcionamiento de la tarjeta programadora. Cabe anotar que estos procesos son posible modelizarlos con proyectos de Arduino, para lo cual es clave ir potenciando con los estudiantes, pensamiento computacional y/o

lenguaje de programación. Además el uso del razonamiento lógico en el encadenamiento de tareas ordenadas del sistema.

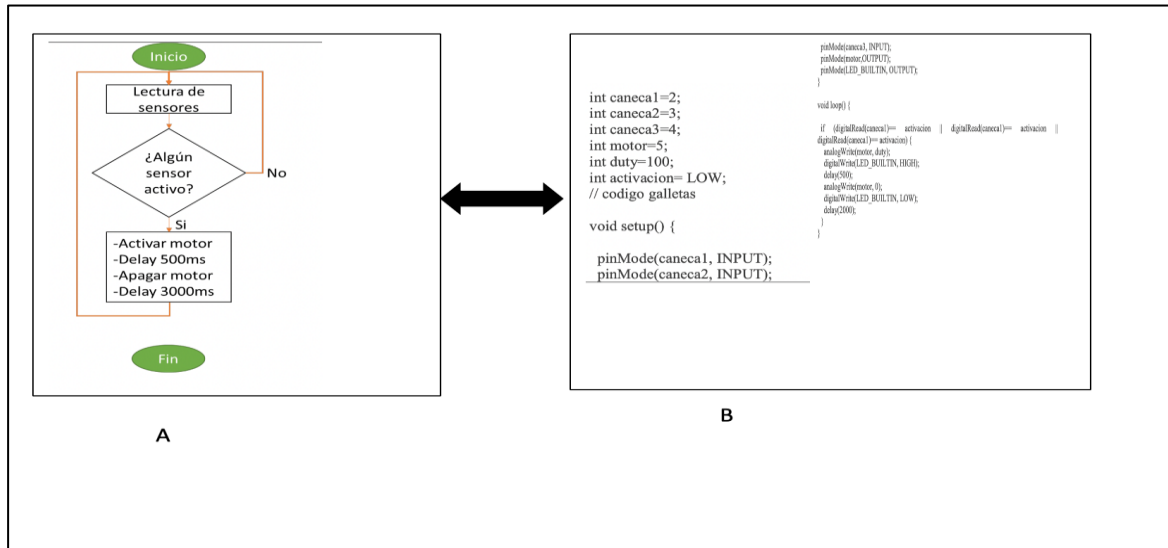


Figura 4. A. Flujo del proceso de funcionamiento de la tarjeta electrónica, B, indicaciones en el programa del Arduino para efecto de funcionamiento de la tarjeta controladora

Si bien, el artefacto de las canecas mágicas, paso en estructura y funcionamiento a ser mecánico, su representación electrónica era viable en su proceso de modelización tecnológica. En este sentido, se considera que las demandas en términos de conocimiento de programación o de uso de sistemas escolares electrónicos son conocimientos claves en estos proceso que tienen por interés incorporar conocimiento CyT en la solución de problemas.

2.1.3. Exfoliante facial en gel a base de cáscara de huevo. Ver figura 5.

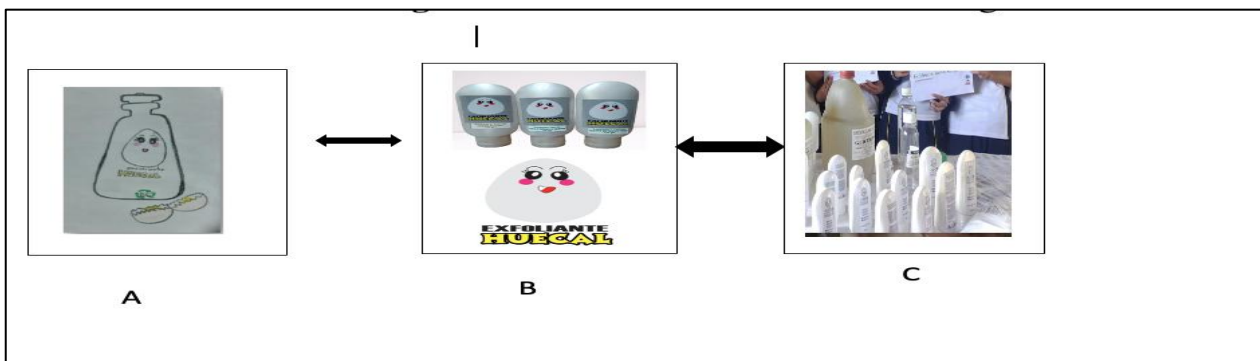


Figura 5. (A) representación iconográfica del gel, (B) representación tridimensional del artefacto, (C) artefacto final.

Este artefacto está asociado a la preparación de sustancias cosméticas a base de productos naturales, como es la cáscara de huevo. La problemática está asociada al desperdicio de productos que pueden ser materia prima útil para la elaboración de cremas en gel. Las preguntas sugerentes están relacionadas en específico con su producción, y en particular, cómo se elabora un gel. Para la elaboración de fórmula se hacen indispensables conocimientos en bioquímica y el conocimiento tecnológico asociado a la manufactura de productos naturales. No obstante, en este artefacto se combinaron el conocimiento tradicional con el conocimiento CyT, en tanto, se aplicaron técnicas tradicionales de maceración, mezcla de sustancias y procedimientos básicos que luego fueron generalizados a través de un patrón de acción.

Dentro de las tareas propuestas para este artefacto están las relacionadas con pruebas sobre su calidad y uso, en específico, es necesario validar en el tiempo, los efectos del mismo de modo sistemático. Lo cual implicaría la construcción de proyectos del área de matemáticas, sociales, psicología y salud. Por su parte, en la figura 6. Se presenta un diseño del prototipo en términos de la naturaleza de los componentes del gel, este esquema es trabajado por el experto de campo, junto con los niños y su profesora responsable.

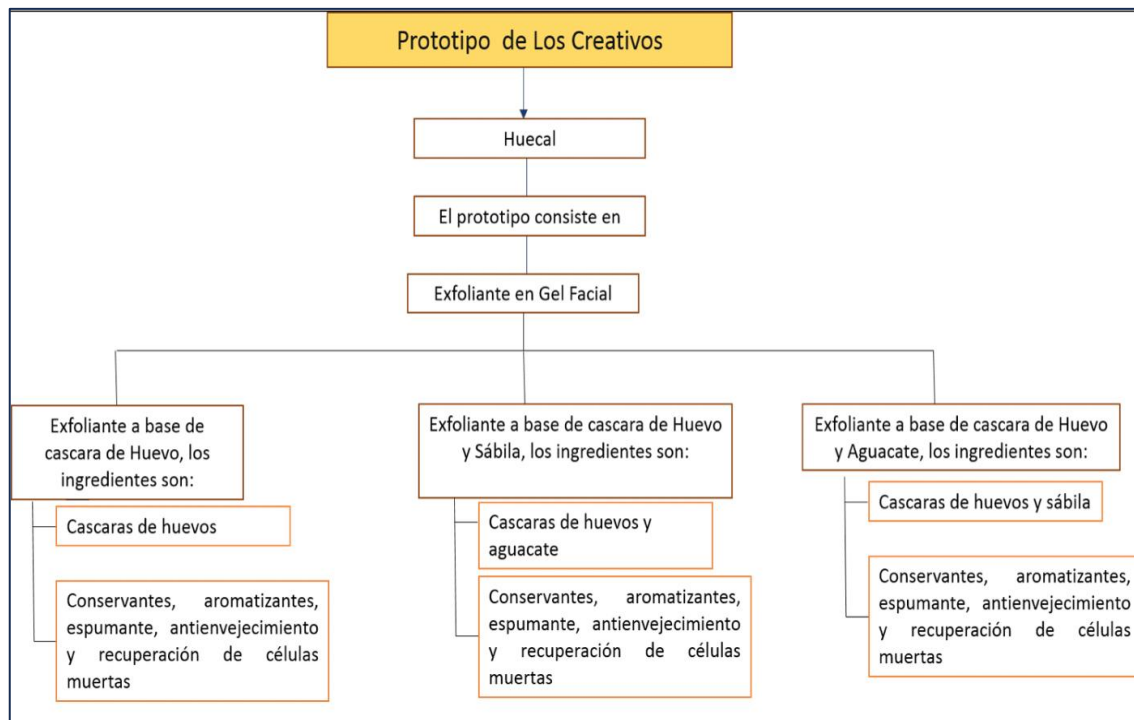


Figura 6. Representación de las variaciones en términos de ingredientes del Exfoliante en Gel. - Construcción entre el experto en productos industriales de transformación de productos y los niños del equipo de creatividad.

Al inicio se realiza una variación de los ingredientes activos del gel, de modo que permita potencializar el producto final. Si bien dentro de las sustancias que se requieren, no aparece la cantidad o ración, estabilizantes o glicerinas que son básicas para la conservación de productos cosméticos, se nombran los principales. Por ejemplo dentro de la fórmula final se establecieron los siguientes componentes para el gel: Composición química del gel:

Metilparabeno Sódico 30 gramos
1 Glicerina vegetal 250 gramos
1 Bióxido de Titanio 125 gramos
1 Texapon N-40 125 gramos
1 Esencia rosas 125 gramos
20 Cascaras de huevos
1 Aguacate
1 Sábila

El tema de construir fórmulas de productos cosméticos consideramos que es una herramienta que permite la modelización tecnológica en términos no solo de las implicaciones en términos de conocimiento CyT, sino la posibilidad de crear e innovar. Además, de construir un pensamiento crítico frente a las condiciones de producción y uso a nivel mundial.

CONCLUSIONES

En términos de las dimensión tecnológica de los artefactos, la validación social no solo de su uso, sino de su efectividad juega un papel importante. En este sentido, los artefactos que construyen los niños y jóvenes, en todo el proceso de modelización son objeto de evaluación de acuerdo a criterios asociados con su funcionamiento, utilidad y cuidado. En consecuencia, la explicitación de estos procesos de auto regulación funcional y de utilidad, en la planificación del proceso con los estudiantes, son claves para el aprendizaje de las prácticas y modos de razonar de la CyT.

Por otra parte, se está de acuerdo con Cardoso y Morales, (2017) cuando plantean que la actividad tecnológica está mediada por una constante validación social, la cual reconfigura no solo la construcción de los artefactos, sino el sentido mismo del conocimiento tecnológico. En este proyecto, esto se sugiere con preguntas relacionadas con el juicio de coherencia entre las pretensiones del artefacto, en línea con el problema por solucionar y su funcionamiento real. En este sentido, el cambio en los diseños iniciales de los estudiantes, las limitaciones que en términos de modelización en 3D algunos artefactos implicaban, daban razón de esta dimensión social que media los desarrollos de CyT.

Finalmente, se considera que los modelos de solución de la problemática que formulan los niños y Jóvenes, están inmersos en el uso de un conocimiento avanzado de la CyT. Sin embargo, encontramos un contexto escolar tradicional, con un currículo científico centrado en modelos históricos, por ejemplo de la física, química y Biología. Siendo este aspecto, una desventaja real en el desarrollo de este tipo de propuestas de apropiación social de la CyT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardoso-Erlam, N., & Morales-Oliveros, E. E. (2017). Concepciones de tecnología en docentes universitarios de ciencias. *Revista científica*, (30), 195-206.
- Duque Aristizábal, C. P., Ortiz Güiza, E. A., & Henao Morales, L. Y. (2020). *Camino hacia una cultura científica a través de la apropiación social de la ciencia, tecnología e innovación (CTeI) en el departamento del Tolima*. Ibagué: Sello Editorial Universidad del Tolima, 2020.
- Díaz Moreno, N., & Jiménez-Liso, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica.
- García García, N, Ospina Sánchez, R y Morales Oliveros, E. (2023). Experiencias didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales: Una mirada al trabajo de aula. (1ª. Ed.).Sello Editorial Universidad del Tolima.
- Guiza, E. A. O., Murcia, M. N. B., & Oliveros, E. E. M. (2023). La Apropiación Social del Conocimiento en la Escuela: Proyecto Crea-Ciencia. *Bio-grafia*, 16(Extraordinario).

Lopetri, B.& Barbeito, A. (2002). Representación y Modelización en Educación Tecnología. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

Martínez-Borreguero, G., Maestre-Jiménez, J., Mateos-Núñez, M., y Naranjo-Correa, FL (2020). Un enfoque integrado de modelo educativo para el desarrollo sostenible: Explorando los conceptos de agua, energía y residuos en educación primaria. *Sustainability* , 12 (7), 2947.

Marulanda, C. O. (2022). CTS para la educación en ingeniería y sociedad. *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 17(50), 169-173.

Morales, E.E., Bonilla, M.N., & Ortiz, E.A. (2024). ¿Qué Modelo de Ciencia y Tecnología necesitamos Para El Proyecto Crea-Ciencia? - Avances En La Discusión De Aspectos Teóricos. Documento en prensa. Grupo de Investigación Educación Social, Universidad del Tolima.

Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias didácticas*, 37(2), 5-24.

Pellicer, E., Verdejo, M., Calero, M., & Vilches, A. (2021). Acción por el clima: El tratamiento del ODS 13 en la enseñanza de Física y Química en Educación Secundaria. In *Aportaciones de la Educación Científica para un Mundo Sostenible, Proceedings of the Actas electrónicas del XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Lisboa, Portugal* (pp. 7-10).