

# IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO PEDAGÓGICO PRODUCTIVO (PPP) EN EL MARCO DE LA PISCICULTURA<sup>a</sup>

## IMPLEMENTATION OF A PRODUCTIVE PEDAGOGICAL PROJECT (PPP) IN THE FRAMEWORK OF PISCICULTURE

BORIS FERNANDO CANDELA<sup>b\*</sup>, JENNY VIVIANA SALAZAR<sup>c</sup>

Recibido 11-04-2020, aceptado 23-07-2020, versión final 24-07-2020.

Artículo Investigación

**RESUMEN:** La enseñanza de la química en la escuela secundaria se ha llevado a cabo desde una perspectiva descontextualizada y focalizada en los contenidos y el profesor, situación que limita la oportunidad a los estudiantes de comprometerse en la construcción de los productos y procesos de la química. Con el ánimo de superar estas restricciones, este estudio se propuso implementar un PPP representado en la piscicultura a fin de asistir a los estudiantes de básica secundaria ciclo II rural, en la comprensión del tópico de las disoluciones junto con el desarrollo de algunas habilidades para la vida. La metodología fue cualitativa e interpretativa por estudios de casos. Esta estuvo configurada por dos fases: planeación e implementación de una secuencia de actividades de aprendizaje, y documentación de los razonamientos y acciones de los estudiantes y el profesor. Los datos provenientes de las diferentes fuentes documentales fueron analizados desde la teoría fundamentada, emergiendo una serie de generalizaciones naturalísticas sustentadas por la afirmación que los PPP de la cría de trucha Arcoíris es una orientación de enseñanza contextualizada, la cual ayudó a los estudiantes a construir no sólo la comprensión del fenómeno de las disoluciones, sino, también, el desarrollo de habilidades como aprender a aprender y el trabajo cooperativo con el objetivo de informar el cultivo de esta clase de peces.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza contextualizada; Proyecto Pedagógico Productivo; Escuela Rural; Piscicultura, Educación en química.

**ABSTRACT:** The teaching of chemistry in high school has been carried out from a decontextualized perspective and focused on the contents and the teacher, a situation that limits the opportunity for students to engage in the construction of chemistry products and processes. In order to overcome these restrictions, this study set out to implement a PPP represented in fish farming in order to assist students in rural secondary cycle II, in the understanding of the topic of dissolutions together with the development of some skills for the lifetime. The methodology was qualitative and interpretive by case studies. This was configured by two phases: planning and implementation of a sequence of learning activities, and documentation of the reasoning and actions of the students and the teacher. The data from the different

<sup>a</sup>Candela, B. F. & Salazar, J. V. (2020). Implementación de un Proyecto Pedagógico Productivo (PPP) en el marco de la piscicultura. *Rev. Fac. Cienc.*, 9 (2), 103–119. DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v9n2.86262>

<sup>b</sup>Docente del Instituto de Educación y Pedagogía, Universidad del Valle.

<sup>\*</sup>Autor para correspondencia: boris.candela@correounivalle.edu.co.

<sup>c</sup>Docente Institución Educativa Los Andes. Email: jvsalazars@unal.edu.co.

documentary sources were analyzed from the grounded theory, emerging a series of naturalistic generalizations supported by the affirmation that the PPP of rainbow trout breeding is a contextualized teaching orientation, which helped students build only the understanding of the phenomenon of dissolutions, but also the development of skills such as learning to learn and cooperative work with the aim of informing the cultivation of this kind of fish.

**KEYWORDS:** Contextualized teaching; Productive Pedagogical Project; Rural school; Fish farming, Chemistry education.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los investigadores del campo de la educación en ciencias han determinado que en la escuela secundaria el aprendizaje por comprensión del currículo de la química resulta complejo de alcanzar (Gabel, 1999). Esta situación no es ajena al aula de química de las Instituciones Educativas oficiales del área rural del municipio de Cali, es decir, los estudiantes presentan enormes dificultades a fin de comprender las entidades y procesos que subyacen a los fenómenos químicos. Esta situación se traduce en un bajo desempeño, tanto en las pruebas internas como en las estandarizadas a las que se enfrentan a lo largo de su escolarización.

Gabel (1999) argumenta que la dificultad para el aprendizaje por comprensión de la química se debe a varios factores, entre ellos, la alta naturaleza abstracta de los contenidos, la diferenciación e integración de los niveles de representación y la enseñanza centrada en el profesor y no en el estudiante. Adicionalmente, las actividades de aprendizaje que frecuentemente configuran los materiales de enseñanza convencional en la escuela secundaria, presentan contextos problemáticos focalizados en la disciplina y desarticulados del mundo de la vida de los estudiantes.

De ahí que se considere que dichas actividades no les brindan la oportunidad a los aprendices de enfrentarse a auténticos contextos problemáticos a fin de comprender el fenómeno estudiado y desarrollar habilidades para la vida. Por eso resulta imprescindible promover la enseñanza basada en el contexto, la cual suministra la posibilidad a los estudiantes de involucrarse en la construcción de la solución más apropiada a un problema determinado. Naturalmente, el contexto problemático se estructura a partir de los recursos existentes del entorno cercano a los aprendices, ya sea de su cotidianidad o de la institución educativa. Así, la implementación de dichas actividades de carácter contextualizado en el marco de un aula de características socioculturales les permite a través de la experimentación y transacción de significados volver lo abstracto en concreto, y tener un mayor acercamiento del mundo submicroscópico a fin de dar cuenta de las características que subyacen a los fenómenos naturales (Zabalza, 2012).

Cabe decir que la orientación de enseñanza contextualizada es una estrategia cognitiva y sociocultural que promueve la formación del ser como sujeto social y cultural (Rivet & Krajcik, 2008). Así, esta en conjunción con los razonamientos y acciones pedagógicas del profesor, ayudan a los estudiantes en la construcción de la compresión del fenómeno estudiado junto con el desarrollo de habilidades para la vida (por ejemplo, el trabajo cooperativo, la responsabilidad y la comunicación) (Gilbert, 2006; Zabalza, 2012). Es decir, este

enfoque de enseñanza no solo media el desarrollo de aprendizajes objetivos fuertemente marcados y clasificados, sino de aprendizajes subjetivos estrechamente vinculados con el comportamiento de los sujetos dentro de una comunidad social y de aprendizaje.

Por todo esto, el enfoque de enseñanza contextualizada puede ayudar dinamizar de forma apropiada los procesos de enseñanza-aprendizaje en la escuela rural, mediante el desarrollo de actividades tangibles y contextualizadas que logren transformar las prácticas convencionales en auténticas. Desde luego, esta orientación de enseñanza convierte el aula de química en un escenario de exploración y experimentación donde se representan y formulan los contenidos abstractos del currículo de la química junto con las habilidades para la vida a fin de ayudarlos en su proceso de enculturación (Vázquez, 2004).

Por otro lado, conviene subrayar que los principios que fundamentan a la perspectiva curricular de los Proyectos Pedagógicos Productivos (PPP) diseñados por el MEN (2010) para el contexto de la escuela secundaria rural colombiana, se identifica con muchas de las características de un currículo contextualizado. Es decir, este ambiente de aprendizaje focalizado en contextos problemáticos provenientes del mundo de la vida de los estudiantes, ayuda a mediar la comprensión del fenómeno químico en conjunción con una serie de aprendizajes subjetivos denominados habilidades para la vida. Por todo esto, este estudio se propone implementar un PPP representado en la piscicultura a fin de asistir a los estudiantes de básica secundaria ciclo II en la comprensión del tópico de las disoluciones junto con el desarrollo de algunas habilidades para la vida. De este propósito general se destilan los específicos: planear e implementar un PPP configurado por un conjunto de actividades de aprendizaje representadas a través de la piscicultura, y documentar los aprendizajes disciplinares logrados por los estudiantes junto con las acciones que permiten evidenciar el desarrollo de algunas de las habilidades para la vida.

## 2. MARCO TEÓRICO

La orientación de enseñanza contextualizada ha sido considerada por los investigadores en educación como un excelente escenario, que ayuda a mediar el proceso de enculturación de los estudiantes, sin embargo, esta innovación educativa aún no ha logrado ser sostenida y escalada en la escuela colombiana (Soto & Molina, 2017). Los diseñadores de las políticas educativas y los investigadores en educación, con el ánimo de comenzar a superar la anterior restricción, visualizaron la necesidad de diseñar un currículo escolar fundamentado por una orientación de enseñanza contextualizada, donde se considere de forma sinérgica la relación entre los estudiantes, sus intereses y su contexto social de actuación. De ahí que, diseñaron, formularon y prescribieron un currículo alternativo denominado Proyectos Pedagógicos Productivos (PPP) (MEN, 2010; Beatriz Tazama, 2003; Soto & Molina, 2017).

Así, el MEN (2010) argumenta que los PPP en conjunción con las acciones y razonamientos del profesor, ayudan a mediar el proceso de articulación entre los contenidos curriculares y los ámbitos de producción

cercanos al contexto de la escuela. Es decir, éstos permiten contextualizar las disciplinas escolares a partir de la serie de recursos que ofrecen la comunidad a la que pertenece la escuela, con el propósito de desarrollar conocimientos disciplinares, competencias técnicas alineadas a un ámbito de producción y habilidades para la vida (Aristizabal, 2012; Soto & Molina, 2017).

Los PPP están configurados por tres elementos que interactúan de manera sinérgica, a saber: Proyecto, Pedagogía y Productivos. El primero, se conceptualiza como el proceso a través del cual los estudiantes son enfrentados a auténticos problemas provenientes del mundo de la vida, con el ánimo de construir una comprensión de un fenómeno natural, social o artificial junto con el desarrollo de una serie de conocimientos técnicos vinculados a un ámbito de producción particular y la potencialización de las habilidades para la vida.

El segundo, se refiere a los aprendizajes significativos y al desarrollo de habilidades para la vida, los cuales están configurados por tres perspectivas: a) La formación de seres humanos como personas individuales y sociales, donde tiene mucha importancia la formación del ser dentro de la educación; b) La expansión de las capacidades humanas para el ejercicio de la libertad, en el que se explica que los individuos deben elegir unas maneras de ser y participar en los espacios que pueden habitar; y c) La gestión del conocimiento y talento humano, tomando como sustancial la individualidad de cada actor del proceso educativo y sus singularidades.

Finalmente, el elemento productivo resalta la importancia del emprendimiento en la escuela. Éste hace referencia a las formas de crear nuevas iniciativas en sus comunidades, abriendo la puerta a innovaciones en las que se tiene presente la zona en que se sitúa la escuela, sus dinámicas y las maneras de aprovechar los recursos con los que se cuenta. Así, se busca generar cambios positivos en la comunidad a partir del mejoramiento de procesos e incluso de la transformación de productos, aunque siempre revisando detenidamente lo que es permitido en la ruralidad donde se encuentra la escuela (MEN, 2010).

Los anteriores presupuestos de carácter general y sustantivo del campo de la educación en química en el marco de orientaciones de enseñanza contextualizadas, permiten formular el siguiente interrogante de investigación: ¿Cómo la implementación del PPP representado en la piscicultura asiste a los estudiantes de básica secundaria ciclo II en la comprensión de las disoluciones y el desarrollo de habilidades para la vida?

### **3. METODOLOGÍA**

Teniendo en cuenta la formulación del problema y los objetivos que direccionan este estudio, se tomó la decisión que la metodología de investigación más apropiada a fin de orientar el desarrollo de éste, es la cualitativa e interpretativa por estudio de casos (Stake, 1999). El diseño metodológico estuvo configurado por dos fases, a saber: (1) planeación e implementación de una secuencia de actividades de aprendizaje a través

del instrumento metodológico de la CoRe<sup>d</sup>(Content Representation) (Véase Candela, 2017), y (2) documentación de los razonamientos y acciones de los estudiantes y el profesor a lo largo de la implementación de las actividades de aprendizaje. Con la intención de dar validez y confiabilidad a los resultados cualitativos se lleva a cabo una triangulación recogiendo los datos de diferentes fuentes, tales como: observación no participante, el registro de audio y video, los trabajos de los estudiantes y la entrevista semiestructurada (Véase Anexo).

El caso estudiado estuvo configurado por los estudiantes, el profesor y las secuencias de actividades de aprendizaje contextualizadas, las cuales representaron el contenido de las disoluciones en el marco de la cría de trucha Arcoíris. El profesor quien orientó la implementación es licenciado en biología y química y tiene doce años de experiencia profesional en la escuela pública del sector rural. Esta investigación se realizó en una escuela del sector rural del municipio de Cali en el período comprendido de agosto a noviembre de 2019. El contexto de implementación es el Ciclo II de la post-primaria en el marco del modelo escuela nueva, donde los aprendices de diferentes grados de escolaridad comparten el mismo espacio físico y pedagógico desde una perspectiva de comunidad de aprendizaje. El Ciclo II estuvo constituido por 18 estudiantes de edades de 14 y 16 años: 4 de grado octavo (1 niño y 3 niñas) y 14 de grado noveno (12 niñas y 2 niños).

En cuanto a las actividades de aprendizaje que configuraron el corredor conceptual y habilidades para la vida referente a la cría de la trucha Arcoíris, se afirma que estas en un alto porcentaje estuvieron focalizadas en el contexto del lago piscícola. Naturalmente, éste está estrechamente vinculado con la cotidianidad escolar y, necesidades alimenticias de los estudiantes. Por todo esto, se consideró que dicho recurso es un contexto de aprendizaje que se encuentra alineado con los principios que subyacen a la propuesta curricular de los PPP en el ámbito de la escuela rural.

Dicha secuencia de actividades de aprendizaje es el resultado de la toma decisiones curriculares e instruccionales (planeación de la lección), la cual estuvo informada por marcos teóricos provenientes de la literatura en educación de carácter general y específico a la enseñanza de las ciencias. Para ello, la autora de este estudio utilizó los referentes de calidad prescriptos por el estado (por ejemplo, Estándares Básicos por Competencias, Derechos Básicos de Aprendizaje, entre otros) en conjunción con artículos y libros que abordan las dificultades y estrategias de enseñanza de las ciencias. De ahí que se considere que esta secuencia de actividades se encuentra fundamentada por marcos teóricos provenientes de la investigación en educación en ciencias.

Por otro lado, la selección de este caso se fundamentó a partir de los siguientes criterios: (1) a fin a la investigación; (2) acceso fácil al caso; (3) disponibilidad de los sujetos para invertir tiempo y cognición en

<sup>d</sup>Candela (2017) conceptualiza la Content Representation (CoRe) como un instrumento metodológico configurando por 12 ítems, los cuales representan los elementos de la enseñanza, a saber: contenidos, metas de aprendizaje, dificultades/concepciones alternativas, recursos curriculares de naturaleza analógica y digital, pedagogía general, estrategias de enseñanza, actividades de aprendizaje y evaluación formativa.

el desarrollo de las actividades propias de esta indagación; (4) conocimiento de los sujetos estrechamente vinculado con el problema de investigación (Stake, 1999); y (5) Institución Educativa Pública Rural donde se ha implementado estudios pilotos de PPP.

## 4. ANÁLISIS DE DATOS

Este estudio se caracterizó por recoger la información en dos etapas: la primera, se focalizó en datos que se encontraban en fuentes de naturaleza documental, con el fin de llevar a cabo la planeación de la secuencia de actividades a fin de representar y formular el fenómeno de las disoluciones y algunas habilidades para la vida. Y, la segunda, se centró en identificar eventos críticos referentes a las acciones y razonamientos de los estudiantes y profesor durante la cría de la trucha Arcoíris.

### 4.1. Análisis documental

En esta etapa se utilizó la perspectiva de análisis comparativo de Strauss & Corbin (2002), con la finalidad de planear una secuencia de actividades de aprendizaje que representó el contenido de las disoluciones en conjunción con algunas habilidades para la vida en el marco del PPP. Para ello, el autor de esta investigación utilizó el instrumento metodológico de la CoRe (Véase, Candela, 2017), cuyo ítems o categorías deductivas encarnan la toma decisiones curriculares e instruccionales.

El análisis comparativo se llevó a cabo en conjunción con la técnica del análisis de contenido desde Krippendorff (1990), a fin de generar un conjunto de teorías-prácticas que fundamentaron la planeación de las actividades de aprendizaje. Esta técnica analítica permitió realizar una lectura sistemática al conjunto de unidades de muestreo, contexto y registro (por ejemplo, libros, artículos, y documentos curriculares). Esta perspectiva brindó la posibilidad de realizar comparaciones entre las propiedades de los doce ítems que estructuran la CoRe, y las diferentes unidades de registro provenientes tanto de fuentes documentales de naturaleza general y específica a la educación en ciencias.

### 4.2. Análisis de las acciones y razonamientos de los estudiantes durante la implementación

La segunda etapa del análisis se hace a través de la revisión de los datos obtenidos durante la implementación de la propuesta de investigación, tomando como referencia la teoría fundamentada de Strauss & Corbin (2002). Esta perspectiva está configurada por tres fases: descripción, ordenamiento conceptual y teorización. La primera, tiene como fin el recoger la información que se encuentra alineada con la problemática estudiada, por medio de fuentes documentales, tales como: observación participante, la grabación de las clases, y la entrevista semiestructurada. La segunda, se encuentra estructurada por los procesos de codificación abierta y axial, cuyo propósito central es formular una serie de afirmaciones con sus respectivas evidencias (p. eje., categorías y subcategorías). La tercera, denominada codificación selectiva, permite inducir una serie de teorías de carácter naturalístico con el ánimo de comprender a fondo cómo la implementación piloto de los

PPP en el contexto de la cría de la trucha Arcoíris asiste a los estudiantes en la comprensión del fenómeno de las disoluciones y el desarrollo de las habilidades para la vida.

La codificación abierta apoyada en el problema y el marco teórico que sustentó este estudio permitió hacer un ordenamiento conceptual. Para ello, se llevó a cabo una lectura sistemática al corpus de los datos con el fin de encontrar unidades de análisis alineadas con las propiedades de la situación estudiada. Estas unidades fueron codificadas a través de una serie de etiquetas, las cuales representan una idea o frase estrechamente articulada con la problemática de la implementación del PPP de piscicultura. Posteriormente, se encontró que muchas de las etiquetas se repitieron a lo largo del corpus de datos generándose una frecuencia de ocurrencia; además se identificó que entre estas existen similitudes, situación que brindó la posibilidad de agruparlas en afirmaciones de mayor nivel de abstracción produciéndose un conjunto de categorías (Véase Tabla 1).

Tabla 1: Conjunto de categorías inductivas generadas desde la codificación abierta. Fuente: Elaboración propia.

Categorías inductivas
1. Habilidades científicas
2. Dificultades en la comprensión del fenómeno de las disoluciones
3. Habilidades para la vida elemento fundamental en la educación en química
4. Los PPP del cultivo de trucha Arcoíris como contexto de aprendizaje

La codificación axial tuvo como tarea central la fragmentación del conjunto de unidades de análisis con sentido independiente previamente codificadas, con la finalidad de comparar sus respectivas propiedades semánticas con las características de las categorías inductivas, y de esta forma adscribir las a una de las categorías provenientes de la codificación abierta. Desde luego, esta fase del análisis de datos, posteriormente apoyó el desarrollo teórico de las generalizaciones naturalísticas, junto con el proceso de validación de estas por medio de las evidencias empíricas extraídas de los datos.

La codificación selectiva medió la construcción analítica de la serie de generalizaciones naturalísticas, cuyo desarrollo teórico permitió describir y comprender a profundidad el caso de la implementación de los PPP en el marco de la cría de la trucha Arcoíris. Para ello, se tomó la decisión de elegir una categoría medular o central, la cual tuvo la mayor frecuencia de ocurrencia, y, además, mantuvo una relación muy estrecha con el problema de investigación (Véase Tabla 2). Así pues, esta categoría medular vinculó semánticamente a las otras tres generando las respectivas generalizaciones naturalísticas que fueron desarrolladas construyendo de esta forma una teoría con una validez ecológica.

Tabla 2: Relación semántica entre la categoría medular y las categorías secundarias con el fin de producir las generalizaciones naturalísticas. Fuente: Elaboración propia.

Categoría medular	Categorías	Generalizaciones naturalísticas
	Habilidades científicas	Los PPP del cultivo de trucha Arcoíris contexto apropiado en el desarrollo de una cultura científica.
Los PPP del cultivo de trucha Arcoíris contexto de aprendizaje	Dificultades en la comprensión del fenómeno de las disoluciones Habilidades para la vida elemento fundamental en la educación en química.	La implementación piloto de los PPP del cultivo de trucha Arcoíris mediadora en la superación de dificultades en la comprensión del fenómeno de las disoluciones. Los PPP del cultivo de trucha Arcoíris un contexto que ayuda a mediar el desarrollo de habilidades para la vida.

## 5. RESULTADOS

Los resultados de esta investigación estuvieron orientados por el marco teórico, los objetivos y el interrogante de la investigación con el fin de describir y explicar acciones y significados de los estudiantes y profesor generados durante la implementación del PPP en el marco del cultivo de trucha Arcoíris. Así pues, éstos se dividen en dos secciones, la primera hace referencia a la planeación fundamentada de una secuencia de actividades que representan los PPP de la cría de la trucha Arcoíris; y, la segunda, documenta las acciones y pensamientos de los estudiantes y el profesor a lo largo de la implementación del PPP, por medio del desarrollo teórico de las generalizaciones naturalistas en conjunción con una serie de evidencias empíricas las cuales validan dichas narrativas.

### 5.1. Planeación de una secuencia de actividades de aprendizaje que configuran los PPP en el contexto de la cría de trucha Arcoíris

La planeación de la secuencia de actividades de aprendizaje que configuran los PPP, se realiza por medio de un análisis documental a un conjunto de unidades de muestreo, contexto y registro, las cuales representan marcos teóricos de orden general y específico a la enseñanza y aprendizaje de las disoluciones y desarrollo de habilidades para la vida. Conviene subrayar, que por razones de espacio se toma la decisión de no presentar en el cuerpo de conocimiento de este manuscrito la CoRe y la secuencia de actividades de aprendizaje implementadas. Con el fin de superar esta restricción se le pide al potencial lector ver la sección de resultados de la tesis de maestría de Salazar (2020), dado que, este artículo es producto del informe final de investigación de la autora en consideración.

## 5.2. Desarrollo teórico del conjunto de generalizaciones naturalísticas que documentan las acciones y pensamientos de los estudiantes del ciclo II de básica secundaria

La implementación de la secuencia de actividades aprendizaje permite recoger una vasta información, cuyo análisis inductivo median la construcción de un conjunto de generalizaciones naturalísticas. Estas últimas permiten establecer una relación estrecha entre la pregunta de investigación, el marco teórico, las evidencias empíricas y las conclusiones. En este sentido, el desarrollo teórico de estas suministra la posibilidad de comprender el caso estudiado a lo largo de esta investigación.

### *Los PPP del cultivo de trucha Arcoíris contexto apropiado en el desarrollo de una cultura científica*

La cría de trucha Arcoíris es un contexto que ayuda a mediar en los estudiantes de la escuela rural el desarrollo de habilidades científicas de nivel superior. Desde luego, los aprendices quienes participaron de las actividades de aprendizaje representadas en el contexto de la cría de trucha Arcoíris, afirman que este tipo de tareas académicas estimula un mayor interés por comprender el fenómeno de las disoluciones, es decir, el aprendizaje de la química se vuelve relevante e importante para sus vidas.

Por todo esto, se argumenta que las acciones y razonamientos llevados a cabo por los estudiantes durante la implementación piloto de los PPP, permiten desarrollar de manera progresiva habilidades científicas tanto de nivel inferior como superior. Las primeras evolucionaron cuando los estudiantes se comprometieron en mantener de forma apropiada las condiciones fisicoquímicas del lago a fin de que los alevines se pudieran desarrollar. Por ejemplo, en varias ocasiones ellos tuvieron que



Figura 1: Medida de pH. Fuente: elaboración propia.

que determinar propiedades como pH, salinidad, temperatura y concentración de oxígeno disuelto. Para ello, hicieron uso de instrumentos de medida que permitieron recoger información, la cual fue graficada y analizada para determinar las condiciones fisicoquímicas del lago y entrar a tomar decisiones. En efecto, esta

especie de actividades de aprendizaje coadyuva a que los estudiantes adquieran dominio en el manejo de los instrumentos propios de la actividad científica, además de las técnicas de recolección de datos, construcción de tablas y gráficas necesarias en las fases de análisis e interpretación de resultados. Estos presupuestos se validan con la siguiente base empírica (viñeta y Figura 1):

*Investigador: el proceso de enseñanza en la asignatura de química fue diferente o igual al de otras asignaturas?*

*Andrés: fue diferente porque no fue como antes, que solo poníamos los alevines y le dábamos la comida, sacábamos la producción y ya, en cambio ahora estamos tomando medidas de pH, temperatura del agua y ambiente y también cuánta sal tiene el lago, si está en condiciones adecuadas la trucha, también hicimos la disección de la trucha. (Entrevista 14.11.19. min 00.00.27).*

Otras competencias científicas de nivel superior comenzaron a emerger en el momento donde los aprendices se enfrentaron con eventos críticos, por ejemplo, la muerte de los alevines. Esta situación los comprometió en el desarrollo de habilidades científicas, tales como: hipotetizar, diseñar secuencias de experimentos, interpretar la información y argumentar apoyado en la evidencia. Estas habilidades permitieron resolver las diferentes problemáticas referentes a la cosecha de las truchas Arcoíris. Definitivamente, esta meta curricular se alcanza como consecuencia a que los PPP en el marco del lago piscícola son considerados situaciones de análisis real, donde los estudiantes se enfrentan a diario con auténticos problemas, los cuales tienen que ser resueltos en un marco de relaciones de cooperación con sus pares y profesor, utilizando para ello las habilidades propias de la cultura científica.

Todo esto parece confirmar que las prácticas experimentales de carácter contextualizado (cría de trucha Arcoíris) desde una perspectiva de negociación de significados y formas de significar, ayudan a los estudiantes a comprometerse en la construcción de una cultura científica. Para ello, los aprendices establecen relaciones intersubjetivas, construyen problemas, formulan hipótesis, recogen y organizan de forma autónoma la información, y finalmente construyen la solución más apropiada a una problemática particular. En síntesis, fortalecer los procesos de indagación contextualizada y discusión colegiada en el aula de química, debe convertirse en una meta del currículo de ciencias y de los maestros con el propósito de contribuir a tener unos futuros ciudadanos científicamente alfabetizados, quienes puedan tomar decisiones a nivel familiar, local, nacional y global referentes a las principales necesidades de la población (alimento, agua, ambiente, energía, entre otras).

### ***La implementación piloto de los PPP del cultivo de trucha Arcoíris mediadora en la superación de las dificultades en la comprensión del fenómeno de las disoluciones***

El contexto de aprendizaje del lago piscícola ha comenzado a ser considerado un escenario apropiado, para ayudar a los estudiantes del Ciclo II de la básica secundaria a superar las dificultades y concepciones alternativas con las que llegan al aprendizaje de las disoluciones. Desde luego, este contexto por estar estre-

chamente vinculado al mundo de la vida del estudiante, genera una motivación intrínseca por la comprensión del fenómeno de las disoluciones. Quizás esta situación se da como consecuencia a que los razonamientos y acciones que subyacen a la internalización de dicho fenómeno, se encuentra relacionada con situaciones prácticas situadas en la cotidianidad de los aprendices (por ejemplo, cría de trucha Arcoíris).

En este sentido, esta orientación de enseñanza contextualizada permite que los estudiantes de Ciclo II comiencen a diferenciar e integrar los tres niveles de representación de la química. Esta clase de razonamiento ejerce una fuerte influencia en la comprensión del fenómeno natural de las disoluciones. Así pues, la implementación de la secuencia de actividades de aprendizaje que representan dicho fenómeno en el marco de la cría de trucha Arcoíris, en conjunción con las acciones de la profesora ayudan a los estudiantes a identificar, que las condiciones fisicoquímicas necesarias para criar la trucha Arcoíris en el lago piscícola pertenece al nivel de representación macroscópico, en tanto los modelos teóricos y moleculares (por ejemplo, átomo, molécula, solubilidad, concentración, entre otros) encarnan el nivel submicroscópico, y, finalmente, las fórmulas matemáticas y químicas relacionadas con las unidades de concentración y pH hacen referencia al nivel simbólico.

Por ejemplo, en una de las lecciones en la que se aborda el concepto de las disoluciones y sus clases, a los estudiantes se les pide que discutan el fenómeno, además, que en el laboratorio realicen actividades experimentales vinculadas con el contexto de la cría de trucha a fin de permitirles construir una comprensión de los tópicos de mezcla saturada, insaturada y sobresaturada con sal. Naturalmente, esta actividad de aprendizaje les permite comprender el papel clave que juega la concentración de la sal del lago piscícola para la cría apropiada de la trucha Arcoíris. Así, los estudiantes preparan disoluciones salinas de diferentes concentraciones con el fin de controlar microorganismos que suelen afectar las condiciones biológicas de la trucha Arcoíris. Para ello, utilizaron propiedades del nivel de representación macroscópicos, como el color de la trucha, indicativo de la presencia de hongo. Además, tuvieron que recurrir a los modelos teóricos con la intención de determinar el nivel de saturación e insaturación de la mezcla en consideración.

Conviene subrayar que una de las mayores dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión de los fenómenos químicos, hace referencia a la naturaleza abstracta que fundamentan los modelos teóricos los cuales son utilizados para explicar los fenómenos naturales (Gabel, 1999). Ahora bien, la implementación piloto de los PPP de la cría de trucha Arcoíris les brinda la oportunidad a los estudiantes del Ciclo II, de volver tangibles las entidades y procesos moleculares que subyacen a las propiedades de solubilidad, concentración y acidez-basicidad, con el propósito de poder mantener las condiciones fisicoquímicas que demanda la cría de la trucha Arcoíris. Así, la cría de trucha inicialmente implementada en el nivel macroscópico les suministra a los aprendices la posibilidad de externalizar sus modelos mentales referentes a estas propiedades con el fin de someterlos a discusión colegiada, y de esta manera comenzar a construir unos modelos escolares más próximos a las teorías científicas. Por todo esto, se infiere que el éxito en el cultivo de la trucha Arcoíris descansa en lograr en que los estudiantes establezcan una relación consciente entre

el nivel macroscópico (condiciones fisicoquímicas) y el submicroscópico (modelos teóricos) de la química. Estas asunciones son validadas a través la siguiente evidencia empírica:

**Profesor:** *¿Por qué es importante conocer las condiciones del agua?*

**Sara:** *para mantener la trucha en buen estado*

**Profesor:** *¿Qué condiciones se pueden revisar?*

**Estefany:** *el pH, la temperatura, sal y también el oxígeno*

**Profesor:** *¿esto qué nos dice a nivel químico?*

**Camila:** *la temperatura es el grado de calor del agua y es importante porque la trucha debe estar en menos de 17°C, el oxígeno nos ayuda a que permanezca bien y no muera, la salinidad nos dice si hay buen recambio de agua, ya que los orines del pez eliminan sales al lago. Y el pH nos permite saber si está alcalina la cual es la característica que permite que la trucha crezca, pues existen algunos elementos con cargas positivas y negativas que se disuelven y cambian el pH (videos clases 22.10.19 min 00.18.34).*

### ***Los PPP del cultivo de trucha Arcoíris un contexto que ayuda a mediar el desarrollo de habilidades para la vida***

La implementación del PPP de la cría de trucha Arcoíris se convierte en una excelente oportunidad para que los estudiantes desarrollen habilidades para la vida, las cuales se pueden internalizar de manera concomitante a la comprensión de un fenómeno natural situado en el contexto del mundo de la vida. Un factor importante en la potencialización de dichas habilidades es la de asumir el aula como una comunidad de práctica, caracterizada por el trabajo cooperativo que realizan sus miembros a fin de dar solución a auténticos problemas (por ejemplo, la cría de la trucha Arcoíris) (Roselli, 2011). Desde luego, el desarrollo de estas habilidades resulta ser clave para los estudiantes, dado que, les permite utilizar los conocimientos científicos y técnicos adquiridos en el aula de química en su actuación como miembro de una comunidad de práctica determinada.

La cría de trucha Arcoíris en el marco de los PPP puede ser considerada una comunidad de práctica, porque está configurada por un conjunto de sujetos que presentan un interés común que les da una identidad (aprendizaje de la química); participan en actividades y debates conjuntos, se ayudan mutuamente y comparten información; y llevan a cabo una práctica compartida (la cría de trucha). Es por esto que los PPP actúan de mediadores en el desarrollo de habilidades que les posibiliten a los estudiantes organizarse a nivel de comunidad y, quizás en un futuro, establecer comunidades de práctica que brinden nuevos ingresos a la zona (Acevedo, 2004). Como se mencionó en la introducción y marco teórico, los estudiantes que hacen parte del caso indagado se encuentran en una zona rural con dificultades sobre la soberanía alimentaria y restricciones por ser zona de reserva, es decir, que no pueden desarrollar ninguna actividad de grandes envergaduras. No obstante, es posible que la diversidad de pequeños espacios les permita asegurar actividades sustentables y

mejorar las condiciones de variedad alimentaria.

Definitivamente, el cultivo de truchas Arcoíris posibilita la formación en emprendimiento, como consecuencia a que es una habilidad que se adquiere cuando se presenta la necesidad de vender el producto que se genera. Así, los estudiantes a través de sus ideas y creatividad, plantean cómo podrían ofrecer las truchas en las próximas cosechas y de qué manera las presentarían a unos posibles consumidores. Por ejemplo, en la exposición a los padres de familia algunos hablan de elaborar platos ecológicos a fin de presentar la trucha y buscar medios biodegradables para la venta. Bajo estas circunstancias ellos valoran lo aprendido, resaltando la importancia de aprender a preparar la trucha, como se observa en la siguiente viñeta:

**Investigador:** *¿Qué habilidades para la vida creen que desarrollaron?*

**Laura:** *Además de que aprendimos a discutir, está todo lo que vimos de la trucha y como debe crecer, cuando mediamos y otra cosa que no se aprende en otros colegios, es cómo se organiza la trucha, el cuidado que debemos tener para no dañar la hiel y sus vísceras, el cuidado para que no sufran y cumplir con el bienestar animal. A mí me gustó mucho la clase con la profesora Lucena (docente de la Universidad Nacional), eso nos sirve para la vida. (entrevista Laura 26-11-2019.19 min. 0.10).*

El considerar el aula de química como una comunidad de práctica en el marco de una orientación de enseñanza contextualizada, les suministra a los estudiantes la posibilidad de distribuir la demanda que implica el cultivo de trucha. En este sentido, los miembros de esta comunidad se distribuyen las responsabilidades de acuerdo a las capacidades que presenten cada uno de ellos. Es decir, cuando un estudiante adquiere un compromiso con su grupo, por ejemplo, una explicación o exposición, esto se convierte en un aporte importante y fundamental para el buen rendimiento de su equipo. Esta situación hace que el compromiso sea mayor y la responsabilidad se vea reflejada en sus actos, puesto que, ahora no solo se trata de su aprendizaje, sino el de todos sus compañeros.

Por todo esto, se argumenta que una de las habilidades clave del buen desempeño de la comunidad de práctica es el aprender a aprender a lo largo de la vida. Con el fin de potencializar esta habilidad para la vida, el profesor a cada uno de los pequeños grupos de discusión que configuran la comunidad de práctica les pide que准备 la explicación de un fenómeno químico referente a la cría de trucha Arcoíris a fin de socializarlo con sus pares académicos. Esta estrategia de enseñanza genera en los estudiantes un compromiso con la autogestión del conocimiento científico y técnico alineado con el cultivo trucha, para ello, se apoyan tanto en fuentes documentales y en profesionales de este ámbito de conocimiento. Por ejemplo, en una de las clases un grupo debía explicar la tensión superficial del agua. Lo que inicialmente fue un inconveniente se transforma en una oportunidad, ya que entre ellos buscaron los recursos tecnológicos para resolver sus dudas y así lograr explicar con claridad el concepto a sus compañeros.

Para el maestro investigador es claro que se trata de aprender a aprender porque los estudiantes buscan la

forma de explicar y representar el tópico a través de diversas herramientas cognitivas. Esto se logra debido a varias condiciones, entre ellas el trabajo cooperativo, la organización de roles de trabajo, la disponibilidad de diversas fuentes, el apoyo del docente, el deseo de aprender, el uso de conocimientos previos que luego fueron reelaborados y organizados para hacerlos comprensibles. Sin duda alguna esta actividad permite experimentar un nivel de aprendizaje más autónomo y consciente, como se puede evidenciar en la siguiente viñeta y Figura 2:

**Investigador:** *¿qué habilidades para la vida adquirieron?*

**Laura:** *Algo muy importante es que nos importaba mucho el trabajo del grupo y todos participábamos, esto además nos ayudó con la responsabilidad, por ejemplo, a mí que se me olvidan las cosas, con el tiempo adquirí el compromiso.*

**Camila R:** *Para mi algo muy importante es que muchos aprendizajes los elaboramos nosotros, porque a pesar de que teníamos algún conocimiento debíamos consultar más para poder explicarlo a los compañeros, aprendímos en equipo. (entrevista 11.11.19).*



Figura 2: Pequeños grupos de discusión que fortalecen la habilidad aprender a aprender. Fuente: Elaboración propia.

## 6. CONCLUSIONES

La planeación de las actividades de aprendizaje a través del instrumento metodológico de la CoRe brinda la oportunidad de construir un material de enseñanza, el cual presenta el principio de la coherencia intra e intercurricular, factor que juega un papel clave en la comprensión del fenómeno de las disoluciones en el marco del cultivo de trucha Arcoíris. Esta situación se da como consecuencia a que la toma de decisiones curriculares e instruccionales se fundamenta con elementos epistémicos, provenientes de las teorías generales y específicas que se encuentran alineadas con el proceso de enseñanza y aprendizaje del fenómeno de las disoluciones y el desarrollo de algunas habilidades para la vida. Definitivamente, la planeación fundamentada pedagógicamente en conjunción con los razonamientos y acciones inteligentes del maestro, ayudan a mediar la construcción de la comprensión del fenómeno de las disoluciones y el desarrollo de algunas habilidades para la vida por parte de los estudiantes del Ciclo II en la escuela rural.

La implementación del PPP en el marco del cultivo de trucha Arcoíris, es un excelente contexto de aprendizaje que se encuentra estrechamente vinculado con el mundo de la vida de los estudiantes de la escuela rural. Éste en conjunción con los razonamientos y acciones pedagógicas del profesor configuran una orientación de enseñanza contextualizada que le permite a los estudiantes, no sólo construir una comprensión del fenómeno de las disoluciones y los procesos de las ciencias, sino, también, el desarrollo de las habilidades de aprender a aprender a lo largo de la vida, el trabajo colectivo y el emprendimiento, las cuales juegan un papel clave en el cultivo de la trucha. Y, por supuesto, al interactuar a diario con el proyecto les suministra la posibilidad de adquirir un conjunto habilidades técnicas propias del cultivo de las truchas, factor que probablemente influya en un futuro de forma positiva en el mejoramiento de la soberanía alimentaria de la región, junto al desarrollo de proyectos emprendedores que medien el desarrollo de la movilidad social.

### Anexo: Estructura de la entrevista semiestructurada

1. ¿Qué habilidades para la vida creen que desarrollaron durante el cultivo de la trucha Arcoíris? ¿Para qué considera le van a servir? ¿O dónde las aplican?
2. ¿La orientación de enseñanza llevada a cabo durante el cultivo de la trucha Arcoíris fue diferente al estilo habitual de otras asignaturas? Argumenta la respuesta
3. ¿Qué elementos podría mencionar que sean iguales o diferentes a los de otras asignaturas?
4. ¿Cuáles fueron los contenidos y habilidades científicas que lograste comprender con mayor facilidad durante este proyecto? ¿Por qué?
5. ¿Cuáles los contenidos donde presentaste mayor dificultad y por qué?
6. ¿Cuál de las siguientes estrategias le gustó o no y por qué?

- Discusión en pequeños grupos
- Discusión en toda la clase
- Utilización de recursos tecnológicos
- Prácticas de laboratorio
- Mediciones en el lago

7. ¿Para qué les puede servir el aprendizaje adquirido?

## Referencias

- Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre la enseñanza de las Ciencias: Educación Científica para la Ciudadanía. *Eureka, sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16. Recuperado el 24 de Agosto de 2019, de [http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2004.v1.i1.01](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i1.01)
- Aristizabal, C. C. (2012). Aprendizaje Basado en Proyectos (A.B.Pr) Como estrategia de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación básica y media. (Tesis de Maestría). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Beatriz Tazama, L. C. (2003). Proyectos Pedagógicos Productivos una ruta de aprendizaje con sentido. Cali: Universidad Pedagógica Nacional.
- Candela, B. F. (2017). Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) al marco teórico del CTPC. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 12(2), 158-172. doi: 10.14483/23464712.11175.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research a look to the future. *Journal Chemical Education*, 76(4), 548-554.
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of “context” in Chemical Education. *International Journal of Science Education*. 957-976.
- Krippendorff, K. (1990). Metodología. Análisis de contenido Teoría y práctica. En K. Krippendorff, *Metodología* (págs. 46-53). México: Paidós comunicación.
- MEN (2010). Proyectos Pedagógicos Productivos, una estrategia para el aprendizaje escolar y el proyecto de vida. (E. M. Ortega, Ed.) *Ministerio de Educación Nacional*, 7-45. Recuperado el 22 de Marzo de 2019, de [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-287836\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-287836_archivo_pdf.pdf)
- Roselli, N. (2011). Teoría del Aprendizaje Colaborativo y teoría de la Representación Social: convergencias y posibles articulaciones. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 2(2), 173-191.

- Rivet, A. E. & Krajcik, J. S. (2008). Contextualizing instruction: Leveraging students' prior knowledge and experiences to foster understanding of middle school science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(1), 79-100.
- Salazar, J. V. (2020). Implementación piloto de un Proyecto Pedagógico Productivo (PPP) en básica secundaria a través de la piscicultura: el caso de las disoluciones. (Tesis de Maestría). Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Soto, L. A. & Molina, Y. (2017). Implementación Piloto de un Proyecto Pedagógico Productivo de Basica primaria: El Caso de la Reproducción Sexual de las Plantas (Tesis de Maestría). Universidad del Valle, Maestría de Educación con Énfasis en Matemática y Ciencias Experimentales, Valle del Cauca, Tuluá.
- Stake, R. (1999). Investigación con estudio de casos (2 ed.). (1. Mejía Lequerica, Ed.) Madrid: Morata.
- Strauss, A. & Corbin, J. (2002). Bases de la Investigación Cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamendada. (1 edición en español 2002 ed.). (E. Zimmerman, Trad.) Antioquia: Universidad de Antioquia.
- Vázquez, C. (2004). Reflexiones y ejemplos de situaciones Didácticas para una adecuada contextualización de los contenidos científicos en el proceso de enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(3), 214-223. Recuperado el 17 de Mayo de 2018
- Zabalza, M. (2012). Territorio, Cultura y contextualización curricular. *Interaccoes Journal*, 22, 6-33. Recuperado el 2018, de <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/index>.