



Tesis de Maestría
Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
(Orientación en Física)

**Producción de secuencias didácticas y material de
Laboratorio para el Nivel Primario, basado en el
Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales**

María Fernanda Reynoso Savio

Dr. Gustavo Luis Ferri
Director de Tesis

MSc. Jimena Soleño
Co- director de Tesis

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional del Comahue
(Junio 2020)

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales (orientación en Física), en la Universidad Nacional del Comahue. Se llevó a cabo bajo la dirección del Dr. Gustavo Luis Ferri y la co-dirección de la MSc. Jimena Soleño. Es trabajo propio y no ha sido presentado previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica.

María Fernanda Reynoso Savio

Agradecimientos

La realización de esta maestría ha sido un camino reconfortante donde he podido, a pesar de las dificultades, disfrutar de cada momento, de cada lectura, de cada investigación, de cada aprendizaje. Esto no hubiese sido así de no contar con el apoyo de muchas personas que acompañaron este recorrido. Para todos ellos un sincero agradecimiento:

- A mi Director de Tesis, Gustavo L. Ferri, por acompañarme siempre, por su incondicional asesoramiento y su estímulo constante.
- A mi co-directora Jimena Soleño, por su permanente entusiasmo en mis propuestas, las oportunas sugerencias y orientaciones en todo momento.
- A todos los docentes que fueron partícipes en mi formación, por sus grandes aportes y enseñanzas.
- A todos los miembros del comité de posgrado de la Universidad Nacional del Comahue por la generosidad con que atendieron mis requerimientos.
- A mis compañeros de cursada que, a pesar de la distancia, facilitaron e hicieron ameno este transitar por la carrera.
- A los docentes y directivos de la escuela N° 218, especialmente a las docentes Silvina, Noelia y Cynthia, por abrirme las puertas de sus aulas y permitirme acompañarlas en su tarea docente.
- A mi marido Cristian, por su paciencia, por ser el primer corrector y colaborador en el armado de todas mis ideas.
- A mi hija Guadalupe por ayudarme a armar y probar cada experiencia en casa.
- A mi hermana y cuñado por sus aportes en la corrección.
- A mis padres, por las horas de ayuda y el afecto con que acompañaron mi recorrido.

RESUMEN

El proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales, especialmente en el Nivel primario, no es una tarea fácil de realizar. El docente debe ser capaz de poner a los alumnos en contacto con el contenido conceptual y promover una actitud de entusiasmo hacia la ciencia, favoreciendo el aprendizaje simultáneo de tareas propias del quehacer científico. Bajo esta perspectiva, y otorgando importancia a la actividad experimental, se expone el diseño de secuencias didácticas/tutoriales y actividades de laboratorio basados en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales. Las propuestas se inician con problemas ricos en contexto, a partir de los cuales los estudiantes son capaces de predecir, para luego, mediante la experimentación y/o el juego poner en cuestión sus ideas. Desde esta línea de trabajo, los alumnos se hacen partícipes de su propio conocimiento, adquieren una actitud crítica y alcanzan un aprendizaje significativo y duradero.

Palabras claves: Enseñanza, Aprendizaje Activo, tutoriales, prácticas de laboratorio, Ciencias Naturales.

ABSTRACT

Mainly at Primary Level, the teaching and learning process of Natural Sciences is not an easy task to perform. The teacher should be capable of guiding the students to the conceptual content and promote an attitude of enthusiasm towards science, promoting the scientific activity. In this context, and giving importance to experimental activity, the design of didactic sequences, tutorials and laboratory activities based on the Active Learning of Natural Sciences are exposed. The proposals start with context-rich situations, from which students are capable of predicting, and then, by means of experimentation and/or play, learners put their ideas into question. From this line of work, students become participant of their own knowledge. They gain a critical attitude and achieve meaningful and lasting learning.

Keywords: Teaching, Active Learning, tutorials, laboratory practices, Natural Sciences.

INDICE GENERAL

Presentación.....	I
Agradecimientos.....	II
Resumen.....	III
Índice.....	IV
1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	3
3. Problema analizado.....	4
4. Marco teórico.....	5
5. Marco metodológico.....	19
6. Corpus textual.....	24
6.1. Planificación y muestras.....	24
6.2. Instrumentos utilizados para la toma de datos	26
6.3. Análisis y resultados de encuestas docentes.....	27
6.4. Análisis y validación de un Trabajo Práctico de Laboratorio para 5° grado del nivel primario, basado en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales: <i>Adaptaciones en Ambientes Acuáticos</i>	31
6.4.1. Diseño.....	32
6.4.1.1. Programa guía: Recursos para el docente.....	33
6.4.1.2. Hoja de trabajo: Material para el alumno.....	37
6.4.2. Análisis de observaciones participantes.....	38
6.4.3. Producciones de los alumnos y conclusiones docentes.....	42
6.5. Análisis y validación de una Secuencia Didáctica para 2° grado del nivel primario, basada en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales: <i>Movimiento y Trayectoria</i>	48
6.5.1. Diseño.....	49
6.5.1.1. Programa guía: Recursos para el docente.....	50

6.5.1.2. Hoja de trabajo: Material para el alumno.....	53
6.5.2. Análisis de observaciones participantes.....	53
6.5.2.1. Observaciones participantes. Año 2017.....	54
6.5.2.2. Observaciones participantes. Año 2018.....	67
6.5.3. Producciones de los alumnos y conclusiones docentes.....	69
7. Conclusiones generales.....	78
8. Apéndices.....	80
Apéndice A: Trabajo de Laboratorio Adaptaciones en Ambientes Acuáticos. Guía para el docente.....	80
Apéndice B: Trabajo Práctico de Laboratorio Adaptaciones en Ambientes Acuáticos. Guía para el alumno.....	100
Apéndice C. Secuencia didáctica Movimiento y Trayectoria. Guía para el docente.....	110
Apéndice D: Movimiento y Trayectoria. Actividades para el alumno.....	133
9. Referencias Bibliográficas.....	139

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente podemos encontrar diversas publicaciones sobre la implementación de clases prácticas y de laboratorio en enseñanza de las Ciencias Naturales en Nivel Primario. Algunas de estas propuestas, se focalizan en la metodología con la que se implementa la actividad experimental (Torres Devoto, 2008), en tanto muchas otras hacen relación a prácticas de laboratorio que implican la enseñanza por indagación (Furman, 2008; Golombek, 2008). Esta última estrategia permite concebir una mirada de las ciencias diferente, parte desde el *fenómeno* para alcanzar la *idea* y luego arribar al *concepto* (Gellon, Rossenvasser Feher, Furman y Golombek, 2008).

A diferencia de los casos citados, en el marco de esta tesis se presentan secuencias didácticas basadas en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales. Si bien hay puntos en común entre las diversas propuestas antes referidas, existe escasa bibliografía que mencione la implementación del Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales en el nivel primario.

Sin embargo, numerosos artículos han sido publicados, algunos desarrollados por la autora de esta tesis, que muestran el desarrollo y una exitosa implementación de actividades y guías de laboratorio basadas en el Aprendizaje Activo de la Física en cursos de Nivel Secundario y Universitarios (Thornton y Sokoloff, 1998; Heller y Heller, 1999; Benegas y Villegas, 2006; Dima, 2007; Zafer y Mustafa, 2008; Sokoloff, Law, Zavala, Punte y Benegas, 2010; Benegas, Sokoloff, Laws y Zavala, 2011; Dima, Reynoso Savio y Glusko, 2011; Reynoso Savio, Girelli y Dima, 2011; Reynoso Savio, Girelli, Glusko y Dima, 2012; Glusko, Dima, Girelli y Reynoso Savio, 2012; Reynoso Savio, Glusko, Dima y Girelli, 2013; Reynoso Savio, Glusko y Dima, 2015; Glusko, Reynoso Savio y Dima, 2015; Dima, Reynoso Savio y Glusko, 2015)

Estos antecedentes constituyen un argumento esencial y positivo para diseñar y ejecutar estrategias de estas características en el Nivel Primario. En el Marco del trabajo de tesis para

la obtención del título de posgrado de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, con orientación en Física, de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo), se presenta este trabajo de investigación, titulado “Producción de secuencias didácticas y material de Laboratorio para el Nivel Primario, basado en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales.

La tesis está organizada de la siguiente manera: en la siguiente sección se establecen los objetivos propuestos. A continuación se visualiza el problema y la justificación que lleva a su estudio. En las secciones cuarta y quinta, se realiza un recorrido bibliográfico sobre los antecedentes y aportes de diversos investigadores, al tema en cuestión y a la metodología de investigación seleccionada. Se desarrollan específicamente el concepto de Aprendizaje Activo, los antecedentes que tiene su aplicación para la enseñanza y el aprendizaje en ciencias, y su posible implementación a partir de una Investigación Basada en el Diseño (Design Based Research). En la sexta sección, cuerpo textual, se explicita el diseño metodológico implementado, incluyendo aspectos propios de la muestra, las guías diseñadas para su implementación, los instrumentos de recolección de datos y el modo de análisis de los mismos. Además, se presentan y se ponen en discusión los resultados alcanzados luego de cada ejecución. A continuación, se incluyen las conclusiones generales y la sección de apéndices donde se presentan las guías completas para el docente y para el alumno, todas ellas en su versión final. Finalmente, la bibliografía consultada.

2. OBJETIVOS

Los varios antecedentes recapitulados en la introducción permiten centrar el trabajo en el diseño de estrategias didácticas que favorezcan el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El Objetivo General de trabajo es:

- Diseñar secuencias didácticas y material de laboratorio para el Nivel Primario, con base en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales, que favorezcan el proceso de enseñanza y aprendizaje, analizando la incidencia de estas propuestas en la formación y la tarea de los docentes y el aprendizaje de los alumnos.

Coherentemente con este objetivo, el trabajo involucra tareas como: análisis bibliográfico, formación docente, elaboración de instrumentos de recolección de datos, diseño, validación e implementación de propuestas.

El objetivo, permitirá corroborar las hipótesis planteadas:

- La capacitación de los docentes en la metodología de trabajo basada en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales favorecerá el desarrollo de la práctica docente.
- Trabajar conceptos de Ciencias Naturales a partir de la metodología de aprendizaje activo despertará la curiosidad del niño y su interés por conocer, y favorecerá la alfabetización científica desde los primeros años del niño, permitiendo el aprendizaje de habilidades como la predicción, observación, el registro, el análisis y la escritura en ciencias.

3. PROBLEMA ANALIZADO

Esta tesis se propone analizar un problema con dos aspectos. Por un lado, el desarrollo de capacidades y habilidades en los alumnos de nivel primario; habilidades como la predicción, la observación, el registro de datos, el análisis, la modelización y la escritura en ciencias.

Por el otro, el mejoramiento de la práctica docente, específicamente en tareas que involucran la enseñanza práctica en ciencias. Vale considerar que la planificación de tareas prácticas del tipo experimental requiere de conocimientos adecuados sobre el tema y del material de laboratorio, del control del espacio físico y temporal, y de una correcta metodología de implementación que logre alcanzar los objetivos establecidos (Torres Devoto, 2008a; Torres Devoto, 2008b). Las propuestas deben ser tendientes a acercar a los niños a la ciencia, y guiarlos en un aprendizaje activo, a partir de la generación de espacios propicios para el aprendizaje de los contenidos y el impulso de habilidades propias del quehacer científico.

Desde esta perspectiva, este trabajo de investigación consiste en la elaboración de secuencias didácticas, que involucran la experimentación, basadas en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales con destino al Nivel Primario. Trabajos de investigación anteriores, en Nivel Secundario y Universitario, argumentan que docentes capacitados en este tipo de metodología de trabajo han percibido un cambio en la visión del alumnado hacia las ciencias, y en el modo de apropiación del conocimiento (Benegas y Villegas, 2006; Dima, 2007; Sokoloff et al., 2010; Benegas et al., 2011; Reynoso Savio et al., 2011; Reynoso Savio et al., 2012; Glusko et al., 2012; Reynoso Savio et al., 2013; Reynoso Savio et al., 2015; Glusko et al., 2015; Dima et al., 2015).

4. MARCO TEÓRICO

Para todo docente, independientemente de la disciplina, es de común conocimiento que los alumnos tienden a memorizar los contenidos, dejando en segundo lugar su entendimiento (Campanario y Moya, 1999). Esta falta de comprensión de los conceptos involucrados, sumados a la carencia de conocimiento sobre el proceder científico, da cuenta de la necesidad de que los alumnos generen un cambio en la interpretación de situaciones. La pregunta que surge entonces es: ¿cómo llevar adelante dicho cambio?

Desde la teoría constructivista, Ausubel (1976) nos propone pasar de un aprendizaje memorístico a un aprendizaje significativo. Este último, permite que el alumno establezca una interacción entre el nuevo conocimiento y el ya existente, generando una reestructuración continua. Los conocimientos y esquemas mentales que el alumno trae constituyen la base para nuevos significados y se diferencian progresivamente: es un proceso que se da en forma dinámica, donde el conocimiento se va construyendo (Moreira, 1997). Para que el proceso de interacción involucrado en el aprendizaje se establezca es necesario que el alumno manifieste predisposición hacia el aprendizaje y que esté dispuesto a relacionar. Muchas veces, factores como situaciones previas de presión, experiencias de fracaso y ansiedad, condicionan la disposición hacia el aprendizaje significativo. En segundo lugar, es necesario que el material con el que aprende sea potencialmente significativo para el alumno y esté en relación con su estructura de conocimiento. El potencial depende de la naturaleza del material a aprender, de la estructura cognitiva en particular de cada estudiante, de sus antecedentes educativos, de factores como la edad, clase social y cultura a la que pertenece (Ausubel, 1976).

Sin embargo, existe una relación evidente entre estas partes. Si bien el alumno puede no tener la actitud propicia para el aprendizaje significativo, la misma puede ser influenciada por el docente a través del material presentado y su propia intervención. Con este objetivo, el

material debe tener un significado lógico. Esto es, contar con una organización y presentación accesible al alumno. Por otro lado, desde su significado psicológico, debe adecuarse a los conocimientos previos y contemplar los posibles significados que dará el alumno a este material. Queda en manos del docente, diseñar herramientas con diversos métodos de enseñanza y estilos didácticos variados de modo de alcanzar la motivación y así promover este tipo de aprendizaje.

Según Benegas y Villegas (en Benegas, Pérez de Landazábal y Otero, 2013), la implementación de este tipo de herramientas, determina además, dejar a un lado la enseñanza tradicional centrada alrededor de las autoridades del conocimiento, es decir del profesor y del libro de texto, para poner el foco en el alumno. Surge así la necesidad de buscar nuevas alternativas de diseño de material didáctico que propicien el aprendizaje significativo e involucren activamente al alumno en la construcción de su propio conocimiento. Que permitan visualizar la ciencia como una construcción, involucrando sus dos caras: el proceso y el producto (Furman, 2008; Furman et al., 2011).

Una herramienta posible y que permite que los estudiantes alcancen niveles de aprendizaje importantes, sorteando obstáculos, surge en la década del 90: el Aprendizaje Activo (Thornton y Sokoloff, 1998). El Aprendizaje Activo parte de los esquemas cognitivos que trae el alumno para ir construyendo o modificando en caso de ser necesario (Ausubel, 1976; Redish, 2004; Sokoloff et al., 2010; Benegas et al., 2011). En esta propuesta, el estudiante junto al docente, desempeñan un papel activo en el proceso de enseñanza y aprendizaje. El profesor, partiendo de la base del conocimiento de sus alumnos, será el encargado de incentivar, de guiar, de acompañar sus ideas y razonamientos. Actúa como *facilitador*, poniendo la motivación como uno de los ejes importantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Según McDermott (2001), en su guía para la enseñanza, el docente debe atacar

las dificultades desde diferentes contextos permitiendo que el alumno participe en la construcción de modelos, su aplicación y explicación. Redish (1999) dirá que el sujeto construye su propio conocimiento, dependiendo del contexto. Que si bien es difícil producir cambios, el aprendizaje participativo y mediado por interacciones sociales se ve beneficiado, y permite la valorización social de la ciencia. El alumno ya no se percibe en su rol pasivo de escuchar y copiar, sino que pasa a ser un sujeto activo. Se vuelve responsable partícipe y crítico en la construcción de su propio conocimiento. Esta estrategia favorece no sólo el objetivo conceptual, sino también los objetivos actitudinales y procedimentales (Benegas y Villegas, 2006). Es decir que, el Aprendizaje Activo promueve el aprendizaje tanto conceptual como de habilidades de razonamiento, la resolución de problemas y la potencialidad de destrezas experimentales, con el propósito de que los estudiantes alcancen aprendizajes profundos y duraderos.

En la implementación de toda estrategia de Aprendizaje Activo, se desarrolla una secuencia base de tres etapas (Benegas et al., 2013):

- **Predicción:** en ella se reconocen las ideas previas que trae el estudiante. El docente plantea una serie de cuestiones que deben ser respondidas de manera individual por cada estudiante y antes de desarrollar la actividad propuesta.
- **Observación:** durante el desarrollo de la tarea, los estudiantes toman nota de los datos obtenidos, registran.
- **Contrastación:** en esta etapa se enfrentan las ideas previas de los alumnos con los resultados hallados luego del desarrollo de la experiencia. Se busca que los estudiantes analicen, interpreten y comuniquen, de manera oral y escrita, los datos experimentales. Finalmente, en las conclusiones los alumnos deben sintetizar lo

realizado, incluyendo una clara descripción del problema planteado y de la respuesta obtenida.

Esta secuencia puede ir precedida por ejemplo, por un Problema Rico en Contexto (PRC). Como desarrollaremos más adelante, se trata de una situación familiar para el alumno, puede ser un fenómeno cotidiano al que el estudiante deberá dar respuesta luego de realizar la actividad.

Dentro del ámbito científico, se han desarrollado diversas estrategias con base en el Aprendizaje Activo. Puede que esta secuencia de implementación se vea modificada dependiendo del tipo de clase donde se va a implementar: teóricas, prácticas y/o de laboratorio.

Según detallan Benegas y Villegas (en Benegas et al., 2013), algunas de las herramientas a desarrollar e implementar son:

- Tutoriales: esta línea de trabajo fue desarrollada por McDermott y Shaffer (2001). Consiste en la elaboración de una secuencia capaz de adaptarse a diferentes propuestas didácticas. Consta de tres secciones y según se detalla en Redish (2004), la primera etapa de aproximadamente diez minutos es un pretest. Éste consiste en pocas preguntas que permiten, al docente conocer sobre el punto de partida de los estudiantes, y al alumno dar a conocer lo que se espera que aprendan. Luego el tutorial propiamente dicho se desarrolla en alrededor de una hora de clase, donde los estudiantes trabajan en grupos de 3 (tres) o 4 (cuatro). Se pueden desarrollar en cualquier espacio y requieren la utilización de dispositivos de diversas complejidades, preferiblemente con materiales de bajo costo. Se inicia sin generar conflicto con las ideas previas para luego sí confrontarlas al obtener los resultados. Por último, se trabaja sobre los ejercicios complementarios, que sirven para practicar y consolidar el

aprendizaje. El pretest y los ejercicios finales, se resuelven individualmente. De manera general, el tutorial, se rige mediante la lógica de *evocar* ideas que se tienen respecto a los conceptos, *confrontar* esas ideas con evidencia observacional, y *resolver* las discrepancias al alcanzar resultados.

En la implementación de esta metodología, el docente debe controlar el tiempo durante todo el desarrollo para efectivizar la tarea del estudiante, interviniendo y controlando las discusiones y razonamientos.

- Clases Interactivas Demostrativas (CID): al igual que el tutorial, tiene una lógica de implementación por partes. El docente describe una experiencia y la realiza. Los alumnos registran sus *predicciones* iniciales. *Discuten* con el grupo de trabajo. Aquí el docente no interviene haciendo correcciones, sino que recoge las predicciones más comunes. Luego se registra la predicción final, se *observa* la demostración, se aclaran resultados, se discute, para finalmente *comparar* los resultados experimentales con las predicciones y completar una hoja de resultados final.

Esta dinámica de *predicción, observación, discusión y síntesis* se implementa para la introducción de conceptos, su consolidación o como actividad integradora.

- Instrucción por pares: fue desarrollada en la década del 90 por Eric Mazur (Mazur, 1997) y le da un papel importante a los libros de textos y los apuntes de clase. Para el autor, el aprendizaje no sólo se da dentro del aula, sino más bien fuera de ella. Por lo tanto, el docente debe ayudar a aprender, permitiendo que el alumno asimile los contenidos y sea capaz de aplicarlos a nuevos contextos. Con este objetivo propone una metodología de trabajo basada en dos etapas. Primeramente, el alumno debe realizar una lectura previa a la clase. La segunda parte consiste en *enseñar preguntando*. Esto significa que los alumnos luego de leer, deben realizar preguntas al

docente, mediante algún medio virtual (correo electrónico, aula virtual, etc.). Dichos interrogantes permitirán que el maestro evalúe hasta donde se entendió, y determinarán el desarrollo de la clase, abriendo paso al intercambio de ideas entre estudiantes.

Esta lógica de abordaje mediante la lectura y el cuestionamiento, fue puesta en práctica por el mismo Mazur, quién argumenta que esta metodología amplía la capacidad de resolución de situaciones, promoviendo el desempeño en futuras tareas como miembros de una sociedad.

- Resolución de problemas por *I.D.E.A.*: esta secuencia de resolución fue desarrollada por el grupo de trabajo de Serway (Serway, Beichner y Jewett, 1999). La sigla significa la resolución en cuatro pasos:

1. *Información*: se intenta buscar información a partir de la lectura, intentando entender la situación (qué pregunta, cuál sería una respuesta razonable, cuáles unidades involucra). El estudiante debe escribir con sus palabras lo que se solicita hacer.

2. *Desarrollar*: se debe pensar cómo proceder, y elaborar un plan de trabajo para la solución. El estudiante escribe una lista de acciones a ejecutar.

3. *Ejecutar*: se identifican elementos matemáticos y/o computacionales para ejecutar el plan. El estudiante ejecuta el plan.

4. *Aprender*: Se reflexiona sobre lo aprendido. El estudiante reflexiona y compara con otros ejemplos.

- Resolución de problemas en grupos cooperativos: Esta estrategia fue desarrollada por Patricia y Kenneth Heller (Heller y Heller, 1999), con el propósito de que la resolución de problemas llevara a una interrelación de ideas, donde el

estudiante pudiera generar representaciones. Aquí se da importancia al principio contextual, es decir que el aprendizaje depende del contexto, y al principio del aprendizaje social, donde el aprendizaje se ve potenciado por las interacciones sociales. Para estos autores, entonces, se debe modificar la lógica de armado del problema, de modo que el alumno se vea en la necesidad de cambiar la estrategia de resolución, involucrando necesariamente a los demás compañeros. Es decir, el alumno debe percibir que solo no puede. Además, esta dinámica debe permitir que los estudiantes utilicen vocabulario disciplinar específico y puedan exponer sus ideas sin temor, ya que se ponen en evidencia las ideas grupales y no de cada sujeto individualmente. Los grupos de discusión, sin embargo, no deben superar los cuatro alumnos, para que el trabajo sea significativo para todos, y el docente debe monitorear continuamente las discusiones.

Un posible modo de trabajar en grupos cooperativos, es mediante la implementación de *Problemas Ricos en Contexto (PRC)*. Se trata de problemas con enunciados redactados de tal modo que le sean familiares a los alumnos, a modo de relato, sin necesariamente brindar toda la información que se requiere.

En Heller y Heller (1999) se propone:

[...] todos los problemas ricos en contexto tienen las siguientes características:

- *Cada problema es una historia corta donde el protagonista es el estudiante. Es decir, cada enunciado utiliza el pronombre personal Tú.*
- *El enunciado del problema incluye una motivación o razón para que calcules algo.*
- *Los objetos del problema son reales (o imaginarios), el proceso de idealización ocurre explícitamente.*

- *No se dan imágenes o diagramas junto al problema. Los estudiantes deben visualizar la situación usando su propia experiencia.*

- *El problema no puede resolverse en un solo paso reemplazando valores en una fórmula.*

Esta secuencia permite mostrar efectivamente a los estudiantes que existe la necesidad de resolverlos grupalmente y al mismo tiempo favorecen el desarrollo de otros tipos de conceptos, como lo son las habilidades o procesos. Específicamente, los PRC deben estimular la generalización, favorecer el trabajo y la discusión en equipos, motivar al estudiante, permitiendo que modele, comprenda la situación y pueda representarla gráficamente mediante el uso de diagramas, tablas, y bajo el reconocimiento de los *principios físicos* que se involucran. Desde luego que, generar todo esto en el alumno implica que el docente sea capaz de diseñar y construir este tipo de ejercicios. Para esto, Heller y Heller (1999) nos brindan estrategias para saber cómo crear un PRC:

En la página 57 de su libro plantean:

1. *Si es necesario, determine un contexto (objetos reales con movimientos e interacciones reales) para el ejercicio o problema del libro de texto. Es posible que desee utilizar un contexto desconocido para un problema de grupo muy difícil.*

2. *Decida sobre una motivación -- ¿Por qué alguien querría calcular algo en este contexto?*

3. *Determine si necesita modificar la variable objetivo para:*

- (a) *Hacer que el ejercicio sea un problema de más de un paso, o*

- (b) *Hacer que la variable objetivo se ajuste a su motivación.*

4. *Escriba el problema como una historia corta.*

5. *Decida la cantidad de características “difíciles” (características que hacen que el problema tenga mayor dificultad) que desea incluir, luego realice algo de lo siguiente:*

(a) *Piense en un contexto desconocido, o utilice un entorno o una variable objetivo atípica;*

(b) *Piense en diferente información que pueda suministrarse, de tal modo que se necesitarían dos enfoques (ej.: cinemática y fuerzas) para resolver el problema, en lugar de uno sólo (ej.: fuerzas), o para que se pueda tomar más de un enfoque;*

(c) *Escriba el problema sin que la variable objetivo este establecida explícitamente;*

(d) *Determine la información extra que desearía tener alguien en esta situación; u omita información de conocimiento común (ej.: la temperatura de ebullición del agua);*

(e) *Dependiendo del contexto, omita declaraciones explícitas de algunas idealizaciones del problema (ej.: cambie “cuerda sin masa” por “cuerda muy liviana”); o quite alguna información que los estudiantes puedan extraer con el análisis de la situación;*

(f) *Quite los números del problema y utilice únicamente los nombres de las variables;*

(g) *Piense en diferente información que podría dar, de modo que la solución del problema requiera usar componentes vectoriales, geometría/trigonometría para eliminar una incógnita, o cálculo.*

6. *Chequee el problema para asegurar que puede resolverse, que es físicamente correcto y matemáticamente razonable. Luego de escribir el problema, resuélvalo y utilice la estrategia de juicio para determinar su dificultad.*

Para establecer su dificultad es necesario entonces, leer el problema, realizar los diagramas correspondientes y determinar las ecuaciones de resolución necesarias. Luego puede ser rechazado si se trata de un problema de un único paso, si involucra mucho formulismo matemático con poco contenido científico, o bien si requiere de un conocimiento disciplinar muy específico. Se chequean las características que aumentan su dificultad, y se define el tiempo que requerirá su resolución. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se proponen estructuras de escritura como por ejemplo: estas en x lugar y necesitas hacer una actividad; estas mirando la televisión o leyendo una artículo y tu amigo te pregunta sobre x situación; estas cursando cierta asignatura en la escuela y el docente te pide que averigües sobre x conceptos.

- Laboratorios de resolución de problemas en grupos colaborativos: Los PRC presentados en el punto anterior, también pueden ser resueltos mediante la implementación de prácticas de laboratorio. Heller y Heller (1999) proponen la realización de experiencias para poder dar respuesta a un PRC.

Siendo el objetivo principal la ilustración y el apoyo a los temas aprendidos, la implementación de laboratorios de resolución de problemas, se resume en los pasos generales de todo proceso de aprendizaje activo (predicción, observación, contrastación). De manera simplificada para este caso:

- Lectura y/o presentación en forma grupal de una situación. Según el nivel se podrá optar por diversas formas de presentación (PRC, o en su reemplazo texto, imagen, cuadro).
- En forma individual y luego grupal, en los cursos superiores, o bien directamente grupal, se realiza la etapa de predicción y método. El docente registra en el pizarrón las ideas principales.
- Alcanzado el consenso de cómo se puede pensar el problema y las predicciones, se realiza la actividad de laboratorio, tomando registro de la manera más adecuada al curso donde se esté trabajando. Se corresponde con la etapa de observación y registro.
- Se comparan los resultados obtenidos con las predicciones realizadas, alcanzando conclusiones. Nuevamente esta etapa de análisis y conclusiones se puede llevar adelante según la edad de los estudiantes.
- Se procede a la redacción de un informe final grupal o individual si se trata de una práctica de laboratorio, o bien se pueden desarrollar actividades de análisis, consolidación y/o cierre.

Un formato ejemplo para la redacción de una guía de laboratorio basada en el Aprendizaje Activo, se presenta a continuación:

<u>GUÍA DE LABORATORIO BASADA EN EL APRENDIZAJE ACTIVO</u>
<u>TÍTULO:</u>
<u>PRC:</u> Situación problema
<u>PREDICCIÓN:</u> Preguntas previas sobre los temas a trabajar. Sirven de guía para el trabajo experimental.

<p><u>MÉTODO:</u> Guía de cómo realizar la práctica. Puede ser más estructurada paso a paso, o bien con preguntas que orienten al diseño de la experiencia. En cualquiera de los casos se puede anexar:</p> <p>Materiales: recursos a utilizar.</p> <p>Desarrollo Experimental: procedimiento a seguir.</p> <p><u>ANÁLISIS Y CONCLUSIONES:</u> Preguntas posteriores que orientan la lectura de los datos obtenidos y la recapitulación del PRC.</p> <p><u>SITUACIONES A RESOLVER:</u> Ejercicios de consolidación.</p>
--

Cuadro 1: Formato modelo para la elaboración de una guía de laboratorio basado en el Aprendizaje Activo

En esta estrategia, al igual que en todas las anteriores que involucran el trabajo con la metodología de Aprendizaje Activo, el docente actúa como facilitador participando en cada una de las etapas. Al inicio debe encargarse de diseñar y asignar el PRC o la situación de partida al grupo clase, chequear las predicciones, detectar errores conceptuales, y regular los tiempos. Durante la ejecución se requiere que esté atento interviniendo ante las necesidades de manejo del tiempo y la ejecución de la práctica por parte de cada grupo. Por último debe seleccionar un estudiante por grupo para realizar la puesta en común, permitiendo la discusión de resultados y marcando aquellas diferencias notorias con las predicciones iniciales.

- Física en tiempo real: esta propuesta desarrollada por Sokoloff, Thornton y Laws (2004), fue pensada para la física en particular. Sin embargo, es posible de ser implementada en cualquier disciplina experimental mediante la adaptación de las clases tradicionales como de aprendizaje activo, dado que implica el aprendizaje conceptual como de habilidades experimentales, siendo estas últimas específicamente del tipo computacionales. Se desarrolla con material de alto costo en grupos de 3

(tres) o 4 (cuatro) alumnos. Se utilizan como recursos didácticos el conflicto o los puentes cognitivos, siguiendo una lógica de ejecución dada por la predicción, la exploración experimental, la resolución de diferencias basadas en los resultados experimentales y la generalización (Benegas y Dima en Benegas et al., 2013). Su diseño implica: a) una hoja de preparación para el laboratorio, de realización previa e individual; es conveniente que se asigne un puntaje o que sea de carácter obligatorio para la realización posterior del laboratorio; b) la actividad de laboratorio en grupos colaborativos; c) las tareas o deberes, en las que el alumno debe responder preguntas o actividades de manera individual, a modo de aplicación; involucra el informe final de laboratorio.

- **Workshop Physics:** esta estrategia fue desarrollada por Laws (1997), pone énfasis en el aprendizaje conceptual mediante la tarea experimental. De allí que la totalidad de las actividades se desarrollan en el laboratorio. Específicamente, se implementan experiencias con sensores e interfaces analógicas. Se trabaja en grupos de dos o tres estudiantes con el requerimiento de lectura de información previa a la actividad y la resolución de PRC posteriormente a las prácticas de laboratorio.

En la Argentina, en las últimas décadas, se han conformado diversos grupos de trabajo focalizados en el Aprendizaje Activo, particularmente en el área de la Física. Trabajos de implementación de esta metodología en nivel medio y universitario exponen mejoras notorias en el proceder y la consolidación de los temas (Benegas y Villegas, 2006; Dima, 2007; Sokoloff et al., 2010; Benegas et al., 2011; Dima et al., 2011; Reynoso Savio et al., 2011; Reynoso Savio et al., 2012; Glusko et al., 2012; Reynoso Savio et al., 2013; Reynoso Savio et al., 2015; Glusko et al., 2015; Dima et al., 2015). Particularmente, la ejecución de la etapa

de predicción inicial, asegura que el estudiante contemple posibles errores y considere ciertas precauciones al momento de desarrollar una experiencia. Se observa, además, aumento del vocabulario específico; mayor nivel de argumentación, de lectura y de realización de gráficos; redacción amplia y clara de informes. En comparación con grupos que han desarrollado las mismas prácticas experimentales pero de manera tradicional, los alumnos demuestran haber adquirido mejores capacidades procedimentales, y presentan mayor predisposición y participación en las actividades mediante el trabajo colaborativo y autónomo.

Sin embargo, en el nivel de educación primaria, son escasas las prácticas que hacen alusión a este tipo de secuencias de trabajo y casi nulas las que mencionan el Aprendizaje Activo. Estudios exploratorios previos realizados en la provincia de La Pampa muestran que docentes de nivel primario no han oído respecto al Aprendizaje Activo, o si lo han sentido, desconocen el modo de implementarlo. Sin embargo, manifiestan llevar adelante prácticas experimentales con frecuencia media a baja. Si bien la motivación y el interés son generadores de tales dinámicas de abordaje de contenidos, la falta de espacio físico, de tiempo y la numerosidad de alumnos es un punto que desventaja su ejecución.

Cabe destacar que este resumen sobre Aprendizaje Activo fue empleado para la capacitación de docentes en esta metodología de trabajo.

5. MARCO METODOLÓGICO

Existen diversos artículos que sustentan la implementación de una metodología de investigación conocida como *Design Based Research (DBR)* (Confrey, 2006; Rinaudo y Donolo, 2010; Anderson y Shattuck, 2012; Plomp y Nieveen, 2013; Gibelli, 2014; Romero Ariza, 2014; Svihla, 2014; Zuiker y Whitaker, 2014; Balladares Burgos, 2018), traducida como *Investigación basada en el diseño*, simplemente *investigación de diseño*, o también denominada *investigación de desarrollo* (Van Der Akker, 1999). En palabras de Anderson y Shattuck (2012): *Es un método desarrollado para la realización de investigación educativa que se focaliza en el desarrollo y la evaluación, sistemática y multifacética, de intervenciones en el contexto educativo operativo*. Sus principales atributos: pragmatismo, fundamentación, flexibilidad, integración y contextualización (Wang y Hannafin, 2005). Según Confrey (2006), la palabra *diseño* refiere al diseño que se elabora, se implementa y se pone en juicio, con el objetivo de introducir nuevos temas, herramientas o modos de organización del proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta metodología genera aportes que contribuyen a dar sustento a modelos teóricos propuestos o a la creación de nuevos modelos. Se trata de un método de investigación relativamente nueva, donde el investigador interviene en un contexto de trabajo particular: *investigación in situ*.

Para la implementación de una DBR, autores como Bannan-Ritlan (2003) proponen: una revisión inicial de la literatura, el diseño de documentación, la evaluación dentro de un contexto local implementando y evaluando las consecuencias voluntarias e involuntarias de la intervención, y el análisis de la intervención en otros contextos.

Easterday, Lewis y Gerber (2014) aportan que la DBR se funda en el análisis del contexto y el diseño de la propuesta; su implementación, y su evaluación y rediseño. DiSessa y Cobbs

(2004), por su parte, complementando esta última etapa, aseguran que el diseño debe ser capaz de ser extrapolado y modificado para su uso efectivo en diversos contextos.

Por lo antes planteado, una DBR requiere de la exploración de problemas educativos significativos, a partir de los cuales se pueda definir una salida pedagógica y crear ambientes de aprendizaje; enfatiza en el contenido y lo pedagógico, atendiendo a las interacciones humanas y a las comunidades de aprendizaje; implica la utilización de métodos mixtos para la implementación y recolección de datos; e involucra la relación colaborativa entre el investigador y los practicantes (docentes de aula). Respecto a este último punto, siendo que el docente cotidianamente se encuentra afectado a diversidad de tareas, mientras que el investigador no siempre tiene el conocimiento respecto a la complejidad del sistema educativo, el trabajo en equipo potencia la investigación (Anderson y Shattuck, 2012). La posibilidad de que el investigador se haga cargo y forme parte del contexto de aprendizaje permite simultáneamente, realizar una observación participante, directa, estudiar variables que puedan irse modificando durante el recorrido de la investigación, anticiparse y comprender el modo en que los diferentes elementos o factores afectan el curso de los aprendizajes (Walker, 2006).

Numerosas publicaciones prueban la importancia que ha cobrado la implementación de la DBR en las últimas décadas (Barab y Squire, 2004; Wang y Hannafin, 2004; Wang y Hannafin, 2005; Anderson, 2005; Reeves, 2005; Juuti y Lavonen, 2006; Plomp y Nieveen, 2013b; Gibelli, 2014; Crosetti y Salinas Ibañez, 2016; Tesconi, 2017; Peña Martínez, 2017; Guisasola Aranzábal y Zuzo Elozegi, 2019; Guisasola, Zuza y Sagastibeltza, 2019). Esta metodología se ajusta a la necesidad de un enfoque metodológico estandarizado para la

investigación de secuencias de enseñanza y aprendizaje (Guisasola et al. 2019a, 2019b), propuestas que varían específicamente en cada contexto abordado.

La propuesta analizada a partir de la DBR por Gibelli (2014) por ejemplo, sustenta que el diseño de intervención resulta central, en tanto que permite reflexionar exclusivamente sobre la forma y la finalidad con que se incorpora cada recurso a cada contexto particular. Wang y Hannafin (2004), en su publicación sobre la aplicación de una DBR en entornos de aprendizaje mediados por la tecnología, también argumentan a su favor. Establece que las tareas de diseño e investigación en simultáneo se benefician mutuamente. Están integradas, percibiéndose como parte de un mismo proceso. Esto significa que la DBR abre oportunidades para el diseño y el desarrollo. Esto conlleva a la deconstrucción de la idea de que el investigador no debe contaminarse por influencias externas a la investigación, alcanzando propuestas innovadoras, capaces de generar mejores resultados (Barab y Kirshner, 2001).

Guisasola et al. (2019a, 2019b) particularmente, en sus dos propuestas, otorgan un fuerte peso a la DBR como metodología de investigación para el diseño e implementación de secuencias didácticas. Según Anderson y Shattuck (2012), la investigación sobre la implementación de secuencias de enseñanza y aprendizaje, pueden ser una valiosa forma de aportar conocimiento en materia de enseñanza. Esta perspectiva, sumada a la falta de un marco común de mejora de tales secuencias, refleja la oportunidad de utilizar la DBR como modo de abordar el proceso de diseño, implementación y evaluación de las mismas. El carácter iterativo de una DBR implica una evaluación y rediseño permanente, característica común en el desarrollo de cualquier planificación, y específicamente de una planificación áulica, donde cada docente debe adaptar el contenido y el modo de ser abordado, a un

contexto particular. Concretamente, Guisasola et al. (2019a, 2019b) muestran esta posibilidad de aplicación de la DBR, a partir de una evaluación permanente de las secuencias de enseñanza y aprendizaje, mediante herramientas de recolección de datos (diario del profesor, análisis de informes de alumnos, informes de evaluadores externos, cuestionarios, entre otros). Estos recursos permitieron, en su caso, reconocer dificultades meta cognitivas, de aprendizaje, de interpretación, de comprensión, y a partir de allí, se realizaron las modificaciones correspondientes.

Los ejemplos antes expuestos, dan cuenta del beneficio que trae la aplicación de la DBR para diseñar, evaluar y producir material didáctico. Ahora bien, cabe preguntarse: ¿existe compatibilidad entre la metodología de trabajo basada en el Aprendizaje Activo y su posible investigación a partir de una DBR?

Si bien no hay propuestas específicas que demuestren el estrecho vínculo entre ambas, los estudios antes mencionados (Barab y Squire, 2004; Wang y Hannafin, 2004; Wang y Hannafin, 2005; Anderson, 2005; Reeves, 2005; Juuti y Lavonen, 2006; Plomp y Nieveen, 2013b; Gibelli, 2014; Crosetti y Salinas Ibañez, 2016; Tesconi, 2017; Peña Martínez, 2017; Guisasola et al., 2019a, 2019b) comparten características que mueven a promover esta propuesta. El desarrollo de una estrategia de trabajo basada en el aprendizaje activo, como por ejemplo los tutoriales, se constituye en sí misma como una secuencia de enseñanza y aprendizaje, para las cuales existen evidencias de que pueden ser estudiadas a partir de una DBR (Guisasola et al., 2019a, 2019b). La DBR se implementa para el diseño de estrategias de enseñanzas de habilidades que generen aprendizajes más profundos y autónomos (Tesconi, 2017), lo cual coincide con el propósito de un proceso de enseñanza y aprendizaje basado en

el Aprendizaje Activo. Mediante una DBR, cada docente es capaz de diseñar espacios donde se pueda estudiar, investigar, analizar, pero donde el alumno sea capaz de hacerse partícipe activo de la construcción de su propio conocimiento. Por último, la particularidad iterativa de la DBR, permite trabajar con fases secuenciales, donde el producto de cada fase es el resultado de la suma de las fases anteriores y las mejoras propuestas. Esto se constituye, no sólo en un buen marco promotor de aprendizaje de los alumnos, sino también en un entorno de aprendizaje para la formación docente en aprendizaje activo, dos cuestiones que buscamos promover en este trabajo.

6. CORPUS TEXTUAL: “PRODUCCIÓN DE SECUENCIAS DIDÁCTICAS Y MATERIAL DE LABORATORIO PARA EL NIVEL PRIMARIO, BASADO EN EL APRENDIZAJE ACTIVO DE LAS CIENCIAS NATURALES”.

6.1. Planificación y muestras.

La producción de secuencias didácticas y material de laboratorio basado en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales se implementó entonces mediante una DBR. Su diseño y desarrollo se llevó adelante a partir de una secuencia lógica de trabajo. Inicialmente se procedió con la búsqueda bibliográfica en simultáneo con la realización de una encuesta virtual o presencial a docentes de diversas localidades de la provincia de La Pampa, Argentina. Se consultó específicamente, sobre el manejo de actividades experimentales en las aulas de nivel primario, particularmente sobre el diseño de las mismas, a partir del Aprendizaje Activo de las Ciencias. Luego, se realizó una revisión de los materiales curriculares de Ciencias Naturales, para la Educación Primaria de la provincia de La Pampa, nivel en el que se llevaría adelante la investigación.

Por último, se seleccionó la escuela y los cursos en donde implementar los dispositivos diseñados. Se realizaron las propuestas, siendo sometidas a escrutinio durante la investigación.

La etapa de validación e implementación, se llevó adelante con una muestra de docentes y alumnos, de la Escuela Primaria N° 218, “República del Ecuador”, de la localidad de Santa Rosa, La Pampa, Argentina. Para la elección de esta institución se realizó una primera comunicación con docentes del nivel interesados en participar, quienes hicieron el contacto con la dirección de cada establecimiento educativo. El trabajo en particular en esta escuela estuvo determinado por la aceptación desde la parte directiva y docente a colaborar en esta

experiencia de trabajo. Por razones de disponibilidad y posibilidad de concretar franjas horarias de trabajo en conjunto con docentes del área de Ciencias Naturales, se desarrolló sólo en el turno mañana. A continuación, en reuniones con cada uno de ellos, y mediante el análisis de los contenidos curriculares jurisdiccionales, se seleccionaron los temas a trabajar, considerando aquellas unidades que aún no se habían dado, o los contenidos en que los docentes manifestaron tener mayor dificultad. Se inició a los docentes en la modalidad de trabajo basada en el aprendizaje activo de las ciencias en encuentros presenciales y con un complemento en formato escrito. Se elaboraron los instrumentos de recolección de datos y se diseñaron las guías de trabajo con instructivos para el docente y el alumno. Luego se procedió a su etapa de implementación, validación, evaluación y análisis.

En este trabajo final de tesis de maestría, se presentan dos de las secuencias desarrolladas, que por el interés docente y la falta de antecedentes, llevó a una mayor profundización de los ejes abordados. En consecuencia, las muestras quedaron constituidas de la siguiente manera:

- Dos divisiones de 2º grado, primer ciclo, turno mañana, ciclo lectivo 2017 (25 y 26 alumnos).
- Dos divisiones de 2º grado, primer ciclo, turno mañana, ciclo lectivo 2018 (25 alumnos cada una).
- Dos divisiones de 5º grado, segundo ciclo, turno mañana, ciclo lectivo 2017 (27 y 28 alumnos cada una).

El diagnóstico institucional realizado durante ambos ciclos lectivos, sumado a la información brindada por el cuerpo docente, permitió reconocer que los rasgos más salientes de la matrícula escolar son:

- Nivel socioeconómico medio.

- Los alumnos que concurren al establecimiento lo hacen desde múltiples y variados sectores de la ciudad, habiendo seleccionado la escuela por diversos motivos: características de la institución, turno, hijos de docentes, entre otros.
- Los valores de la distribución porcentual de la matrícula por año muestran un índice de asistencia alto y una baja deserción escolar. La cantidad de alumnos por curso es de entre 25 y 30 alumnos, dificultando el trabajo individual en el caso de tareas experimentales.
- Existe heterogeneidad en el estado inicial de conocimiento de los alumnos y sus dificultades para apropiarse de saberes y hábitos relacionales. Esto se representa, por mencionar un ejemplo concreto observado, en segundo año, parte de la clase hace un uso adecuado de la letra cursiva, mientras que el resto reconoce únicamente la imprenta mayúscula.

Siendo estas características determinantes en la labor educativa, todas las estrategias realizadas por el cuerpo directivo y docente de la escuela se desarrollan con el propósito de: garantizar el aprendizaje de saberes y favorecer la contención socio-afectiva de los alumnos.

6.2. Instrumentos utilizados para la toma de datos.

Tratándose de una DBR, para el análisis y validación de las secuencias didácticas y las guías de laboratorio propuestas, como para el análisis de la evolución de los alumnos, se tomaron datos considerando los siguientes instrumentos de recolección:

I. Encuestas docentes: Si bien los datos resultantes son de carácter cualitativo, la lectura de los mismos se realizó desde una doble perspectiva (Yuni y Urbano, 2006). Por un lado se redujeron los datos a códigos numéricos, con el uso de porcentajes. Desde otro punto, se procedió a un análisis de lo narrado por cada docente, con el fin de obtener información lo más completa posible.

II. Observaciones participantes durante la implementación de las actividades de laboratorio: Continuando con la lógica de trabajo de la DBR, para las observaciones se mantuvo la relación colaborativa entre el investigador y el docente de aula. Durante el proceso de implementación de los materiales diseñados, el investigador participó de las clases registrando aquellas cuestiones o puntos a considerar.

III. Producciones de los alumnos y/o conclusiones docentes: Al finalizar cada clase se tomaron registros fotográficos de las producciones de los alumnos. Además, se registraron conclusiones de los docentes, respecto a puntos a modificar o a tener en cuenta en una futura implementación.

6.3. Análisis y resultados de encuestas docentes

Siendo la propuesta tendiente a generar otras herramientas que promovieran el trabajo en Ciencias Naturales desde el Aprendizaje Activo, se diseñó una encuesta exploratoria con el objetivo de conocer más sobre la actitud docente hacia el trabajo experimental.

La misma se presentó en formato escrito y virtual, dando la posibilidad de ser completada por docentes de nivel primario de la provincia de La Pampa, de manera presencial o virtual. La encuesta consistió en un total de siete preguntas con opciones múltiples o de respuesta corta (**Cuadro 2**).

Si bien se difundió la encuesta en distintos establecimientos educativos provinciales, ésta fue respondida únicamente por once docentes (diez de 1° a 6° grado y un docente de apoyo) de seis escuelas diferentes. Entre ellas: una institución privada de la capital y cinco públicas (tres de Santa Rosa y dos del interior). Los resultados finales de la encuesta se presentan en el **Cuadro 3**.

Encuesta inicial: Docentes de Ciencias Naturales

1. ¿En qué curso de Nivel Primario se desempeña como docente de Ciencias Naturales?

- 1° 2° 3° 4° 5° 6° Otro _____

2. ¿Con qué frecuencias utiliza el espacio de laboratorio?

- Siempre Frecuentemente A veces Muy poco Nunca

3. ¿Realiza actividades de laboratorio o mostrativas durante el dictado de sus clases en el aula?

- Siempre Frecuentemente A veces Muy poco Nunca

4. Si realiza actividades con estas características, ¿qué lo incentiva?

- Motivación Interés personal Curiosidad Compromiso con su tarea
 Programas institucionales Otro _____

5. Si no realiza actividades de este tipo ¿cuáles son las causas que se lo impiden?

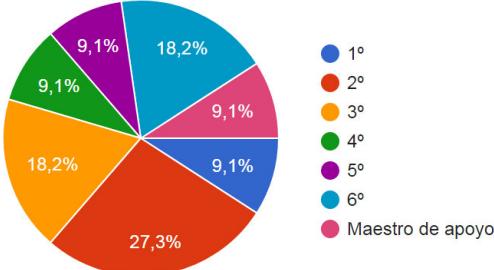
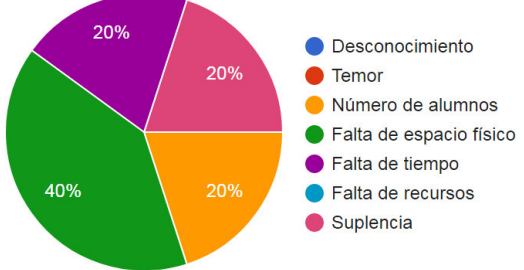
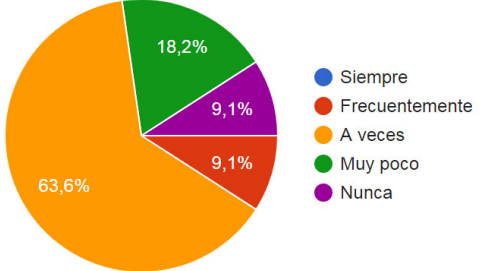
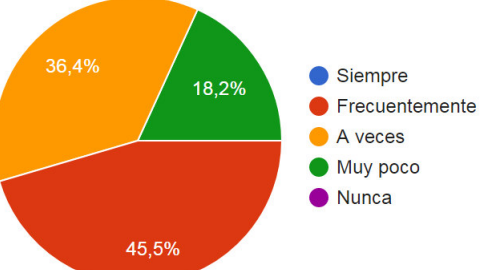
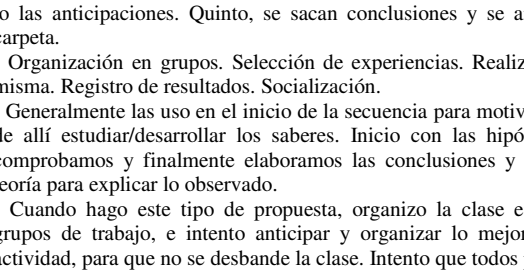
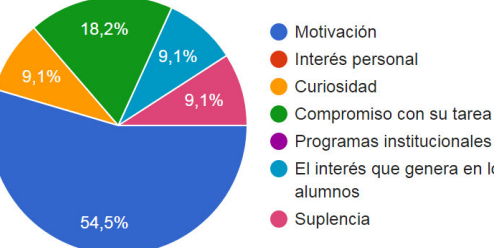
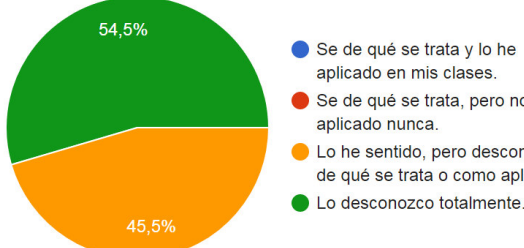
- Desconocimiento Temor Número de alumnos
 Falta de espacio física Falta de tiempo Falta de recursos
 Otro _____

6. Explique en pocas palabras el modo en que desarrolla/desarrollaría prácticas de carácter experimental.

7. ¿Tiene conocimiento sobre el desarrollo de prácticas experimentales basadas en el Aprendizaje Activo?

- Sé de qué se trata y lo he aplicado en mis clases.
 Sé de qué se trata, pero no lo he aplicado nunca.
 Lo he sentido, pero desconozco de qué se trata o como aplicarlo.
 Lo desconozco totalmente.
 Otro _____

Cuadro 2: Encuesta docente

<p>1. ¿En qué curso de Nivel Primario se desempeña como docente de Ciencias Naturales?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Curso</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1º</td> <td>9,1%</td> </tr> <tr> <td>2º</td> <td>27,3%</td> </tr> <tr> <td>3º</td> <td>18,2%</td> </tr> <tr> <td>4º</td> <td>9,1%</td> </tr> <tr> <td>5º</td> <td>9,1%</td> </tr> <tr> <td>6º</td> <td>18,2%</td> </tr> <tr> <td>Maestro de apoyo</td> <td>9,1%</td> </tr> </tbody> </table>	Curso	Porcentaje	1º	9,1%	2º	27,3%	3º	18,2%	4º	9,1%	5º	9,1%	6º	18,2%	Maestro de apoyo	9,1%	<p>5. Si no realiza actividades de este tipo ¿cuáles son las causas que se lo impiden?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Causa</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Desconocimiento</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Temor</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Número de alumnos</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Falta de espacio físico</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Falta de tiempo</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Falta de recursos</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Suplencia</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>	Causa	Porcentaje	Desconocimiento	20%	Temor	20%	Número de alumnos	20%	Falta de espacio físico	40%	Falta de tiempo	20%	Falta de recursos	20%	Suplencia	20%
Curso	Porcentaje																																
1º	9,1%																																
2º	27,3%																																
3º	18,2%																																
4º	9,1%																																
5º	9,1%																																
6º	18,2%																																
Maestro de apoyo	9,1%																																
Causa	Porcentaje																																
Desconocimiento	20%																																
Temor	20%																																
Número de alumnos	20%																																
Falta de espacio físico	40%																																
Falta de tiempo	20%																																
Falta de recursos	20%																																
Suplencia	20%																																
<p>2. ¿Con qué frecuencias utiliza el espacio de laboratorio?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frecuencia</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Siempre</td> <td>9,1%</td> </tr> <tr> <td>Frecuentemente</td> <td>9,1%</td> </tr> <tr> <td>A veces</td> <td>63,6%</td> </tr> <tr> <td>Muy poco</td> <td>18,2%</td> </tr> <tr> <td>Nunca</td> <td>9,1%</td> </tr> </tbody> </table>	Frecuencia	Porcentaje	Siempre	9,1%	Frecuentemente	9,1%	A veces	63,6%	Muy poco	18,2%	Nunca	9,1%	<p>6. Explique en pocas palabras el modo en que desarrolla/desarrollaría prácticas de carácter experimental.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicaciones con materiales para explicar el cuerpo humano y su funcionamiento. - Haciendo que los alumnos realicen las experiencias tomen registro de lo sucedido para luego comparar - Teniendo en cuenta que las experiencias directas son más significativas para los niños, a partir de la observación y exploración. - En general el uso del laboratorio se hace posible cuando las experiencias son más concretas. Es decir que si la situación requiere de algunos instrumentos más precisos. - Preparación previa de los materiales a utilizar para desarrollar la experiencia. Partir de una situación problema acorde al tema/grupo: proponer la realización de la experiencia para observar, indagar, describir y al finalizar una puesta en común, socializando lo experimentado y realizar una escritura colectiva de una reflexión con el docente. - Para realizar estas prácticas primero se cuenta lo que se va a hacer y se les pide que anticipen lo que ocurrirá. Segundo se realiza la experiencia (antes se muestran los materiales a usar). Tercero, se registra lo hecho en palabras o dibujos. Cuarto, se charla sobre lo que ocurrió. Comparamos lo las anticipaciones. Quinto, se sacan conclusiones y se anotan en la carpeta. - Organización en grupos. Selección de experiencias. Realización de la misma. Registro de resultados. Socialización. - Generalmente las uso en el inicio de la secuencia para motivar y a partir de allí estudiar/desarrollar los saberes. Inicio con las hipótesis, luego comprobamos y finalmente elaboramos las conclusiones y vamos a la teoría para explicar lo observado. - Cuando hago este tipo de propuesta, organizo la clase en pequeños grupos de trabajo, e intento anticipar y organizar lo mejor posible la actividad, para que no se desbande la clase. Intento que todos participen y aporten a los diferentes grupos de trabajo, interviniendo cuando es necesario. - Generalmente, uso el aula como laboratorio. Se presenta a los alumnos lo que se va a hacer, luego se realiza el experimento y se registran los resultados. Por último se sacan conclusiones entre todo el grupo en el pizarrón, y se registran en los cuadernos de cada uno. - Las pequeñas actividades que se hacen, son del tipo motivadoras, por lo que se muestra a los alumnos una experiencia que será el punto de partida para un tema. 																				
Frecuencia	Porcentaje																																
Siempre	9,1%																																
Frecuentemente	9,1%																																
A veces	63,6%																																
Muy poco	18,2%																																
Nunca	9,1%																																
<p>3. ¿Realiza actividades de laboratorio o mostrativas durante el dictado de sus clases en el aula?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frecuencia</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Siempre</td> <td>18,2%</td> </tr> <tr> <td>Frecuentemente</td> <td>45,5%</td> </tr> <tr> <td>A veces</td> <td>36,4%</td> </tr> <tr> <td>Muy poco</td> <td>9,1%</td> </tr> <tr> <td>Nunca</td> <td>9,1%</td> </tr> </tbody> </table>	Frecuencia	Porcentaje	Siempre	18,2%	Frecuentemente	45,5%	A veces	36,4%	Muy poco	9,1%	Nunca	9,1%	<p>7. ¿Tiene conocimiento sobre el desarrollo de prácticas experimentales basadas en el Aprendizaje Activo?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Conocimiento</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se de qué se trata y lo he aplicado en mis clases.</td> <td>45,5%</td> </tr> <tr> <td>Se de qué se trata, pero no lo he aplicado nunca.</td> <td>54,5%</td> </tr> <tr> <td>Lo he sentido, pero desconozco de qué se trata o como aplicarlo.</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Lo desconozco totalmente.</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Conocimiento	Porcentaje	Se de qué se trata y lo he aplicado en mis clases.	45,5%	Se de qué se trata, pero no lo he aplicado nunca.	54,5%	Lo he sentido, pero desconozco de qué se trata o como aplicarlo.	0%	Lo desconozco totalmente.	0%										
Frecuencia	Porcentaje																																
Siempre	18,2%																																
Frecuentemente	45,5%																																
A veces	36,4%																																
Muy poco	9,1%																																
Nunca	9,1%																																
Conocimiento	Porcentaje																																
Se de qué se trata y lo he aplicado en mis clases.	45,5%																																
Se de qué se trata, pero no lo he aplicado nunca.	54,5%																																
Lo he sentido, pero desconozco de qué se trata o como aplicarlo.	0%																																
Lo desconozco totalmente.	0%																																
<p>4. Si realiza actividades con estas características, ¿qué lo incentiva?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Incentivo</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Motivación</td> <td>54,5%</td> </tr> <tr> <td>Interés personal</td> <td>9,1%</td> </tr> <tr> <td>Curiosidad</td> <td>9,1%</td> </tr> <tr> <td>Compromiso con su tarea</td> <td>18,2%</td> </tr> <tr> <td>Programas institucionales</td> <td>9,1%</td> </tr> <tr> <td>El interés que genera en los alumnos</td> <td>9,1%</td> </tr> <tr> <td>Suplencia</td> <td>9,1%</td> </tr> </tbody> </table>	Incentivo	Porcentaje	Motivación	54,5%	Interés personal	9,1%	Curiosidad	9,1%	Compromiso con su tarea	18,2%	Programas institucionales	9,1%	El interés que genera en los alumnos	9,1%	Suplencia	9,1%	<p>7. ¿Tiene conocimiento sobre el desarrollo de prácticas experimentales basadas en el Aprendizaje Activo?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Conocimiento</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se de qué se trata y lo he aplicado en mis clases.</td> <td>45,5%</td> </tr> <tr> <td>Se de qué se trata, pero no lo he aplicado nunca.</td> <td>54,5%</td> </tr> <tr> <td>Lo he sentido, pero desconozco de qué se trata o como aplicarlo.</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Lo desconozco totalmente.</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Conocimiento	Porcentaje	Se de qué se trata y lo he aplicado en mis clases.	45,5%	Se de qué se trata, pero no lo he aplicado nunca.	54,5%	Lo he sentido, pero desconozco de qué se trata o como aplicarlo.	0%	Lo desconozco totalmente.	0%						
Incentivo	Porcentaje																																
Motivación	54,5%																																
Interés personal	9,1%																																
Curiosidad	9,1%																																
Compromiso con su tarea	18,2%																																
Programas institucionales	9,1%																																
El interés que genera en los alumnos	9,1%																																
Suplencia	9,1%																																
Conocimiento	Porcentaje																																
Se de qué se trata y lo he aplicado en mis clases.	45,5%																																
Se de qué se trata, pero no lo he aplicado nunca.	54,5%																																
Lo he sentido, pero desconozco de qué se trata o como aplicarlo.	0%																																
Lo desconozco totalmente.	0%																																

Cuadro 3: Resultados de encuestas docentes

Del total de encuestados, un 63,3% manifiesta utilizar a veces el laboratorio. Del porcentaje restante, un 18,2 % usa el laboratorio de manera frecuente, un 9,1% muy poco y otro 9,1% aclara nunca usarlo. En cuanto a la realización de actividades experimentales o de laboratorio en el aula, todos aseguran haberlas implementado con mayor o menor frecuencia, siendo el principal disparador la motivación (54,5%). A esto, se suman condicionantes como el compromiso con la tarea docente, la curiosidad y el interés que genera en los alumnos. Sólo uno de los entrevistados pone como incentivo la palabra *suplencia*. Se puede interpretar que ha realizado este tipo de prácticas condicionado por tareas ya estipuladas por el docente titular de la asignatura.

Cinco de los encuestados, cuya falta de desarrollo de actividades experimentales es muy poca o nula, consideran que se debe a la falta de espacio físico o tiempos. Uno de ellos asegura como impedimento la numerosidad de alumnos, y un último docente adiciona nuevamente la palabra *suplencia*. Se podría considerar que la posibilidad de una *suplencia* corta imposibilita el diseño y realización de una actividad experimental bien organizada. Sin embargo, es el mismo docente quien contestó que lo que incentiva la realización de este tipo de tareas, tanto como lo que se la impide es la *suplencia*. Por ese motivo, estas dos respuestas específicamente no deben ser consideradas como significativas.

En la *pregunta 6*, se solicitó a los docentes que expliquen en pocas palabras el desarrollo de una práctica habitual de clases, o bien, de no realizar este tipo de actividades se pidió que pensarán como imaginan su implementación futura. Si bien luego, en la pregunta siguiente, todos responden que no conocen de qué se trata el Aprendizaje Activo, o simplemente lo han sentido nombrar, en muchos se visualizan características propias del empleo de este tipo de metodología. Siete de los encuestados mantiene un orden en la implementación de la práctica: se reconoce qué es lo que se va a hacer, se preparan los materiales, existen situaciones

problema o disparadoras, se realiza la experiencia, se extraen conclusiones. En un caso se menciona la socialización. Dos del total aseguran utilizar la práctica como actividad motivadora. Otros la usan de manera mostrativa y apuntan a la observación. Hay que tener en cuenta que la profundidad con que se destaca cada respuesta, está enteramente relacionada con el nivel en que se desenvuelve cada docente. Docentes de cursos superiores muestran mayor detalle en la etapa experimental.

Con este primer análisis sencillo, se logra reconocer que los docentes tienen conocimiento sobre la importancia de realizar tareas experimentales, y que, a pesar de las dificultades o impedimentos que surgen, en mayor o menor medida utilizan como recurso las clases experimentales. Además, la capacidad con que se interesan por encontrar una lógica en la implementación, nos lleva a pensar que una guía estructurada bajo las características del Aprendizaje Activo, promoverá un mejor desarrollo de este tipo de tareas, fortaleciendo la tarea docente y favoreciendo el aprendizaje de los alumnos.

6.4. Análisis y Validación de un Trabajo Práctico de Laboratorio para 5º grado del Nivel primario, basado en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales: *Adaptaciones en Ambientes Acuáticos.*

Analizando los materiales curriculares jurisdiccionales establecidos por el Ministerio de Cultura y Educación del Gobierno de la provincia de La Pampa (2015), para 5º grado del nivel primario, uno de los ejes constitutivos es: *La vida, diversidad, unidad, interacciones y cambios*. De modo resumido, este eje especifica el estudio de dos grandes temas: a) el ambiente acuático, diversidad de especies, sus relaciones, adaptaciones, efectos de la acción humana e importancia de su preservación, b) el organismo humano como sistema abierto e integrado, funciones de nutrición, importancia de la alimentación en la salud.

En esta sección, se presenta el diseño y análisis de una guía de trabajo de laboratorio, basada en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales. Se trata particularmente de un laboratorio de resolución de problemas en grupos colaborativos, titulado *Adaptaciones en ambientes acuáticos*. Citando los materiales curriculares antes mencionados, la guía se enmarca en: *La descripción y comparación de diferentes ambientes acuáticos para identificar sus semejanzas y diferencias en cuanto a: sus variables físicas, como luz, turbidez, temperatura o presión; los seres vivos que los habitan; las relaciones entre sus distintos componentes y algunas características adaptativas*. Esto supone:

- *Identificar las restricciones (factores limitantes) en cada uno de esos ambientes [...] y relacionarlas con las características que posibilitan la supervivencia en un determinado ambiente, para ampliar la noción de adaptación.*
- *Reconocer las influencias mutuas entre las necesidades básicas de un organismo y los componentes del ambiente, e identificar algunas regularidades en la organización de los organismos del ambiente acuático, por ejemplo, en relación con el desplazamiento y el sostén.*
- *Profundizar la noción de adaptación, a partir de reconocer algunas características de los organismos.*

6.4.1. Diseño

La guía de laboratorio, sobre adaptaciones se estructuró como punto de cierre de toda la unidad. El docente inicialmente trabajó la diversidad de características de los ambientes acuáticos y la variedad de seres vivos presentes en ellos, diferenciando entre especies de agua dulce o salada. Implementó distintas estrategias de trabajo, actividades y recursos. Entre estos, se utilizó la película animada *Buscando a Dory* (Walt Disney y Pixar, 2016) como

punto de partida, el posterior análisis de imágenes de ambientes acuáticos y el armado de maquetas con diferentes seres vivos que habitan los mares, ríos, lagos y lagunas. Finalizada esta etapa, se procedió a la realización de la práctica de laboratorio sobre adaptaciones en ambientes acuáticos, objeto de diseño y análisis de esta tesis de maestría.

En Fernández González, Elortegui Escartín, Moreno Jiménez y Rodríguez García (1999) se argumenta que, durante el armado y diseño de una secuencia, es de mucha importancia generar material escrito concreto, destinado a los diversos actores que participan del proceso de enseñanza y aprendizaje. Sánchez Blanco y Valcárcel Pérez (1993) hablan de generar un programa guía, destinado al educador, y una hoja de trabajo, destinado al alumno. El primero, con mayor nivel de detalle, explicando cada etapa de la clase, secuenciación de contenidos, organización de tiempos y espacios, y estrategias. El segundo, enfocado en las actividades que darán lugar al aprendizaje y el logro de los objetivos. Bajo esta mirada, se proyectó la propuesta de laboratorio mediante el diseño de una guía docente para el Trabajo de Laboratorio *Adaptaciones en Ambientes Acuáticos*, en conjunto con un apunte bibliográfico titulado *Adaptaciones, el caso de la vejiga natatoria* (**Apéndice A**) y una guía para el alumno del trabajo de laboratorio y su correspondiente planilla de escritura de informes de laboratorio (**Apéndice B**).

6.4.1.1. Programa guía: Recursos para el docente.

La guía de laboratorio sobre adaptaciones destinada al docente presenta una mayor cantidad de detalles. Recordemos que en el marco del Aprendizaje Activo, el educador actúa como guía en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Previendo que el docente debe entonces, tener conocimiento sobre los materiales que se han de utilizar, cuáles son los momentos

oportunos para hacer aclaraciones o mediar en el análisis de situaciones, esta guía facilita la secuenciación y distribuye oportunamente los instantes de intervención.

Aquí, se detallan contenidos y objetivos según los materiales curriculares establecidos, y se explicitan una a una las actividades que deben irse desarrollando. La guía se inicia mediante un problema rico en contexto:

“Estás mirando un documental sobre la vida en el agua y sus especies. Entre ellas muestran dos tipos de peces que difieren notablemente por sus características. El primero una Vieja del Agua, y el segundo una Castañeta Rayada o más conocida como chanchita de agua dulce. Vos estás un poco distraído con el celular, pero tu hermanito te pregunta por qué uno de los peces sólo se mueve por el fondo, mientras que el otro se desplaza por toda el agua. ¿Qué le responderías a tu hermano?”

Este disparador puede ser parcialmente analizado por los alumnos, dando lugar al reconocimiento de algunas de las características ya estudiadas para los ambientes acuáticos. Para profundizar, y previo a una etapa formal de predicciones, los estudiantes deben mirar dos cortometrajes sobre especies acuáticas: la vieja de agua y la castañeta rayada. Los videos, de entre uno y dos minutos cada uno, pertenecen a la serie de televisión documental de Vida Silvestre *Buscaespecies Latinoamérica*, realizada en coproducción por productoras de Uruguay y Argentina (2015).

Es conveniente que, durante la observación, el docente remarque la necesidad de registrar la información que brindan los videos, de modo que la etapa de predicciones se realice, posteriormente, de manera más comprometida.

A partir del problema rico en contexto, los conocimientos previos y lo observado en los videos, se pedirá a los alumnos que analicen: cómo es el comportamiento de cada especie, cómo se desplazan, y cuáles son las características que le permiten tal movilidad y equilibrio en el medio donde habitan. Si bien es posible reconocer ciertas relaciones, es probable que los alumnos desconozcan la existencia y el funcionamiento de la vejiga natatoria que poseen algunos peces, órgano que da estabilidad y permite la permanencia y el nado a un mismo nivel de profundidad. Con el objetivo de llegar a su conocimiento y funcionalidad, el docente propone la realización de una experiencia de laboratorio, entregando los elementos necesarios. Es imprescindible que los alumnos cuenten con el material de forma individual, o más beneficioso, que trabajen en pequeños grupos de no más de cuatro. Se recuerda que en la metodología de trabajo en grupos cooperativos basada en el Aprendizaje Activo, el intercambio de propuestas y discusiones finales cobra sentido y favorece el aprendizaje. Se procede entonces a la realización de la práctica propiamente dicha: la fabricación de un ludió, buzo o diablillo de Descartes. Se trata de un dispositivo formado por un palillo hueco con un peso en uno de sus extremos, el cual estará abierto, mientras que el otro extremo permanecerá tapado. Este dispositivo debe ser capaz de flotar en una botella llena de agua. Al presionar la botella suavemente, el líquido ingresará al palillo modificando su densidad y haciendo que baje, mientras que al dejar de presionar, el líquido saldrá, disminuyendo su densidad y logrando que suba nuevamente. En consecuencia el palillo, que simboliza el pez de la experiencia, sube o baja debido a un cambio en su densidad. En la experiencia, este cambio se debe a una modificación en la masa. Mediante las preguntas de observación, se debe ir guiando el análisis y luego comparar el funcionamiento del ludió con el movimiento de los peces. Es, entonces, tarea del docente, propiciar el reconocimiento del comportamiento que presenta cada uno de los peces estudiados. Tal comportamiento se detalla en el apunte

bibliográfico complementario, diseñado específicamente para uso del docente. En el caso de la castañeta rayada, debe tener *algo* en su cuerpo que se comporte de manera parecida al ludió. Se inicia así el reconocimiento de la existencia de la vejiga natatoria y su funcionalidad. Se debe remarcar, que la vejiga natatoria permite un cambio en la densidad como consecuencia de la modificación del volumen y no de la masa como ocurre en el diablillo de Descartes. Queda a disposición del docente la dinámica de trabajo para la realización de las preguntas. Pueden pedirse inicialmente, las respuestas en grupos pequeños y luego el análisis oral entre todo el curso, o viceversa. Eso dependerá de las características del grupo general, las condiciones y espacios donde se esté trabajando y la posibilidad que tenga el docente de ir guiando a los estudiantes durante el armado del ludió. Tengamos en cuenta que la numerosidad de alumnos puede ser un factor relevante que condicione el modo de implementación de esta estrategia. Es de importancia que el docente focalice la atención tanto en el funcionamiento de la vejiga natatoria, como en la característica adaptativa que supone este órgano. Se da inicio a la construcción de la idea de adaptación, para luego alcanzar el concepto. Simultáneamente, se propone la comparación con características adaptativas de otros organismos. En los ejemplos vistos se puede citar la boca en forma de ventosa de la vieja de agua.

A continuación, se pide a los alumnos que completen una sección de conclusiones, favoreciendo el cierre del debate grupal mediante un consenso general. Además, se hace alusión a otra especie, en este caso vegetal, con características muy distintas a las vistas, a modo de consolidar y aplicar lo trabajado a otras situaciones. Puede el docente, optar de manera personal, por otros ejemplos característicos del ambiente que rodea la localidad donde se esté implementando la actividad.

En toda esta etapa el docente debe tomar precauciones sobre el uso de las palabras. Se deben emplear con mucho cuidado los conceptos de peso, masa, volumen, densidad y adaptación, intentando no generar ambigüedades en los significados de cada término.

Por último, se entrega a los alumnos una ficha de trabajo. Esta contiene un formato de escritura a ser completado individualmente o por grupo. El propósito es recapitular lo trabajado. Nuevamente, el desarrollo de esta última etapa queda a criterio del docente. Según el nivel de desempeño de los alumnos puede que se pida el informe final como una actividad a trabajar en clase o de tarea, grupal o individual. Puede ocurrir que los alumnos no estén acostumbrados al formato solicitado, o bien que nunca hayan escrito un informe. Si este es el caso, requerirá de un aprendizaje, pudiendo el docente hacerlo de manera conjunta en el pizarrón, para que luego cada alumno registre en su hoja. Esta guía es de formato general posibilitando su implementación en la redacción de informes anteriores o futuros.

El formato de comunicación planteado pretende propiciar, desde los primeros años de la educación, la incorporación de modos de trabajo propios del quehacer científico. Por ejemplo: la predicción, la observación, el debate, la argumentación, el registro y análisis, la escritura y comunicación.

6.4.1.2. Hoja de trabajo: Material para el alumno

Previendo que la actividad está diseñada para alumnos de quinto grado, de aproximadamente *diez* años de edad, el material de trabajo debe ser ameno, atractivo y fácil de leer. Inicialmente, teniendo como base trabajos anteriores sobre aprendizaje activo en nivel secundario y universitario, la guía se diseñó con un formato similar a los ya empleados en tales niveles. Tratándose entonces de una guía extensa y sin imágenes, se observó la posibilidad de hacerla más amigable al contexto de aplicación. Para ello, se pensó en

estructurar la guía en fichas. El docente debe ir entregando cada una de las partes, paulatinamente con el desarrollo de la experiencia. Simultáneamente, esto permite que los alumnos no se vean influenciados por lo que continúa, sino que vayan haciendo el recorrido que requiere la guía de aprendizaje activo. Esto es: a) observar, analizar un fenómeno y predecir desde lo que se conoce, b) observar mediante la experimentación, y c) contrastar las ideas iniciales con los resultados obtenidos.

Para la escritura del informe final, se tuvieron en cuenta los mismos recaudos: se delineó una planilla para completar, especificando en cada sección mediante una pregunta, qué información se debe poner. Por ejemplo, en *Materiales*, se cuestiona sobre los elementos usados para la experiencia, o en *Resultados*, se consulta sobre qué se observó. Dichas palabras mantienen un nexo con las fichas de trabajo empleadas durante la práctica, de modo que el alumno vaya haciendo conexiones entre el desarrollo mismo de la experiencia y la secuencia de escritura.

6.4.2. Análisis de observaciones participantes.

La guía de laboratorio *Adaptaciones en Ambientes Acuáticos* se creó en base a la secuencia del docente y se puso a prueba en las dos divisiones muestra (pertenecientes a quinto grado de la escuela N° 218). Se implementó dando la posibilidad de poner en cuestión el diseño y la metodología de trabajo propuesta. Se llevó adelante según la lógica mencionada en el punto 6.4.1.1. La práctica fue dirigida por el docente de grado y un colaborador (responsable de esta tesis de maestría), quien actuó como observador participante. El maestro optó por ir dando las fichas a los alumnos de manera parcial. Por características institucionales y disponibilidad de recursos la secuencia se desarrolló en varias clases con cambios de espacios. Las dos primeras se realizaron de manera consecutiva, con una duración

aproximada de *dos horas*, fraccionadas por un recreo de diez minutos. Se inició el recorrido en el aula. Los alumnos recapitularon lo trabajado en las clases anteriores, mencionando la flora y la fauna de ríos, lagos y lagunas, y sus diferencias con los mares. El docente entregó el problema rico en contexto, poniéndolo en discusión. Algunas de las respuestas, de ambas divisiones, a la situación *¿Qué le responderías a tu hermanito?* (pregunta referida a la diferencia entre las especies), se detallan a continuación:

- Que tienen distintas características.
- Uno vive en el fondo y el otro no porque necesita más luz. Como los peces linterna, que tienen luz propia y pueden ir al fondo.
- Porque algunos viven abajo del mar donde no hay bastante luz y se acostumbran a vivir así.
- Al vivir en las profundidades como que se acostumbra a estar más en la tierra, es como su casa.
- Tienen distintas capacidades por eso nadan arriba o abajo.
- Por el alimento, las viejas de agua comen y absorben lo del fondo, y van limpiando.
- Uno vive en las profundidades y otro en el medio, ni abajo ni en la superficie.
- Yo conozco a la vieja de agua, porque lo tuve en una pecera. Ese pez no es como otro pez que nada así, sino que anda abajo buscando la comida. Es más plano y tiene una boca muy grande para raspar la comida.

Esta última respuesta pone de manifiesto que varios alumnos conocen las viejas de agua, y/o incluso han tenido una.

A continuación, se procedió a mirar los videos, por lo cual hubo movilidad al espacio de biblioteca. Como se contaba con una pecera en la galería de la institución, durante el

intercambio de sala aula-biblioteca, se observó el comportamiento de los peces en forma directa. Cabe destacar que sólo se contó con peces con vejiga natatoria como los típicos goldfish o pez dorado, de un característico color naranja. Aquí, los estudiantes destacaron el nado en un nivel de profundidad no muy grande, la mayoría se mueve desde un nivel medio de agua hacia arriba. Posteriormente se continuó con los audiovisuales. El docente marcó la necesidad de observar el comportamiento, el modo de desplazamiento y el nivel de nado. Se dio la posibilidad de visualizar entre dos y tres veces cada cortometraje. Con los audiovisuales y la observación directa, los alumnos pudieron registrar las características más notorias de cada pez, evidenciando un trabajo autónomo y detallado. Siempre el docente guió y remarcó cuestiones mencionadas en el audiovisual, que luego deberían ser tenidas en cuenta.

A continuación, se trasladó a los alumnos al espacio de laboratorio para la ejecución de la etapa de predicciones. El registro detallado de los alumnos permitió que las respuestas a las mismas se hicieran de manera individual, consciente y comprometida. Luego de un receso de diez minutos se realizó la puesta en común. Algunos remarcaron la diferencia en la profundidad de nado entre las especies, determinada por el tipo de alimentación. Otros lograron ver algunas características que diferencian a ambas especies. Por ejemplo, le atribuyen a la boca en forma de ventosa de la vieja de agua la posibilidad de agarrarse/adherirse a las rocas del fondo para alimentarse. Otro caso que pudieron remarcar, es la diferenciación en el tipo de aleta, como la forma del cuerpo en general, como posibles factores de modificación del comportamiento de nado o modo de desplazamiento. Algunos alumnos compararon las especies de río que se están trabajando con características de especies vistas anteriormente en la película de Buscando a Dory. El docente manejó adecuadamente todas las posibles respuestas, de modo de no condicionar el pensamiento de

ningún estudiante y aclaró que realizarían una experiencia de armado de un ludión, para analizar en profundidad el porqué del comportamiento de cada pez.

Para continuar, el maestro aclaró la importancia de proceder con cuidado en la construcción del ludión. La opción de darle la guía con la estructura del armado del buzo no fue utilizada por el docente, sino que éste, fue guiando paulatinamente paso a paso como armarlo, siempre de manera oral y dirigiéndose a todo el curso. Se controló la ejecución de cada grupo, dando espacio a la observación detenida y el análisis de qué es lo que ocurre cuando se presiona levemente en la mitad de la botella con agua. Oral y conjuntamente, se conversó sobre las posibilidades por las cuales el buzo subía o bajaba, haciendo alusión al ingreso o salida de agua del palillo por compresión del aire que está adentro. La transparencia del palillo de chupetín con el que se trabajó, facilitó el análisis, dado que permitió visualizar fácilmente el ingreso y la salida del líquido. El docente intentó guiar el análisis y encontrar una analogía con los peces presentados. Se hizo mención a la existencia de una cavidad, llamada vejiga natatoria, que tiene la capacidad de comprimirse al aumentar la profundidad, debido a una mayor presión externa. Aquí el volumen disminuye y por lo tanto su densidad aumenta, colaborando con el descenso del pez. Mientras, al subir, la vejiga se distiende. Está sometida a una menor presión y por lo tanto su densidad disminuye. Estas modificaciones en la densidad neta del pez, le permite como consecuencia poder desplazarse y mantenerse a cierta profundidad. Con el análisis oral y el intercambio de los alumnos se otorgó importancia a la existencia de tal cavidad, como órgano contribuyente para el desplazamiento de esa especie. Se consultó sobre si siempre habrá tenido tal cavidad, dando lugar al concepto de adaptación. Los alumnos pudieron distinguir la existencia de diversas características, como la vejiga natatoria, que fueron cambiando en las especies. Se mencionaron y retomaron otros ejemplos como el pez linterna, el pez globo. Así, se concluyó esta parte de la actividad.

Se dejó como tarea investigar sobre otros posibles tipos de adaptaciones en especies acuáticas, como por ejemplo, el caso propuesto de la *Aldrovanda vesiculosa*, una especie de planta acuática y carnívora, capaz de mantenerse en suspensión cerca de la superficie. Esta última se propuso de manera oral.

Luego de la primera ejecución general de la práctica se propuso que, en la sección de experimentación, se anexaran imágenes que facilitaran el armado y ejecución de la experiencia. La realización del ludión es un trabajo que requiere una guía permanente por parte del educador, el cual se ve afectado cuando el curso es numeroso. Se evidenció que a pesar de haber dos personas a cargo en la clase, se debió pasar grupo por grupo para verificar el armado y la flotación de los cuerpos, por lo que ante la posibilidad de darles la guía de armado, las imágenes adicionales contribuirían a facilitar el recorrido a realizar por los estudiantes.

En la clase posterior se retomó oralmente lo trabajado y la idea de adaptación, dando tiempo para la redacción de las respuestas de la sección de observación, análisis y conclusiones. Una vez finalizada esta tarea, por grupos, se hizo una lectura general de las posibles respuestas, y la escritura conjunta del informe. Como era la primera vez que los alumnos trabajaban con una guía estructurada se inició este recorrido entre todo el curso, previendo ser implementada con posterioridad en otras prácticas futuras.

6.4.3. Producciones de los alumnos y conclusiones docentes.

Luego de la primera implementación, donde se corroboró la validez del diseño empleado, el docente responsable determinó ciertas características a modificar, coincidiendo varias de ellas con el observador participante. Si bien se vio en la necesidad de realizar pequeños cambios, estos no fueron significativos como para tener que presentar dos versiones

de la actividad. La versión presentada en este trabajo se corresponde con la versión final. Se procede a continuación, a realizar un listado de las apreciaciones docentes:

- La proyección de los cortometrajes fue emitida tres veces, permitiendo que el docente enseñara a observar y reconocer qué y cómo registrar. Favoreció, una mayor capacidad de observación por parte de los alumnos, es decir, la agudización de los sentidos para la realización de la etapa posterior de predicciones. El registro minucioso colaboró en la contextualización. Los estudiantes pudieron centrarse en el problema, entrar en contacto con el mismo y con realidades vividas. Si bien, varios alumnos identificaron las especies por nombre previamente a la visualización de los videos, otros aseguraron saber cuáles eran al verlas. Es decir, no sabían su nombre pero si reconocían haberlas tenido y conocer las características más significativas. El registrar en papel y reconocer las especies facilitó la etapa de predicciones y el intercambio. Los estudiantes se mostraron seguros al momento de participar y hacer sus aportes.

- Respecto a la etapa de predicciones, se sugirió modificar o quitar la primera pregunta de la versión inicial: *¿Cómo se comporta cada especie?* Esta cuestión generó confusión en los alumnos, dado que los videos remiten al modo de vida en general. Por ejemplo, en la castañeta rayada los alumnos respondían que se comporta cuidando a sus crías. La pregunta planteada como tal otorga entonces, importancia a aspectos que no son tan relevantes para el propósito de la práctica. Se decide quitar esta cuestión, dejando únicamente la pregunta *¿Cómo se desplaza?*, la cual se puede ver en la versión final presentada en este trabajo. Cabe destacar que estos cambios se hicieron e implementaron, con igual lógica de trabajo, en la segunda división de 5º grado.

- En la parte experimental, el docente reconoció la importancia de que el palillo a utilizar, o bombilla, fuese transparente o semitransparente. Esto permite visualizar el ingreso y salida del agua y focaliza el análisis en los contenidos que se desean abordar. Si no ocurriera esto, quizá no sería tan evidente. Simultáneamente, se planteó la importancia de incorporar imágenes referidas al armado del ludió en la ficha de experimentación. Si bien en esta implementación el docente no las utilizó, sino que fue explicando los pasos oralmente, se considera un factor relevante principalmente cuando se trata de un único docente con un curso numeroso.

- Se reconoció la importancia de entregar a los alumnos la guía de manera fraccionada, de modo de dar tiempo a cada uno para hacer su propio razonamiento, dando significado a los conceptos y su contexto de aplicación.

Por otro lado, respecto a las producciones escritas de los alumnos, como la redacción del informe final se realizó en forma conjunta, se muestra a continuación una copia del mismo:

INFORME DE LABORATORIO

↓ Título: Adaptaciones

↓ Autores: Catalina - Agustina

↓ Materia: Ciencias naturales

↓ Docente: Nellia

↓ Fecha de entrega: 17 de Octubre de 2017

OBJETIVOS (¿Qué se quiere lograr?)

- > Responder a mi hermanito
por qué la castañeta nada
- > por todos lados y la vejiga
de agua se va abajo
- > _____
- > _____

EXPERIMENTACIÓN

Materiales (¿Qué elementos se usaron para realizar la experiencia?)

- > palito de chupetín
- > plastilina

Foto 1.a: Informe final grupal de la actividad, Secuencia Didáctica Adaptaciones en Ambientes Acuáticos, realizado por alumnos de 5° grado en el año 2017.

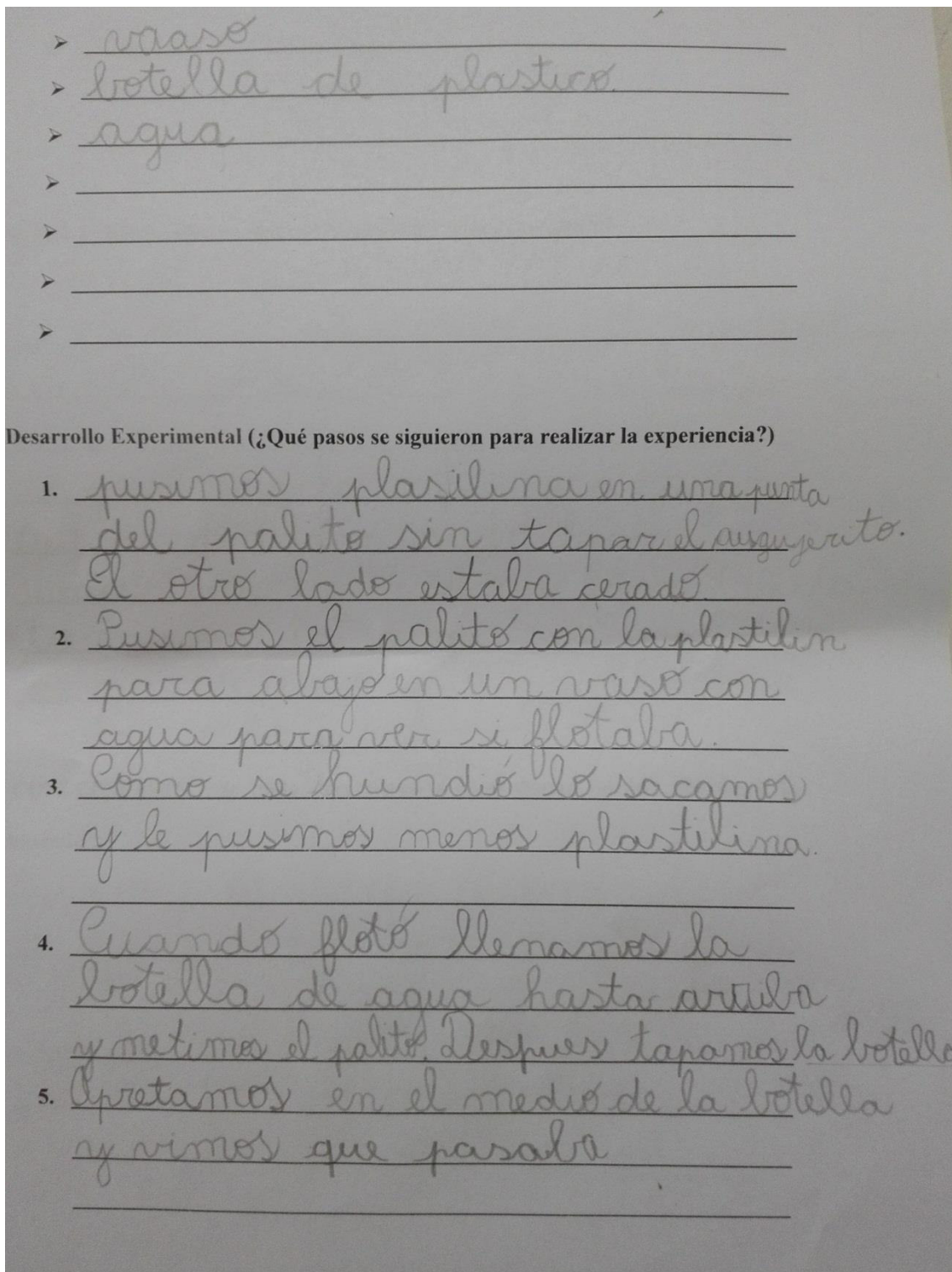


Foto 1.b: Informe final grupal de la actividad, Secuencia Didáctica Adaptaciones en Ambientes Acuáticos, realizado por alumnos de 5º grado en el año 2017.

6. Pensamos si era parecido a
como se mueven los peces.

RESULTADOS (¿Qué se observó luego de hacer la experiencia?)

Cuando apretamos la botella
entro agua al palito y por eso bajó.

Cuando soltamos el agua salía y el
palito volvió a subir. Vimos que
se parece a la castañeta rayada
que puede nadar en un lugar.

Vimos con la señora que la castañeta
tiene una bolsa que se llena o
se vacía de oxígeno y eso hace que
suba o baje.

CONCLUSIONES (¿Se pudo dar respuesta al problema inicial? ¿Se logró lo buscado?)

Después de hacer el experimento
le dije a mi hermanito que la
castañeta tiene vejiga natatoria
que le ayuda a buscar su
alimento por todos lados.

La veje de agua come algas.
Por eso tiene boca como
ventosa y dientes para raspar
las piedras del fondo.

Foto 1.c: Informe final grupal de la actividad, Secuencia Didáctica *Adaptaciones en Ambientes Acuáticos*, realizado por alumnos de 5° grado en el año 2017.

A partir de las observaciones, el informe y la perspectiva docente, se puede analizar que con la implementación de la guía, los alumnos tuvieron un mayor grado de participación, interés y compromiso frente a los conceptos abordados. Lograron recapitular y generar nexos entre lo trabajado previamente y lo nuevo. Pudieron reconocer el concepto de adaptación como cambios evolutivos de las especies, como así también visibilizar este contenido en otras especies.

El docente manifestó haber actuado con gran seguridad en el desarrollo de la práctica, sintiéndose cómodo con la dinámica de trabajo empleada.

6.5. Análisis y validación de una Secuencia Didáctica para 2° grado del Nivel primario, basada en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales: *Movimiento y Trayectoria*.

Se inició el recorrido mediante la revisión de los materiales curriculares jurisdiccionales establecidos por el Ministerio de Cultura y Educación del Gobierno de la provincia de La Pampa (2015) para 2° grado del nivel primario. Entre los ejes que se incluyen para este grado, se encuentra: *los fenómenos del mundo físico*, donde la comprensión de los fenómenos de movimiento de los cuerpos y sus causas, clasificando sus movimientos de acuerdo a la trayectoria que describen, es uno de los contenidos específicos a abordar.

En esta sección, se presenta el diseño y análisis de una secuencia didáctica, basada en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales. Específicamente se siguió la lógica de diseño de un tutorial y se lo tituló *Movimiento y Trayectoria*. Remitiendo a los materiales curriculares el tratamiento de estos contenidos, supone:

- *Observar, comparar y registrar desplazamientos de cuerpos mediante experiencias sencillas, [...].*

- *Diferenciar cuando un cuerpo se encuentra en estado de reposo o en estado de movimiento.*
- *Aproximarse a la idea de que es necesario un marco de referencia, respecto del cual se pueda advertir el movimiento como un campo espacial y temporal.*
- *Aproximarse al concepto de trayectoria como el camino recorrido por un cuerpo.*
- *Asociar el concepto de rapidez al tiempo que demora un cuerpo en completar su recorrido.*
- *Expresar oralmente o por escrito las ideas trabajadas, ampliando progresivamente el vocabulario específico.*

6.5.1. Diseño

A diferencia de la experiencia de quinto grado, aquí, la actividad experimental, particularmente un juego, se diseñó como inicio de la secuencia didáctica a desarrollar, sobre movimiento y trayectoria. Se puso a los alumnos en situación, mediante la narración de un cuento, potenciando simultáneamente la lectura y la formación en hábitos de escucha. La implementación de la práctica, permitió el intercambio dando espacio a trabajos de carácter individual y grupal.

Continuando con la misma lógica de trabajo que la presentada sobre adaptaciones, se diseñó el programa guía destinado al docente (**Apéndice C**), y la hoja de trabajo para el alumno (**Apéndice D**). Esta última comprende particularmente, situaciones sencillas de consolidación, y tablas que permitirán al alumno, ir iniciándose en tareas propias del quehacer científico.

6.5.1.1. Programa guía: Recursos para el docente.

La secuencia propuesta inicia con la lectura de un cuento sobre un niño y su abuela. Ambos, se encuentran cocinando un pastel de papa y deben ir a la verdulería, dado que se han quedado sin papas. El problema es resolver si es más conveniente ir en auto o caminando, según el trayecto que les requiere. Ante esta situación, se pregunta a los alumnos: *¿Qué le aconsejarían al niño del cuento?*

La propuesta está direccionada a promover diversas posibilidades e ir analizando las variables. Para esto, el docente presenta en tamaño aumentado el plano del barrio, delimitando dónde se encuentra la casa del niño y su abuela, y dónde está la verdulería. A estos, se suman diferentes espacios característicos como la escuela o la plaza, así como diversos comercios y casas. Previendo los tiempos docentes y los costos, las manzanas se delimitan con material de bajo costo como telas e imágenes impresas o dibujadas manualmente. Tal como se explicita en la guía docente, se puede reemplazar la estructura mediante un dibujo con tiza o cinta de papel sobre el piso del patio o sala. A continuación, los estudiantes reciben por parte del docente una figura geométrica de color. Reunidos por grupos según la figura y color, toman una tarjeta de indicaciones donde se invita a realizar diversos trayectos desde el mismo punto de inicio al mismo punto de llegada. Los alumnos entonces, deberán caminar por entre las manzanas, como si lo hicieran por la vereda, caminando, o por la calle en auto, según las indicaciones especificadas en la tarjeta. Por ejemplo: *Salimos de la CASA DE LA ABUELA, en contra de la dirección de la calle.* Esta frase muestra que se debe ir caminando, porque de lo contrario se viajaría en contramano provocando un accidente automovilístico. El docente debe guiar esta distinción entre el peatón y el conductor. El uso de este recurso, fomenta el reconocimiento de la izquierda y la derecha, y simultáneamente, permite tomar conciencia sobre las normas de tránsito. Mediante

una planilla de registro sencilla luego de cada trayectoria cada alumno irá anotando los locales por donde fue pasando cada grupo y el número de cuadras recorridas. Es conveniente que el docente guíe las indicaciones, de modo que los grupos puedan transitar individualmente y contabilizar adecuadamente las cuadras.

Cada tarjeta de indicaciones cuenta con una situación problema a resolver al llegar a la verdulería. Por ejemplo: *Si compramos 1kg de papa a 14 pesos, y medio kilogramo de frutillas a \$65, ¿cuánto debemos pagar? ¿Qué billete debemos darle al verdulero? ¿Nos dará vuelto? ¿Cuánto?* Para esta etapa el docente cuenta con billetes imprimibles y recortables para entregar a sus alumnos. Los mismos pueden ser reemplazados por monedas y billetes de juguete, adquiribles en cualquier librería, y que cuentan con la misma gráfica que los reales, propiciando el manejo del dinero.

Si bien en segundo grado, existe división de la currícula en cuatro espacios (Lengua, Matemática, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales), es necesario que el niño, desde los primeros años, visualice la interdisciplinariedad, que cada disciplina requiere de las otras. Se intenta que las cuatro áreas se hagan presentes en una misma secuencia.

Concluida esta etapa, el docente interviene generando un debate entre los estudiantes sobre las diferencias en los recorridos. Sin embargo, hace notar que todos lograron cumplir con el desafío de ir a la verdulería. Se debe dar espacio a que aparezcan palabras como trayecto, recorrido, trayectoria, movimiento. Incluso velocidad, rapidez o tiempo. Luego del debate, se toma una decisión conjunta sobre qué le responderían al niño del cuento. Para finalizar esta primera parte de la secuencia, se continúa con la narración.

Siempre que exista un trabajo experimental, existe la necesidad de contarlos. Se debe considerar, que los alumnos son muy pequeños aún para poder realizarlo de manera individual. Sin embargo es tarea del docente, iniciar en este recorrido, ir enseñando las

características principales de escritura. Se sugiere que el docente realice los pasos ejecutados durante todo el juego. Por ejemplo: *1. Leímos el cuento; 2. Hicimos un juego para poder responderle al nene del cuento; 3. Nos pusimos en grupos según la figura; etc.* Por último, distinguir y remarcar los conceptos a trabajar. En este caso particularmente: *Llegamos a la conclusión de que moverse significa...; Una trayectoria es...* Cabe destacar, además, que en la edad donde se implementa esta secuencia, los niños deben tener material concreto de información, de búsqueda, de repaso.

Siempre que existan nuevos conceptos presentados, deben existir tareas de consolidación. Siguiendo la dinámica de trabajo, y como figuran en el **Apéndice D**, se presentan cuatro actividades vinculadas a los conceptos de movimiento y trayectoria. En la primera de ellas, se retoma el barrio de la experiencia. Las demás situaciones, remiten a otros planos similares y permiten introducir la diferencia entre trayectoria rectilínea y curva.

Todas estas actividades se prevé sean realizadas en un total de entre cinco y seis clases de entre *sesenta y ochenta minutos* cada una. Esto quedará supeditado a la disponibilidad de tiempos y espacios con los que cuenta el docente, y a las características del grupo clase.

Como metodología de evaluación, se diseña una actividad final, denominada “*El vuelo de la mosca*”. A partir de la obra de música clásica *El vuelo del moscardón* de Rimski-Korsakov, se pide a los niños que cierren los ojos e imaginen la trayectoria de la mosca desde un cupcake a un recipiente con miel. Con el posterior análisis de las distintas producciones, el docente evaluará si los alumnos logran reconocer la diferencia entre movimiento y trayectoria. Es posible que, al igual que en la actividad de inicio, surjan los conceptos de rapidez o velocidad, dando la posibilidad de analizar diversos fragmentos de la obra musical. Este recurso puede ser de utilidad para generar una idea sobre el concepto de rapidez y/o continuar posteriormente con su desarrollo.

6.5.1.2. Hoja de Trabajo: Material para el alumno.

Las actividades destinadas a los alumnos, fueron propuestas acordes a la edad de desarrollo cognitivo de los mismos. La primera guía, correspondiente a la experimentación o juego en el barrio, fue diseñada únicamente para el docente, pero siempre pensando en actividades que fomentaran la contextualización y captaran el interés de los niños. De allí la dinámica de las fichas de diversos colores y formas y el trabajo dinámico con los billetes presentes como complementos. La planilla de registro, particularmente, fue diseñada de modo que se identificara a cada grupo por su figura o color. Es una tabla sencilla de completar, con pocas palabras claras y en letra mayúscula imprenta. Esto permite el trabajo de aquellos niños que aún no leen ni escriben con imprenta minúscula o cursiva.

Las actividades de consolidación contienen imágenes, que captan la atención y motivan al trabajo. Del mismo modo, la actividad de evaluación, mediante el uso de recursos musicales y gráficos, propone una dinámica diferente pero atractiva para el nivel donde se está trabajando.

6.5.2. Análisis de observaciones participantes

La secuencia didáctica sobre Movimiento y Trayectoria se estructuró intentando cubrir la temática de interés docente. Si bien inicialmente se iba a tratar de una actividad experimental inicial, el docente sugirió la ejecución continuada de la secuencia en su totalidad, dando sentido a la misma práctica. La propuesta en su formato original, se puso a prueba en dos divisiones muestra durante 2017. Luego, se implementó una parte de la misma, durante 2018, variando la dinámica de desarrollo. Ambos casos se desarrollaron en segundo grado de la escuela N° 218, turno mañana. Se ejecutó dando la posibilidad de poner en cuestión el diseño y la metodología de trabajo propuesta.

6.5.2.1. Observaciones participantes. Año 2017

Primera clase

El desarrollo de la propuesta se llevó adelante según la lógica mencionada en el punto 6.5.1.1. La práctica fue dirigida por el docente de grado y un colaborador (responsable de esta tesis de maestría), quien actuó como observador participante. Siendo que la escuela contaba con placas de goma eva en la biblioteca, durante el recreo previo a la clase, se armó el barrio, delimitando calles, sentidos de circulación, ubicación de los comercios, según se especifica en la guía de trabajo.



Foto 2: Plano del Barrio

Los alumnos fueron dirigidos por el maestro hacia este espacio, donde se ubicaron sentados alrededor de las manzanas. El docente explicó que se iba a dar inicio a un tema nuevo, mediante la lectura de un cuento. Se empezó a relatar la historia, siempre intentando dar participación a los alumnos. Durante la narración se mencionó el modo de elaboración del

puré de papa, por lo que los alumnos intervinieron oralmente haciendo comentarios sobre gustos y modos de preparación. Una vez propuesta la situación, se planteó la posibilidad de decidir, junto con el protagonista de la historia, si era más conveniente ir a pie o en auto hacia la verdulería. Un alumno intervino mediante el comentario: *Una abuela profesional iría en moto*. Surgió entonces la posibilidad de utilizar otro medio de transporte, aunque todos acordaron que: las características del recorrido serían las mismas que yendo en auto, y debían cumplirse de igual modo las normas de tránsito.

Se inició el debate sobre la posible respuesta, mediante el reconocimiento del espacio. Los alumnos encontraron visualmente donde estaba la casa del protagonista y su abuela (punto de salida), y donde estaba la verdulería (punto de llegada). Entre los comentarios se destacó uno que argumentó: *la casa está muy lejos*. Esto permitió al docente repreguntar: *¿muy lejos de quién?* Se distinguió así, entre lejos y cerca, estableciendo que depende según el punto de referencia desde donde se esté posicionado. Es decir, para que un lugar u objeto esté lejos o cerca, depende de dónde esté ubicado el observador (quien lo mira). Así, para algunos alumnos, la casa quedaba lejos porque estaban sentados en el extremo opuesto del barrio, mientras que para quienes estaban situados cercanos a la casa, la verdulería era lo que se distanciaba más. Se modificaba el punto de referencia. Se permitió la orientación en el espacio, y el reconocimiento de izquierda/derecha, recapitulando las opciones del cuento: ir en auto o caminando. La mayoría de las respuestas coincidieron en que yendo en moto/auto es mejor, porque es más rápido, mientras que unos pocos, lo percibieron como una posibilidad de cansarse menos. Sin embargo, se debe ir mirando la dirección de las flechas. Pocos alumnos, en cambio, manifestaron cuestiones como las siguientes: *Hay que ver, quizá caminando el camino es más corto; caminando es más rápido y más corto; yendo en auto hay que ir sólo por la calle pero caminando no*. Surge entonces, la posibilidad de que yendo a

pie, permite la circulación en contramano, porque se puede transitar por la vereda. Estas respuestas fueron significativas, incluso, porque se percibió implícitamente el concepto de rapidez desde el inicio de la práctica, lo cual es provechoso. También, el remitir al *camino más corto*, dio cuenta de que, algunos de los niños tienen conocimiento sobre el concepto de trayectoria. El docente utilizó estos argumentos para continuar con la clase. Entregó las fichas de diversas formas y colores (cuadrados rojos, círculos verdes, triángulos azules, etc.), billetes y una tarjeta de indicaciones por grupo. Dividió a los alumnos en grupos de aproximadamente cinco integrantes. Durante la organización, el docente pidió que fuesen observando los distintos comercios y espacios del barrio.

Antes de iniciar con la dinámica de trabajo, se hizo una identificación de las figuras geométricas empleadas. Específicamente se mencionó el nombre con que se conocía a cada una y las principales características vistas por los alumnos según su edad. Por ejemplo: un cuadrado tiene cuatro lados.

Un primer grupo se puso de pie para iniciar el recorrido desde la casa a la verdulería. El docente fue leyendo cada indicación. Mientras, colaboró con el grupo, ayudando a decidir por aquel camino que fuese más conveniente para ir desde un comercio a otro. Se comparó si era posible ir en auto o caminando, según el sentido de circulación de la calle. Como consecuencia de este análisis, se valorizó la existencia de algunas normas viales que favorecen el tránsito ordenado. La más significativa, dadas las condiciones propuestas: la importancia de cruzar por las esquinas. A medida que los alumnos iban realizando el recorrido, se fue colocando una ficha a modo de marca, de manera de recordar los lugares visitados. Para que nadie quedara sin participar, los integrantes de cada grupo realizaron el recorrido en filas.

Al llegar al lugar de destino, el docente leyó un problema matemático, vinculado con la compra de un cierto producto en la verdulería. Específicamente, el cuento, hablaba de comprar papas. Con el conocimiento de algunos alumnos, los cuales solían acompañar a padres y abuelos a la verdulería, se evaluó cual era el precio de las papas. A este encargo se le adicionó la compra de otra fruta o verdura. Los alumnos entonces debieron hacer el cálculo del total, evaluar con qué billete les era conveniente pagar, y cuál sería el vuelto a recibir. Implícitamente, con un juego, se afianzaron contenidos propios del área de la matemática.



Foto 3: Alumnos durante el trabajo experimental

A continuación, se procedió de igual modo con cada uno de los grupos. Durante esta práctica, se hizo evidente la dificultad de entender el barrio como un espacio, en tres dimensiones. Como se trató de un plano, cuando debieron cruzar, ocurrió que muchos intentaron saltar la manzana a la mitad, por encima. Se les propuso pensar la situación, y así arribaron a un consenso sobre el camino más viable para poder llegar a destino, pero sin pasar por encima de las casas, lo que implicaba este cruce por arriba antes mencionado. Se hicieron notar las diferencias entre doblar o seguir derecho, y entre izquierda y derecha.

Una vez finalizados todos los grupos, el docente retomó lo trabajado, dando lugar a la introducción de los conceptos de movimiento y trayectoria.

Se empezó a revisar el número de cuadras recorridas por cada grupo, haciendo alusión a si esos caminos eran posibles para recomendar al niño del cuento. Los recorridos experimentados por el curso, variaron entre *cinco* y *once cuadras*, por lo que recomendaron transitar por el camino de *cinco cuadras*, siendo este el más corto. Surgió además, la noción de tiempo. Quienes habían pasado por la heladería a tomar un helado, aseguraron que tardarían más tiempo. El maestro hizo ver que esto se debía a que estuvieron detenidos un cierto período, por lo cual, el camino en sí mismo no fue más extenso pero si lo fue el tiempo empleado para recorrerlo. El docente les hizo ver que si el protagonista hubiese deseado pasear y contado con más tiempo, podría haber optado por cualquier trayecto que lo llevara a la verdulería, incluso alguno de los realizados por ellos. Se continuó con interrogantes como:

- *¿De dónde salimos todos?*
- *¿Y a dónde llegamos?*
- *¿Qué cambió de un recorrido a otro?*
- *¿Qué cosas fueron iguales o distintas?*
- *¿Se tuvo que seguir derecho o se dobló?*
- *¿Es posible acortar aún más esa distancia de cinco cuadras? ¿Cómo?*

Los estudiantes lograron identificar que los puntos de partida y llegada permanecieron invariables, pero los lugares por donde transitó cada grupo sí se modificaron. Varios pudieron poner en palabras que todos se habían movido, indicando que moverse significa ir de un lugar a otro. El docente remarcó que cuando uno se mueve, no importa por dónde vaya; importa de dónde salgo y a dónde llego.

El docente, reconociendo que todos los trayectos fueron pensados a pie, agregó: *Si todos salimos del mismo lugar y llegamos al mismo sitio, todos se movieron igual, ¿no?; ¿pero qué cambió?* Los alumnos, al argumentar, se expresaron mediante la frase: *cambió el recorrido.* Un alumno específicamente, utilizó la palabra trayectoria. Esto dio lugar a interactuar sobre qué es la trayectoria y cómo puede definirse. Entre todos, según lo analizado pudieron aclarar que el recorrido era el camino que quedaba marcado cuando se iba de la casa a la verdulería. Incluso, se pensó en conjunto que, si bien las manzanas no pueden cruzarse por encima, en el caso de la plaza y yendo caminando, se puede acortar la cantidad neta de cuadras, atravesando la plaza a la mitad de manera diagonal. No deja de ser esta una trayectoria viable al igual que las otras. Continuando con las posibles trayectorias, los alumnos argumentaron que existe un mayor número de caminos posibles si el traslado es a pie, en comparación con ir en vehículo. En este último caso, la condicionalidad de la dirección obligatoria de las calles, condiciona la cantidad de cuadras por recorrer desde la casa a la verdulería. En palabras de una alumna: *caminando podemos ir en contramano, pero en auto no.*

El docente responsable del curso, cotidianamente utiliza la estrategia de hacer notar la existencia en cada tema abordado, de palabras claves. Y estas deben ser tenidas en cuenta. Particularmente, es la secuencia desarrollada, les hizo identificar las palabras *recorrido* y *movimiento* como dos de ellas.

La diversidad de trayectorias experimentadas, puso en evidencia la existencia de caminos derechos o rectos y de caminos curvos (cuando tuvieron que doblar). Dentro de las expresiones más significativas de los estudiantes, podemos destacar: *Fuimos derecho; a veces vamos doblando, como en las rotondas.*

Se distinguió además que el tiempo empleado para todas las trayectorias no fue el mismo. Si bien en auto el camino puede ser más largo en comparación con ir a pie, también puede ser más rápido y por lo tanto menos extenso en tiempo, y viceversa.

Luego del análisis oral de argumentos, se retomó el cuento, asegurando que al niño de la historia le convenía ir caminando ya que *el camino es más corto*. En conclusión, los alumnos decidieron que el niño y su abuela debían optar por el trayecto más corto porque lleva menos tiempo, o bien ir en auto, porque es más rápido. Sin embargo, estuvo también la posibilidad de hacer un camino combinado. En palabras de los niños: *En auto debería ir a un lugar y ahí seguir caminando*.

Se concluyó con la narración del cuento recapitulando nuevamente la diferencia entre movimiento y trayectoria.

Para finalizar la clase, se repasó lo trabajado, transitando el posible recorrido más corto a considerar por los personajes del cuento. Los alumnos se colocaron en fila y realizaron la trayectoria de menor longitud desde la casa a la verdulería.

Esta primera clase se desarrolló en un período de entre *cuarenta y cinco y sesenta minutos*.

Segunda clase

La clase se inició mediante el análisis de la fecha en el pizarrón. El docente del curso tuvo la particularidad de hacer que los alumnos reconocieran el número del día y del mes, mediante la adición de billetes. Por ejemplo: *¿Cuántos billetes y/o monedas se necesitan para armar el número 27?* Esto permitió que los alumnos interactuaran entre sí y con el maestro, pudiendo paralelamente fortalecer el concepto matemático de la suma.

Luego, se procedió a poner el título de Ciencias Naturales, para diferenciar la sección del resto de las asignaturas. Cabe aclarar que los alumnos tienen con el mismo docente esta

materia, y matemática. Para retomar lo trabajado, el docente preguntó qué se hizo en la biblioteca. Se recapituló todo el procedimiento desarrollado la clase anterior. Los alumnos lograron expresarse correctamente, poniendo en palabras los pasos seguidos: escuchar el cuento, conversar sobre el recorrido más conveniente, ir a la verdulería. El maestro fue plasmando las oraciones de sus alumnos a modo de procedimiento y síntesis en el pizarrón. Esta etapa permitió que los alumnos percibieran la necesidad de dejar registro de lo trabajado, de comunicar; procesos propios del quehacer científico.

Si bien las características de la escritura en este nivel son muy sencillas, por la corta edad de los estudiantes, permite que los alumnos vayan adquiriendo otras herramientas de análisis y comunicación.

Luego de retomar lo trabajado y plasmarlo de manera escrita, lo cual cumplió las veces de informe, el docente entregó el cuadro de doble entrada, donde cada alumno, según la figura geométrica del grupo, debió registrar el punto de partida, los comercios por los que pasó con su grupo, el punto de llegada, y el número de cuadras total recorridas. Luego se realizó una puesta en común donde se compararon nuevamente las opciones, que serían retomadas la clase posterior.

Si bien la clase se desarrolló aproximadamente en un período de *cincuenta y cinco minutos*, se vio afectada por diversos factores: el desayuno que desde la institución se les provee a los alumnos diariamente, y los tiempos de armado y copiado del pizarrón. Del total de los alumnos un grupo minoritario aún no escribe en cursiva, por lo que el uso de dos pizarrones en simultáneo dificultó y enlenteció la tarea. A esto se sumó en una de las divisiones, el caso de una niña con epilepsia, quién experimento un hecho aislado de falta de visión y debió ser retirada.

Tercera clase

Esta clase se desarrolló en un período de tiempo de una hora. Como en la clase previa, se procedió a poner la fecha y ver las posibles combinaciones de armar el número de la fecha correspondiente al día y el mes, mediante el uso de billetes y monedas, vale aclarar que este trabajo fue desarrollado mentalmente, y el docente fue registrando con dibujos del dinero, las posibles combinaciones en el pizarrón. Nuevamente se puso como título: Ciencias Naturales.

A continuación, se solicitó a los alumnos que tomaran el cuadro con los recorridos realizados por cada grupo y que lo tuvieran al lado. Simultáneamente, se les entregó una copia del plano usado, pero en una versión pequeña de cuaderno. Los alumnos debieron identificar y marcar con un punto sobre el plano, el lugar de salida (casa de la abuela) y el lugar de llegada (verdulería), así como los comercios por donde fueron transitando con su grupo. Luego marcaron con diferentes colores tres trayectorias: la que ellos hicieron con su grupo caminando, la más corta caminando y la más corta en auto. Durante el desarrollo de la actividad, se remarcó la importancia de ir en auto o a pie, dada la direccionalidad de las calles.

Siendo que cada grupo debió marcar su recorrido propio, hubo que dar tiempo de analizar el trayecto de cada uno en el pizarrón. Si bien se hizo más difícil el trabajo, todos pudieron participar, porque contaban con la planilla general. El problema mayor estuvo en evitar que cada alumno confundiera su recorrido con el de otro, o bien que marcaran todos los trayectos, lo cual se logró con la mínima intervención docente.

Visualmente, a partir de la tabla, los alumnos detectaron previamente que los recorridos eran distintos, porque habían pasado por menor cantidad de lugares unos que otros. A pesar de esto, no significó necesariamente que sean más cortos los caminos o más extensos por el

número de negocios visitados. Se distinguió que esto dependía de la cantidad de cuadras transitadas.

Finalizado este punto, el maestro solicitó que continuaran marcando la trayectoria más corta caminando y la más corta en auto. Se procedió nuevamente al análisis en el pizarrón, de las distintas posibilidades. Se trabajaron aquí nociones de longitud. Al recuperar la posibilidad de cruzar la manzana de la plaza en forma diagonal, se analizó entre todos que esta longitud recorrida, era mayor que una cuadra y menor que dos cuadras, y que comparando con los demás recorridos, esta era la opción más corta yendo a pie. En el caso particular de ir en auto, si bien llevó menos tiempo, se observó que el camino era más extenso en comparación con ir caminando, dado que se debió considerar la direccionalidad de las calles.

Al analizar las posibilidades, una alumna propuso la posibilidad de hacer una cierta distancia en auto, para luego seguir caminando. De ese modo, se disminuye el recorrido a pie.

Cuarta clase

Se inició la clase de manera habitual, colocando la fecha en el pizarrón, haciendo los cálculos correspondientes para formar el número del día y el mes como suma de billetes y/o monedas, y colocando el título de Ciencias Naturales.

En esta etapa, se comenzó la secuencia de actividades de consolidación. El docente entregó una copia a cada alumno, de a una actividad por vez. Como se trabajó con alumnos tan pequeños, se consideró importante no entregar todo el material junto, sino paulatinamente, de modo de ir afianzando los conceptos abordados y focalizando la atención en aquellos alumnos que aún no los habían comprendido.

Respecto a la primera actividad, debían completar con palabras para armar una oración vinculada específicamente a los conceptos. Esto requirió de un trabajo adicional por parte del maestro. A continuación, el docente pidió que pegaran la fotocopia en el cuaderno, y reescribieran las oraciones, pasando todo a letra cursiva. Les recordó que iniciaran la oración en mayúscula y terminaran con un punto. Una vez que finalizaron, se leyeron entre todos las respuestas, de modo de cerrar esa actividad.

Como algunos alumnos concluyeron la primera actividad más rápido en comparación al resto, previo a la puesta en común de la actividad uno, el docente fue entregando la segunda actividad y explicándola de manera individual. En esta se remitió nuevamente a un plano, pero diferente al del barrio inicial. Los alumnos tuvieron que evaluar posibles movimientos y trayectorias. Aquí se debió retomar la importancia de cómo medimos las cuadras, haciendo la aclaración que es desde esquina a esquina. Para ello, el docente dio un ejemplo general para todos. Además, se remarcó la importancia de dar respuesta a las preguntas de manera completa, o comúnmente llamada *respuesta larga*.

Quinta clase

Iniciando la clase de manera habitual, se continuó con la tercera actividad, los alumnos pudieron diferenciar entre trayectorias curvas y rectas. Esta clase fue de menor tiempo que las anteriores (*cuarenta y cinco minutos*), y previendo el tiempo diario de inicio, armado y copiado de la fecha; más las intervenciones cotidianas de alumnos que desean salir al baño y la dificultad al copiar de otros, se vio totalmente reducida en tiempo específico para la resolución de la actividad. Si bien el docente fue pasando por los bancos controlando que todos entendieran y pudieran resolver la consigna adecuadamente, varios alumnos no pudieron concluir esta última actividad debiendo terminarla de tarea.

Durante el desarrollo de las clases cuarta y quinta, se pudieron distinguir ciertas características comunes, pudiendo agrupar a los alumnos en cuatro categorías de análisis:

- Los alumnos que formaron parte de la Categoría A: presentaron entusiasmo frente a la tarea; tuvieron manejo oral y escrito en letra imprenta y cursiva, minúscula y mayúscula; manejaron fluidamente la oralidad; intervinieron en la clase siempre de manera autónoma, aportando nueva información; interpretaron las consignas sin ayuda; resolvieron correctamente las consignas sin ayuda y lograron explicar con claridad los conceptos trabajados.
- Los alumnos pertenecientes a la Categoría B: presentaron entusiasmo frente a la tarea; tuvieron manejo oral y escrito en letra imprenta y cursiva, minúscula y mayúscula; manejaron adecuadamente la oralidad; participaron en clase voluntariamente cuando fueron interrogados aportando nueva información; interpretaron consignas con escasa ayuda; resolvieron correctamente las consignas con escasa ayuda docente y lograron explicar con claridad los conceptos trabajados con escasa ayuda.
- Los alumnos incluidos en la Categoría C: presentaron entusiasmo frente a la tarea, manteniendo la atención en la mayor parte del tiempo; tuvieron manejo oral y escrito en letra imprenta mayúscula; manejaron adecuadamente la oralidad; participaron en clase voluntariamente cuando fueron interrogados; interpretaron consignas con ayuda; resolvieron correctamente las consignas con ayuda docente y lograron explicar los conceptos trabajados con ayuda.
- Los alumnos en la Categoría D: presentaron entusiasmo frente a la tarea, manteniendo la atención en períodos más cortos; demostraron amplia dificultad para el manejo oral y escrito en letra imprenta mayúscula; manejaron la oralidad

con cierta dificultad; respondieron en clase sólo al ser interrogados; interpretaron consignas con bastante ayuda; resolvieron las consignas con ayuda docente y lograron explicar con cierta dificultad los conceptos trabajados, con cierta ayuda.

A partir de las categorías anteriores, se observó que sólo dos niños de 26 en una división, y tres de 25 en la segunda división, estuvieron incluidos en la categoría D. De manera general, los alumnos trabajaron de forma autónoma o con escasa ayuda del docente, quien fue pasando por los bancos para controlar las resoluciones y hacer las correcciones necesarias.

El logro mayoritario en el manejo de información y la resolución de las situaciones, con mayor o menor grado de ayuda docente, permite hacer un análisis de los alumnos de la categoría D, adjudicando como una posible dificultad al escaso manejo de la lecto-escritura.

Sexta clase

Para finalizar la secuencia, el docente realizó la actividad de evaluación “*El vuelo de la mosca*”. Trasladó a todos los alumnos a la biblioteca y los hizo sentar en el suelo. Les pidió que se relajaran y cerraran los ojos, porque escucharían música. Les explicó que existen distintos estilos musicales y que, específicamente, trabajarían con una obra de música clásica de un señor llamado Nikolái Rimski-Kórsakov. Les contó brevemente sobre su vida, y les hizo oír un fragmento significativo de la música. Luego de escuchar la obra, les pidió que imaginaran a qué se parecían los sonidos, para después decirles que se titulaba *el vuelo del moscardón*. Pasado este momento, pidió que imaginaran que la mosca estaba parada en un muffin/cupcake/magdalena y luego volaba hacia un recipiente con dulce. Indicó a los alumnos que se pusieran en círculo, pero mirando hacia el exterior, de espaldas a los demás compañeros. Entregó una hoja con los puntos de partida y llegada de la mosca. Luego explicó

que al encender y escuchar nuevamente el fragmento de música, imaginaran y trazaran con un lápiz, el vuelo de la mosca para ir desde el muffin al dulce.

Concluida esta primera etapa, se volvió al aula. Cada alumno pudo mostrar a los demás el perfil realizado de la trayectoria de la mosca. El docente retomó con ayuda de los alumnos que todos habían realizado diferentes trayectorias. Pidió luego a los niños que tomaran una regla y marcaran una trayectoria recta desde el muffin al frasco de dulce. Al volver a mirar los esquemas, todos aseguraron que la trayectoria recta era la misma, pudiendo reconocer que se movieron partiendo de un mismo punto y llegando a otro punto común. Oralmente, el docente pudo recapitular y reconocer que los alumnos habían comprendido en general los conceptos de trayectoria y movimiento, así como los de trayectorias rectas o curvas.

6.5.2.2. Observaciones participantes. Año 2018

La implementación de la experiencia durante el ciclo lectivo 2018, presentó variaciones, dado que el docente no ejecutó la secuencia tal cual fue diseñada y puesta en marcha en 2017, sino que utilizó únicamente la práctica de laboratorio basada en el aprendizaje activo. En clases previas introdujo los conceptos de movimiento y trayectoria, mediante el trabajo con móviles de juguetes y armado de pistas. Con interés en la consolidación de los temas, y evaluando la comprensión de los mismos por parte de sus alumnos, utilizó como estrategia la implementación del cuento y el análisis correspondiente propuesto. Desde la perspectiva de Aprendizaje Activo, optó por desarrollar la práctica como enlace entre un laboratorio de resolución de problemas y una clase interactiva demostrativa. Si bien varió el modo de implementación, permite dar cuenta de la versatilidad de la herramienta. Se observa que puede ser utilizada en diversos momentos de una clase o secuencia, adaptándose fácilmente al grupo clase.

Otra diferencia marcada fue que el docente optó por implementar la práctica en el salón de la escuela. Allí fueron colocadas las manzanas del barrio con sus respectivas imágenes y flechas de direccionalidad de las calles. Se tuvo en cuenta que uno de los alumnos utilizaba silla de ruedas, por lo que el espacio previsto entre manzana y manzana fue mayor. La dinámica de trabajo utilizada fue la misma que en 2017: narración del cuento; análisis del plano y reconocimiento de los comercios; división por grupos de trabajo; realización de trayectos por parte de cada grupo; ejercicios matemáticos de suma y resta en la verdulería; análisis de variables, análisis de similitudes y diferencias entre trayectos; respuesta posible al protagonista del cuento; conclusión de la narración.

En este ciclo se presentaron varias diferencias en su implementación, comparadas con lo presentado en el punto 6.5.2.1. Primeramente, el docente no entregó ni utilizó las tarjetas de indicaciones para los recorridos, sino que fue dando las indicaciones de manera oral. Al llegar a la verdulería realizó las situaciones problema, también oralmente, permitiendo el razonamiento mental de los niños. Siendo que uno de los alumnos se encontraba en silla de ruedas, el docente lo consideró como un automóvil, marcando las diferencias con los demás estudiantes que iban a pie, dado que en este caso, hubo que tener en cuenta la direccionalidad de las calles. Los demás compañeros fueron colaborando con este último análisis. Si bien el alumno iba en la silla, otro de sus compañeros lo llevaba, por lo que actuó como conductor guiado por el resto del grupo. Respecto a la posibilidad de hacer un camino más corto como el de cruzar la plaza de manera diagonal, se observó que era viable sólo yendo caminando, no así en auto. Por último, el docente no utilizó la tabla de registro, ni la redacción conjunta posterior de lo realizado. Todo el análisis se realizó de manera oral, siendo la práctica claramente utilizada como un ejercicio o juego aplicado de los conceptos trabajados.

6.5.3. Producciones de los alumnos y conclusiones docentes.

La implementación y la validación de la secuencia se fueron dando casi simultáneamente en los dos cursos de 2° grado, durante 2017. En forma general no se presentaron modificaciones significativas en la secuencia inicial propuesta, exceptuando algunos errores de tipeo en las actividades de consolidación. Al momento de la ejecución, se afianzaron algunas cuestiones orales explicitadas con más detalle en la guía del docente, de modo de guiar de mejor manera a los estudiantes.

Desde la perspectiva del docente y del observador participante, se reúnen algunas consideraciones. Un listado de las características más relevantes que permitió la ejecución de la secuencia, se presenta a continuación:

- Permitió el abordaje de contenidos de manera simultánea, desde las diversas disciplinas. Si bien el eje principal, Movimiento y Trayectoria, estuvo vinculado a las ciencias naturales, se rescataron otros conceptos: la narración, el cuento y su análisis, desde una perspectiva lingüística; las normas de tránsito desde el área de ciencias sociales; y el trabajo matemático mediante sumas y restas y el reconocimiento de figuras geométricas. Además, se complementó con aspectos artísticos a partir del uso de colores, y la percepción de una obra de música clásica.
- Potenció el trabajo y la comunicación oral.
- Dio lugar a la incorporación de herramientas de registro, escritura, lectura y análisis. Esto se visualizó, por ejemplo, al pasar del juego en el plano real, al registro en una tabla de doble entrada; y luego de la tabla al plano de la hoja.
- Particularmente desde lo conceptual, se trabajó el concepto de marco o sistema de referencia, aún sin haber sido considerado como uno de los conceptos de base a trabajar. Los mismos alumnos lograron reconocer la lejanía o cercanía de un cuerpo

respecto a un punto específico desde donde se lo mira, es decir que favoreció la orientación en el espacio. De igual modo permitió que los mismos estudiantes lograran identificar conceptos como rapidez o intervalo de tiempo.

- Favoreció la diferenciación entre recorridos cortos o largos, rectos o curvos.
- Valorizó el uso de normas de trabajo, como así también de normas sociales, como las de tránsito, para poder entender y respetar a cada miembro como parte de una sociedad.
- La redacción de todas las actividades entregadas a los alumnos, con letra imprenta mayúscula, favoreció la lectura por parte de la totalidad de la clase. Esto benefició los tiempos de trabajo. Si se hubiese hecho con imprenta minúscula o en cursiva, los tiempos de ejecución hubiesen sido mayores, agrandando la diferencia entre estudiantes, dada la disparidad existente en el conocimiento y escritura de los distintos tipos de letras.
- La propuesta de trabajo es capaz de ser adaptada fácilmente a otros momentos de la clase, como actividad de consolidación o evaluación

Respecto a los alumnos:

- Tuvieron una muy buena participación, logrando en su mayoría, visualizar los contenidos físicos abordados.
- Exceptuando unos pocos que ya los tenían, la mayoría de los estudiantes lograron incorporar a su vocabulario palabras como recorrido o trayectoria, rapidez, curva o recta.

Por otro lado, respecto a las producciones escritas de los alumnos, se muestra a continuación el informe de la actividad inicial realizada entre todos, como así también, algunos ejemplos de las actividades de consolidación y evaluación realizadas.

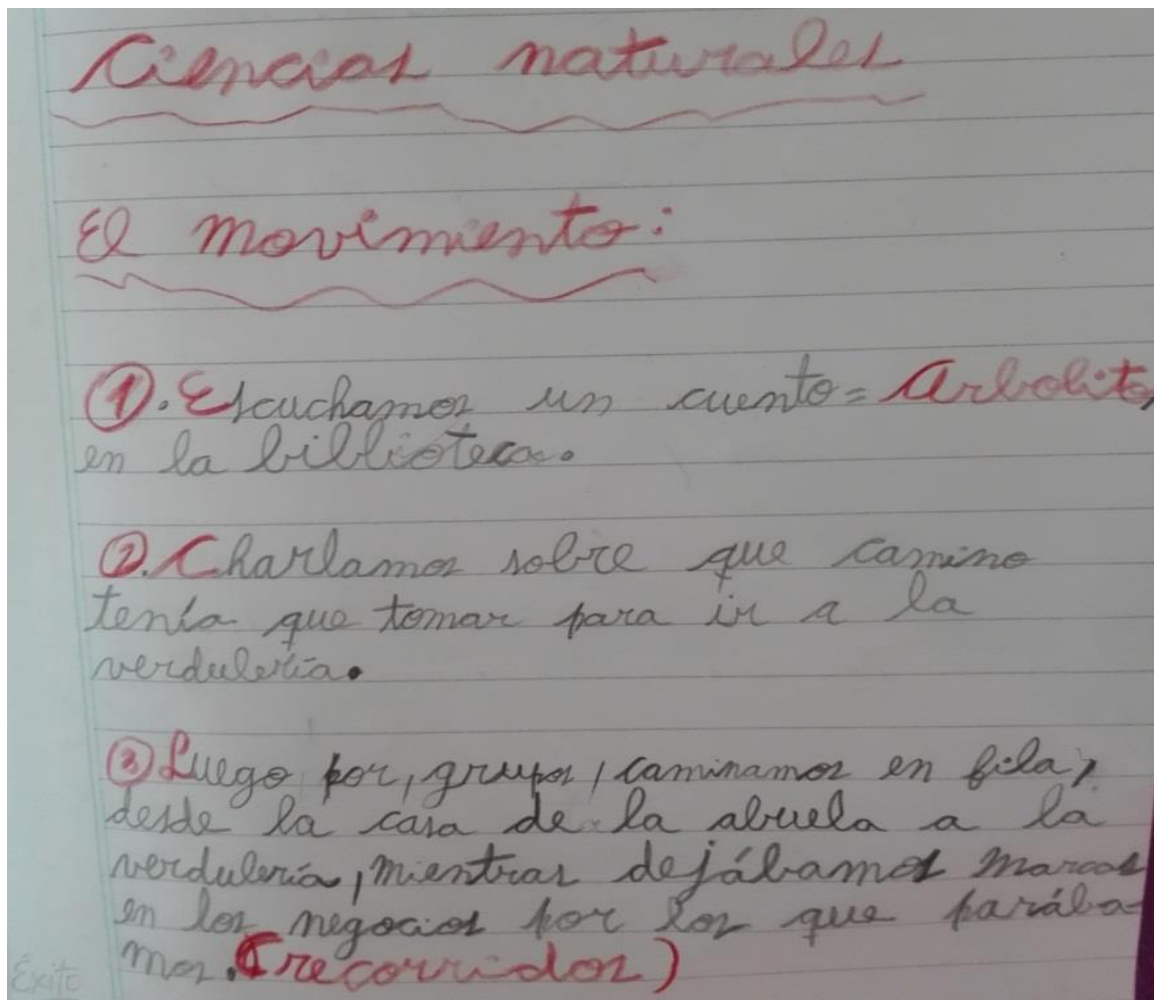


Foto 4.a.: Informe final grupal de la actividad introductoria, Secuencia Didáctica *Movimiento y Trayectoria*, realizado por alumnos de 2º grado en el año 2017.

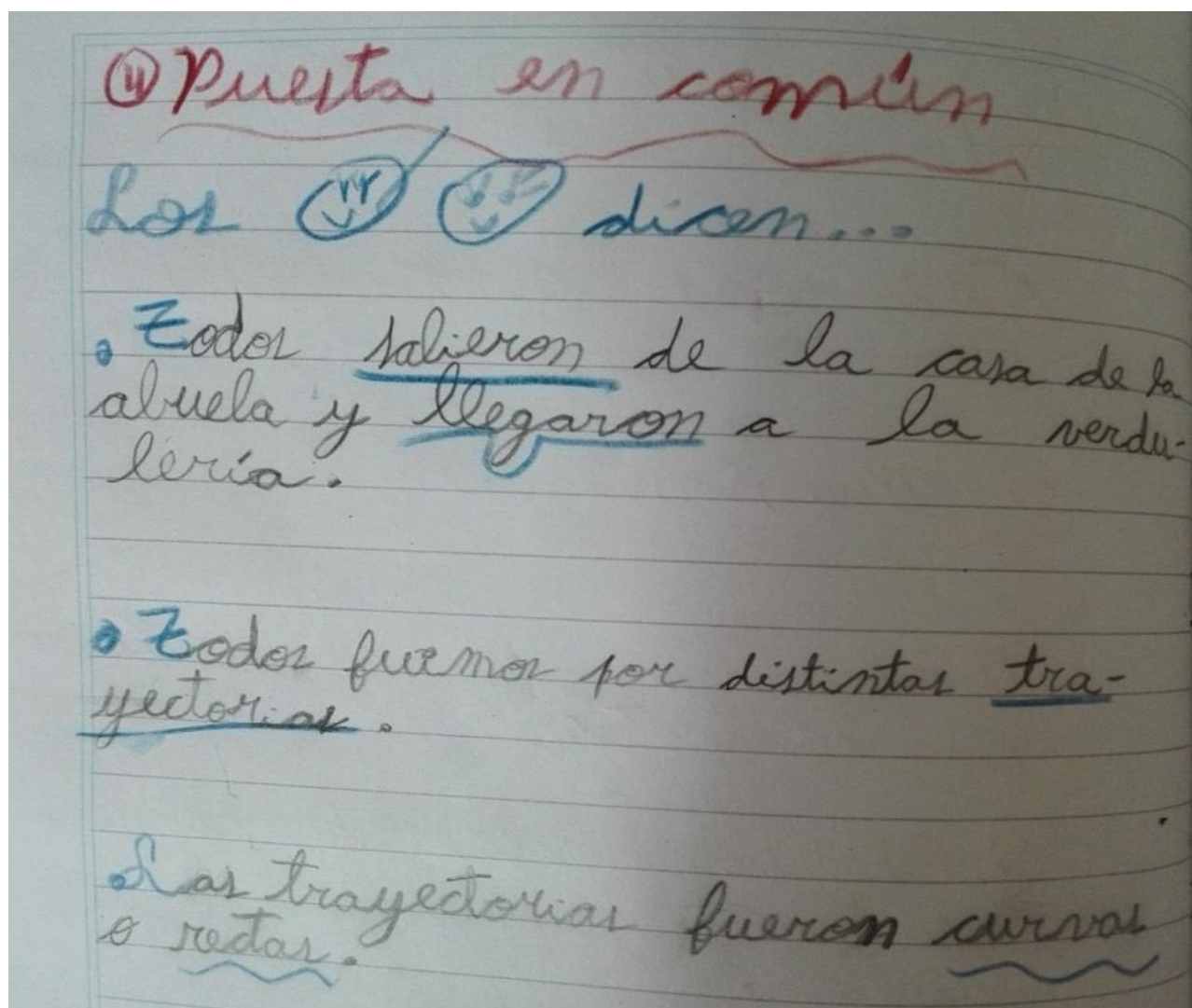


Foto 4.b.: Informe final grupal de la actividad introductoria, Secuencia Didáctica *Movimiento y Trayectoria*, realizado por alumnos de 2° grado en el año 2017.

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO: MOVIMIENTO Y TRAYECTORIA

LUGAR \ GRUPO						
SALIDA	DE LA CASA DE LA ABUELA	DE LA CASA DE LA ABUELA	DE LA CASA DE LA ABUELA	CASA DE LA ABUELA	CASA DE LA ABUELA	
¿POR DÓNDE PASÓ?	CARNICERÍA	CASA DE TOMÁS	VETERINARIA	VETERINARIA	FERRERÍA	
	CASA MARTINA	KIOSCO	PLAZA	ESCUELA	FARMACIA	
	HELADERÍA	MERCERÍA	CASA DE ROPA	PLAZA	MERCERÍA	
	ZAPATERÍA	PLAZA				
LLEGADA	VERDULERÍA	VERDULERÍA	VERDULERÍA	VERDULERÍA	VERDULERÍA	

Foto 5: Cuadro de registro de la actividad introductoria, Secuencia Didáctica *Movimiento y Trayectoria*, realizado por alumno de 2° grado en el año 2017.

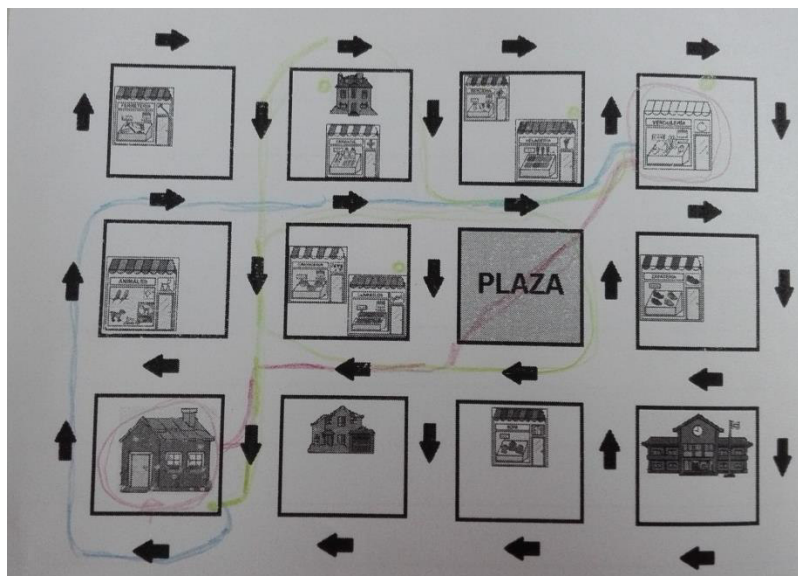


Foto 6: Ejemplo de trazado de trayectorias sobre el plano, actividad de recapitulación Secuencia Didáctica *Movimiento y Trayectoria*, realizado por alumno de 2° grado en el año 2017.

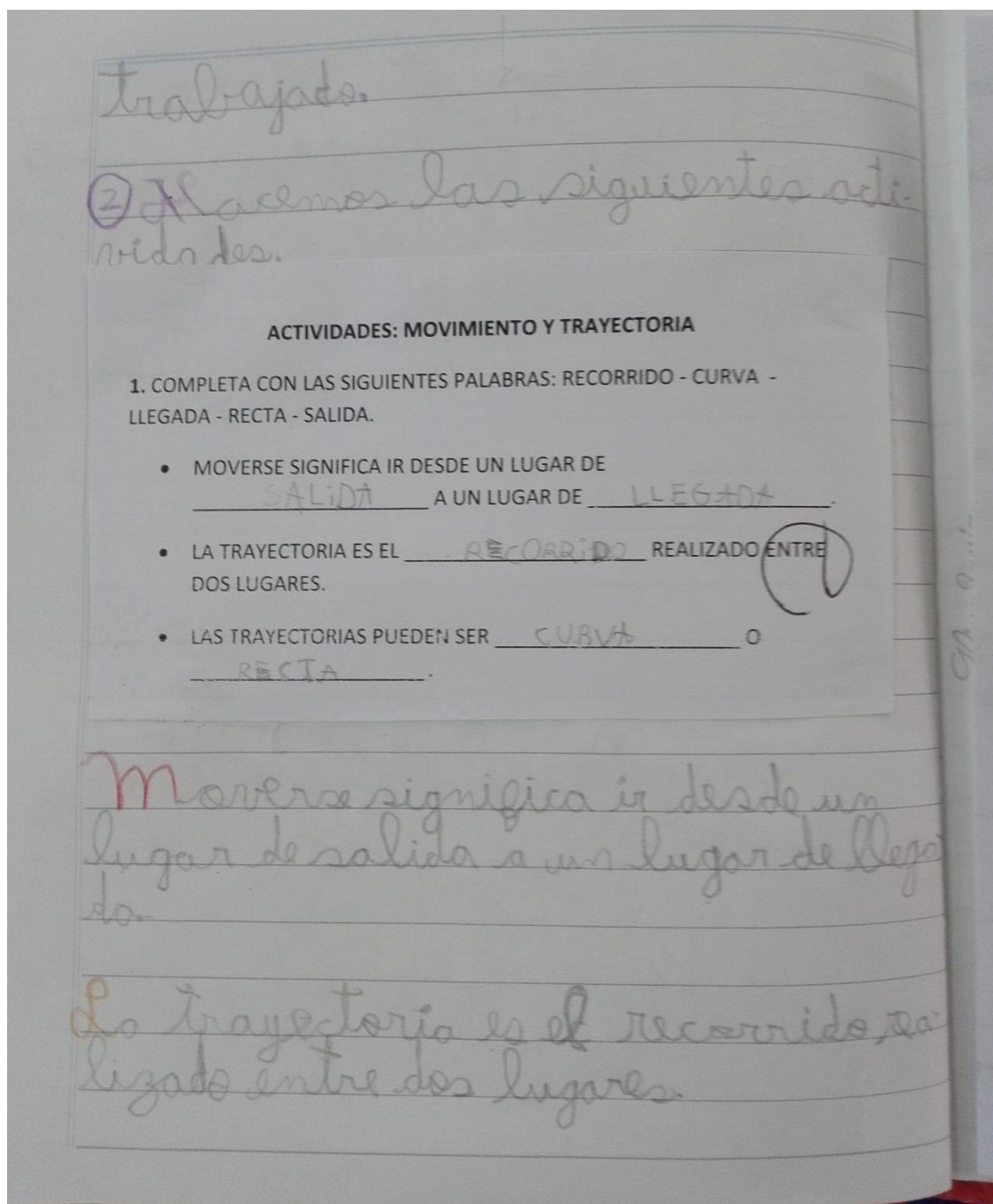


Foto 7.a: Resolución de actividades de consolidación, Secuencia Didáctica *Movimiento y Trayectoria*, realizado por alumno de 2º grado en el año 2017.

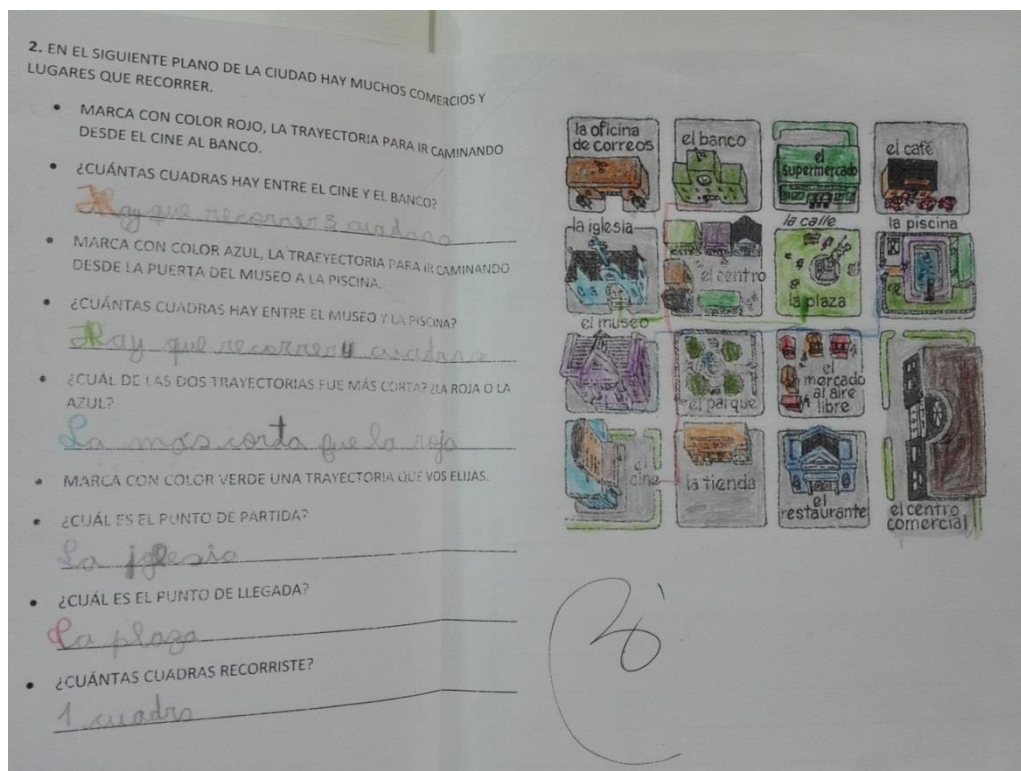


Foto 7.b: Resolución de actividades de consolidación, Secuencia Didáctica *Movimiento y Trayectoria*, realizado por alumno de 2º grado en el año 2017.

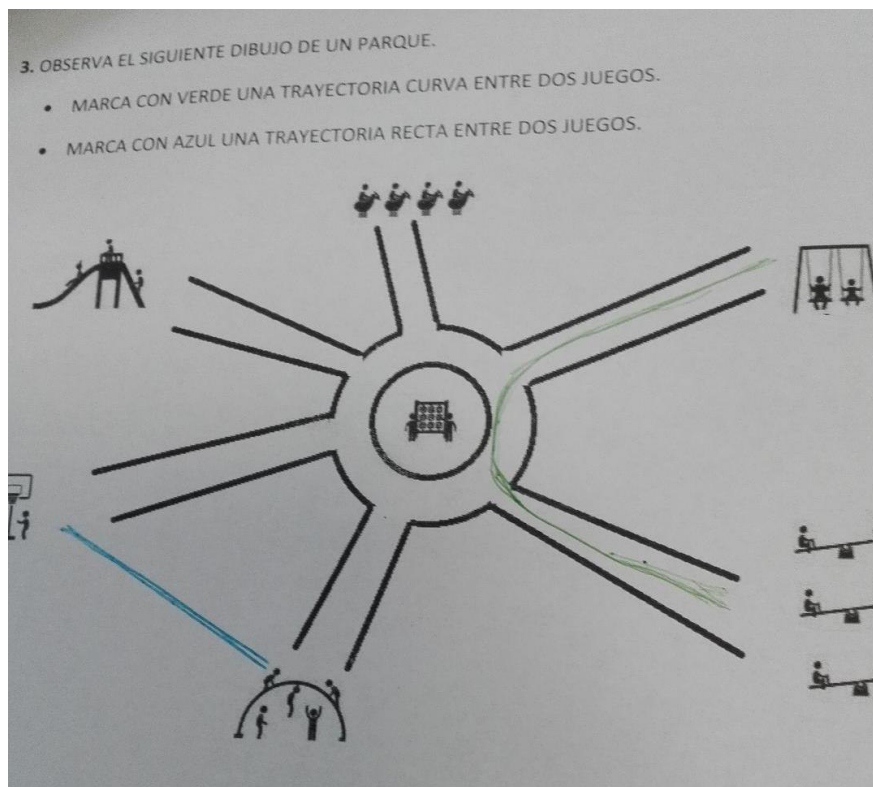


Foto 7.c: Resolución de actividades de consolidación, Secuencia Didáctica *Movimiento y Trayectoria*, realizado por alumno de 2º grado en el año 2017.

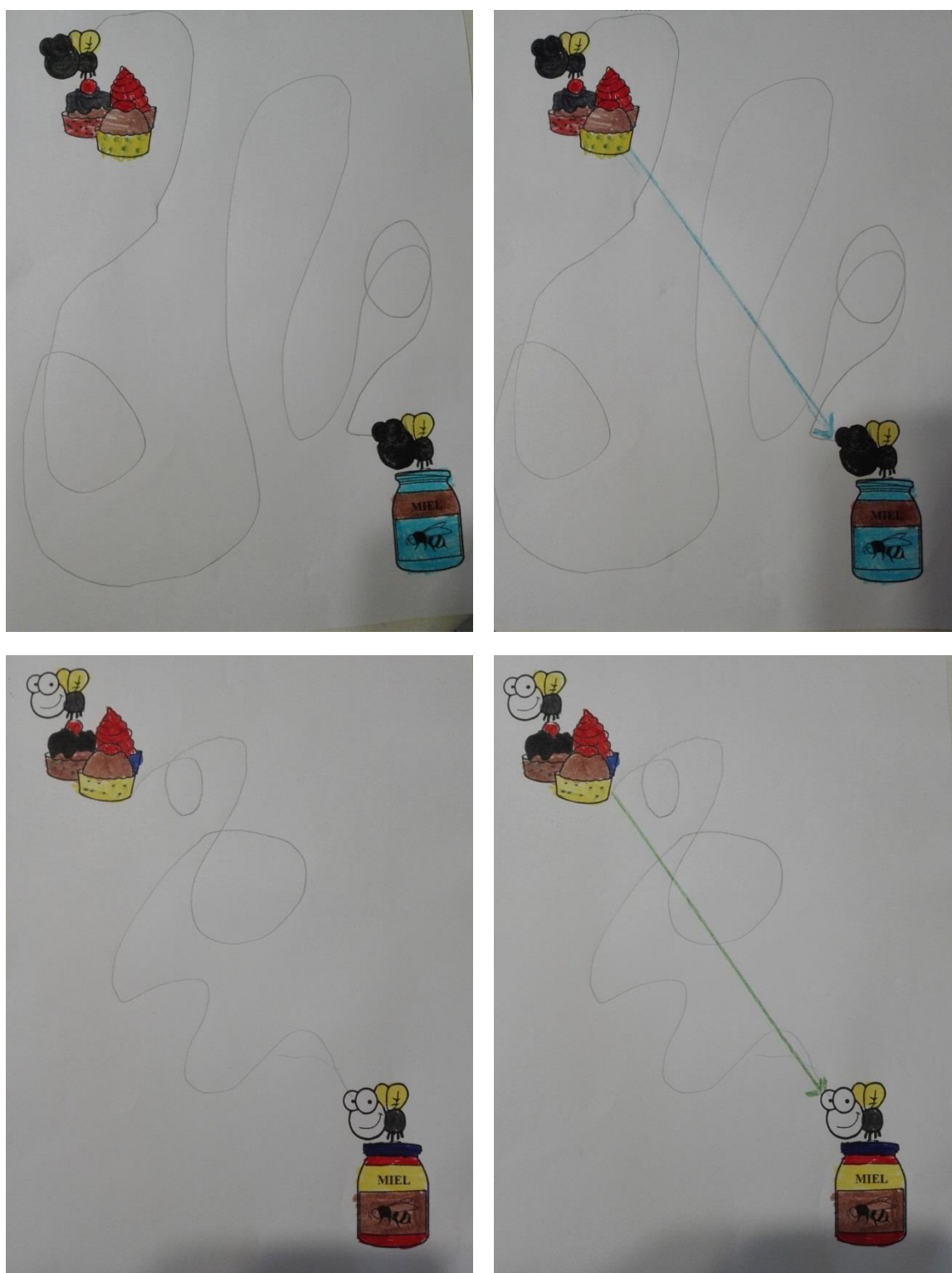


Foto 8: Actividad final de cierre, *El vuelo de la mosca*, Secuencia Didáctica *Movimiento y Trayectoria*, realizado por alumnos de 2º grado en el año 2017.

A partir de las actividades realizadas por los alumnos, las observaciones participantes, y la perspectiva docente, se puede visualizar que la implementación de la secuencia didáctica permitió que los alumnos afianzaran la comunicación oral, presentando un mayor grado de interés y entusiasmo hacia el contenido abordado. A pesar de su corta edad, lograron identificar las variables en juego, realizando conexiones con la vida cotidiana. Diferenciaron claramente los conceptos de movimiento y trayectoria como ejes claves, acompañados de otros como rapidez y tiempo.

Respecto al docente, éste argumentó haber comprendido la metodología de trabajo basada en el aprendizaje activo, sintiéndose a gusto con los resultados alcanzados por sus alumnos.

7. CONCLUSIONES GENERALES

A partir de los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados para la recolección de datos, encuestas docentes, informes de laboratorio, observaciones participantes, podemos sustentar que el objetivo general de este trabajo final de Tesis de maestría de: *Diseñar secuencias didácticas y material de laboratorio para el Nivel Primario, basado en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales, que favorezcan el proceso de enseñanza y aprendizaje, analizando la incidencia de estas propuestas en la formación y la tarea docente y el aprendizaje de los alumnos*, ha sido cumplido.

Específicamente, se diseñaron, validaron e implementaron, dos prácticas didácticas para el nivel primario basadas en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales: a) *Adaptaciones en Ambientes Acuáticos*, destinado a 5° grado; y b) *Movimiento y Trayectoria* para 2° grado. El carácter iterativo en el diseño, validación e implementación de una secuencia de aprendizaje a partir de una DBR permitió el reconocimiento de dificultades, evaluación y reestructuración de las propuestas durante el proceso de ejecución. Se alcanzó entonces la elaboración de prácticas validadas y versátiles, capaces de ser adaptadas al contexto particular de cada curso, o a diversos momentos en el desarrollo de una unidad didáctica. Tal fue el caso de la segunda implementación de la propuesta realizada sobre *Movimiento y Trayectoria*.

Respecto a las dos premisas planteadas al inicio de esta investigación, ambas han sido corroboradas. Por un lado, la capacitación de los docentes en la metodología de trabajo basada en el Aprendizaje Activo de las Ciencias Naturales, favoreció el desarrollo de las prácticas. Específicamente, permitió que los maestros conocieran y consolidaran la lógica de implementación y desarrollo, infiriendo que tendrá repercusión en la reestructuración de prácticas ya elaboradas, como así también en el diseño de futuras propuestas didácticas. Los

docentes manifestaron que se trata de una metodología de implementación muy sencilla de llevar a la práctica, siendo que presenta con claridad qué, cómo y cuándo abordar los contenidos e implementar las actividades, y cómo realizar un manejo adecuado del tiempo y el espacio. Además, argumentaron que tal secuencia de trabajo permite poner en contacto al alumno con una situación particular, facilitando y promoviendo la participación, la interpretación y la comunicación oral y escrita.

Desde el perfil alumno, se ha evidenciado la validez de la hipótesis restante. El abordaje de los contenidos de Ciencias Naturales a partir de la metodología de Aprendizaje Activo, logró despertar interés en los estudiantes frente al conocimiento y a las diversas actividades propuestas. Los alumnos fueron capaces de desarrollar habilidades propias del quehacer científico, como la predicción, la observación, el registro, el análisis y la escritura en ciencias, alcanzando un aprendizaje sólido, crítico, colaborativo y autónomo.

A modo de cierre, se concluye que la metodología de trabajo a partir del Aprendizaje Activo, es factible de ser abordada en Ciencias Naturales en el Nivel Primario. Es capaz de poder adaptarse a diversos contextos y momentos, generando resultados favorables para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

8. APÉNDICES

APÉNDICE A – TRABAJO DE LABORATORIO ADAPTACIONES EN AMBIENTES ACUÁTICOS. GUÍA PARA EL DOCENTE.

Secuencia didáctica de implementación de un Trabajo Práctico de Laboratorio:

ADAPTACIONES EN AMBIENTES ACUÁTICOS

Curso: 5º Año – Nivel Primario

Eje: La vida, diversidad, unidad, interacciones y cambios.¹

La descripción y comparación de diferentes ambientes acuáticos para identificar sus semejanzas y diferencias en cuanto a: sus variables físicas, como luz, turbidez, temperatura o presión; los seres vivos que los habitan; las relaciones entre sus distintos componentes y algunas características adaptativas.

Esto supone:

- Identificar las restricciones (factores limitantes) en cada uno de esos ambientes y relacionarlas con las características que posibilitan la supervivencia en un determinado ambiente, para ampliar la noción de adaptación.
- Reconocer las influencias mutuas entre las necesidades básicas de un organismo y los componentes del ambiente, e identificar algunas regularidades en la organización de los organismos del ambiente acuático, por ejemplo, en relación con el desplazamiento y el sostén.
- Profundizar la noción de adaptación, a partir de reconocer algunas características de los organismos.

¹ Extraídos de Materiales Curriculares para la Educación Primaria. Ciencias Naturales, p. 57. Ministerio de Educación de la Provincia de La Pampa.

Tiempos de ejecución:

Esta práctica de laboratorio se enmarca en una secuencia didáctica más amplia sobre los ambientes acuáticos. El docente trabajará en clases previas este eje conceptual, para finalizar con el concepto de adaptación. Iniciando mediante esta práctica de laboratorio se abordarán características adaptativas de diversos seres vivos del ambiente acuático. La duración de esta actividad se estima entre *dos y tres clases*.

Recursos:

Proyector y computadora/televisor y DVD, Pizarrón, material de laboratorio, fotocopias de actividades.

Espacios:

Aula/ biblioteca/ sala de video, laboratorio. De no contar con un espacio físico de laboratorio, se puede adaptar el contenido al espacio áulico sin necesidad de mayores complicaciones.

Trabajo Práctico de Laboratorio:

ADAPTACIONES EN AMBIENTES ACUÁTICOS

Guía para el docente:

Intervención Docente

El docente entrega a cada alumno la guía de laboratorio (**Apéndice B**), que permitirá ir siguiendo la estructura de esta metodología de abordaje basada en el aprendizaje activo de las ciencias naturales. Particularmente, en cada sección el docente actuará como guía, permitiendo que el alumno vaya construyendo su propio aprendizaje. La guía puede ser presentada de manera general con la totalidad de los pasos, o bien el docente, quien tiene mayor conocimiento de la dinámica del grupo clase, podrá ir entregando de manera fraccionada las partes (situación inicial, predicciones, experimentación y resultados, análisis).

Consideramos que siendo los alumnos correspondientes al 5^{to} año de la educación primaria, es conveniente que empiecen a incorporar el manejo de guías de laboratorio, el modo de interpretarlas y trabajar con ellas. Se propone en cada etapa realizar una lectura de manera general y luego un trabajo en pequeños grupos. Eso favorecerá el intercambio y el aprendizaje de otros contenidos, no sólo disciplinares, sino habilidades propias del quehacer científico.

Sin embargo, esta propuesta quedará supeditada a la decisión del docente, quien tiene conocimiento del grupo de alumnos y su desempeño al momento de trabajar.

Situación presentada:

*Estás mirando un documental sobre la vida en el agua y sus especies. Entre ellas muestran dos tipos de peces que difieren notablemente por sus características. El primero una Vieja del Agua (*Hypostomus commersoni*), y el segundo una Castañeta Rayada (*Australoheros facetus*) o más conocida como chanchita de agua dulce.*

Vos estás un poco distraído con el celular, pero tu hermanito te pregunta por qué uno de los peces sólo se mueve por el fondo, mientras que el otro se desplaza por toda el agua.

¿Qué le responderías a tu hermano?

Intervención Docente:

Antes de responder, el docente propone estudiar un poco más las características de cada especie, analizando directamente el pedacito de documental que mirabas con tu hermano.

Se proyectan los videos: *Buscaespecies - Vieja del Agua* (Disponible en: <http://www.buscaespecies.com/especies/vieja-del-agua/>), y *Buscaespecies - Castañeta Rayada* (Disponible en: <http://www.buscaespecies.com/especies/castaneta-rayada/>). Se procede a una etapa inicial de predicciones, donde se analiza el comportamiento de cada pez

desde lo trabajado en clases anteriores, y desde las ideas previas de los alumnos. Es conveniente que cada alumno responda estas preguntas de manera individual, y luego se conversen de manera general entre todo el grupo clase. **Sugerencia:** es posible contribuir a la observación de las características de dichos peces mediante el análisis directo. Se puede armar una pecera, o si la escuela ya cuenta con una, incorporar dos de estas especies. La castañeta rayada puede ser reemplazada, por ejemplo, por un carpín dorado o goldfish, mientras que la vieja de agua, es fácil de conseguir. Todo esto dependerá de los recursos económicos con que cuente el docente y la escuela. Esto es meramente un complemento. La práctica se puede desarrollar sin este recurso adicional.

Predicción:

- a) ¿Cómo y por dónde se desplaza cada pez en el agua?
- b) ¿Por qué crees que uno anda por el fondo, y el otro nada por todos lados?
- c) ¿Hay *alguien* o *algo* que los ayude a moverse de ese modo?

Intervención Docente:

Para poder responder con mayor precisión, el docente propone la realización de una experiencia que permita analizar que sucede con el comportamiento de uno de los peces observados. Particularmente, de aquel que puede nadar a cualquier profundidad. A continuación se presenta la guía de pasos que deberá hacer el docente, previamente a la clase. Los detalles para el alumno están dados en el **Apéndice B**.

Experimentación:

Materiales:

- Botella de plástico
- Un sorbete / cobertor de lapicera/ palito de chupetín transparente.
- Pistola encoladora o pegamento transparente.
- Plastilina.
- Recipiente con agua (vaso milimetrado de 1000ml, o en su defecto un bol, tazón o táper).
- Molde de pez (opcional).
- Escarbadientes o punzón (opcional).



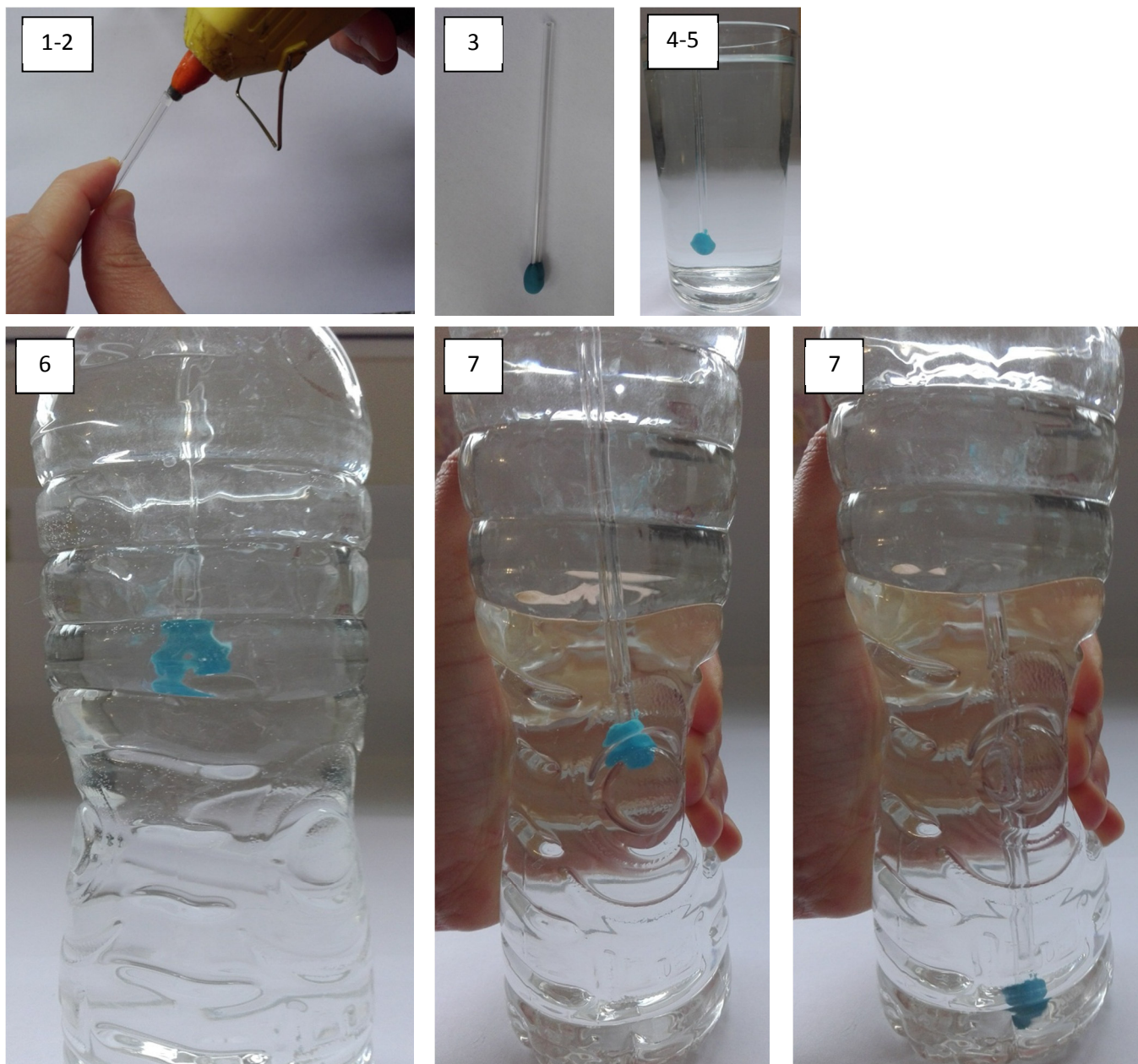
Desarrollo experimental:

Previo a la clase:

1. Toma el sorbete, cobertor de lapicera o palito de chupetín y sella con la pistola encoladora el extremo superior del mismo. Si deseas realizar esta parte con los alumnos, puedes utilizar plastilina para sellar el extremo.
2. Si deseas y tienes una imagen de pez pégala sobre el extremo tapado. Otra opción es que los alumnos dibujen un pez sobre el sorbete.

Durante la clase:

3. Toma el sorbete y coloca una bolita de plastilina pequeña tapando el extremo inferior. Coloca la plastilina de tal modo que rodee el orificio, pero no lo tape. Si se hubiese tapado el orificio realiza una abertura pequeña, atravesando la bolita de plastilina con el escarbadietes o punzón, desde el exterior al interior del tubo.



4. Llena el recipiente de agua, e introduce el tubo de manera vertical, quedando la bolita de plastilina en la parte inferior.
5. Con cuidado, ajusta la cantidad de plastilina en la parte inferior, de modo que el sorbete quede flotando y sobresalga apenas del agua.
6. Llena la botella hasta el borde con agua y mete el sorbete. Este debería flotar arriba. Cierra la botella evitando dejar espacio libre en la misma.

7. Realiza las preguntas de observación. Intenta comprimir el centro de la botella modificando la presión, haciendo que el cuerpo baje y suba en su interior. Ten en cuenta que si el sorbete o palito es transparente podrás visualizar el ingreso y salida de agua a su interior.

Intervención Docente:

El docente guiará la observación y el debate a partir de una serie de preguntas motivadoras que permitirán al alumno indagar sobre lo trabajado.

Preguntas de observación:

- I. ¿Qué se puede hacer para que el sorbete baje al fondo?
- II. ¿Qué pasa si aprieto y suelto la botella?
- III. ¿Por qué ocurre esto?
- IV. ¿Qué le sucede al tubo?

Análisis y conclusiones:

1. Pensemos en nosotros, ¿qué hacemos para flotar en la pileta, por ejemplo, cuando hacemos la planchita?
2. ¿Y los peces, que no tienen pulmones, qué pasará?
3. Retomando el documental y el problema inicial, el pez de nuestra experiencia (tubo) ¿a cuál se parece: a la vieja de agua o la castañeta rayada que puede subir, bajar o mantenerse a una cierta profundidad? ¿Por qué?
4. ¿Cómo hará entonces la castañeta rayada para subir o bajar en el agua? ¿O para mantenerse nadando en un mismo nivel?
5. ¿Qué características tendrá para poder realizar este modo de desplazamiento y mantenerse en equilibrio?

6. ¿Por qué crees que se observan estas características en unos peces y en otros no?
7. ¿Por qué la vieja de agua no presenta las mismas características? ¿Qué otras características tiene? ¿Para qué le sirven?

Intervención Docente:

En esta etapa, es importante que el docente colabore como guía para que los alumnos construyan desde la indagación la idea de que existe *algo* que debe vaciarse o llenarse para cambiar la densidad del pez, y que le permite subir o bajar y mantenerse a un mismo nivel. Cabe aclarar que el concepto de densidad, si bien no se detalla específicamente dentro de los contenidos enmarcados en los materiales curriculares, se puede abordar desde la idea de que modificando la masa o el volumen de un cuerpo, cambiamos su flotabilidad en un mismo líquido. Para esto, es bueno hacer la analogía con la persona, haciendo referencia a cómo el ser humano puede modificar la densidad para flotar en una pileta manteniendo aire en los pulmones. Sin embargo, los peces no tienen pulmones, por lo que deberán tener otro tipo de compartimento que pueda ser llenado y vaciado de gas. En este caso, los peces tienen un compartimento que se conoce como vejiga natatoria que se llena de gas (oxígeno extraído del agua) para poder ascender, o que se vacía para poder descender y luego permanecer en un mismo nivel. Para esto, el docente cuenta con un apunte bibliográfico complementario sobre el caso particular de la vejiga natatoria (anexo al final de esta guía docente).

Simultáneamente, el conocimiento de este órgano sirve para introducir la idea de adaptación. El caso de la castañeta rayada es un ejemplo de que las especies experimentan adaptaciones biológicas.

Esto permitirá el análisis o construcción de una respuesta final.

A modo de cierre, el docente procede a:

- armar un resumen en el pizarrón con las ideas principales.
- pedir a los alumnos que escriban con sus palabras cuáles son las conclusiones de la experiencia, es decir, cuál es la característica de un pez que determina que se mantenga a un cierto nivel de profundidad de nado mientras que el otro no.
- solicitar que completen un cuadro con las conclusiones. A modo de ejemplo presentamos este cuadro a continuación.

Conclusiones

En la experiencia: El sorbete sube porque: _____ . El sorbete baja porque: _____ .

En el documental: La castañeta de agua puede desplazarse por todos lados gracias a sus aletas y fuerzas musculares. Pero además posee un órgano llamado _____ que colabora en el desplazamiento y principalmente le ayuda a mantenerse en equilibrio a una cierta profundidad. La vieja de agua, en cambio SI / NO posee este órgano.

Intervención Docente:

Luego de la puesta en común, y de las características reconocidas, es importante plasmar en forma escrita, el recorrido realizado. Para esto, se contará con una planilla de escritura de informes de laboratorio. El mismo se estructura de la siguiente manera: Portada (título, autores, materia, docente, fecha de entrega), objetivo, experimentación (materiales, procedimiento), resultados y observaciones, conclusiones. El docente podrá optar por la realización de esta actividad de manera individual, de a pares o en grupos de mayor número de alumnos. Esta planilla, mostrada a continuación, tiene la facilidad de poder ser adaptada,

al igual que la guía inicial, según los procedimientos o saberes que el docente quiera priorizar y/o evaluar. Por ejemplo, si el docente realiza la experiencia sin dar la totalidad de la guía inicial, podrá pedir que completen toda la planilla de escritura, incluyendo los materiales utilizados, los pasos seguidos. Si en cambio se da la guía inicial será más conveniente pedir solo el objetivo y las conclusiones. Eso queda a elección del docente al momento de implementar la guía.

PLANILLA DE ESCRITURA: INFORME FINAL DE LABORATORIO

🚧 **Título:** _____

🚧 **Autores:** _____

🚧 **Materia:** _____

🚧 **Docente:** _____

🚧 **Fecha de entrega:** _____

OBJETIVOS (¿Qué queremos responder? ¿Qué queremos lograr?)

- _____
- _____
- _____

EXPERIMENTACIÓN

Materiales (¿Qué materiales usamos?)

- _____
- _____

Desarrollo Experimental (¿Qué hicimos?)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

RESULTADOS (¿Qué observamos?)

CONCLUSIONES (¿Pudimos lograr lo que queríamos?)

Intervención Docente

Luego de la redacción, el docente retoma las características vistas y pregunta respecto a otros organismos vivos, en este caso una planta. De este modo, se da lugar a la observación y estudio de otras especies de ambientes acuáticos y de las características adaptativas que presentan cada una.

Ejercicio de consolidación

La *Aldrovanda Vesiculosa*, una especie de planta acuática y carnívora, capaz de mantenerse en suspensión cerca de la superficie. ¿Por qué?

Apunte bibliográfico complementario para el docente.

Adaptaciones: El caso de la vejiga natatoria

El porqué de las adaptaciones

Los principios de la teoría de Charles Robert Darwin (1809-1882) establecen una relación directa entre la población² y el ambiente³. La población evoluciona continuamente a partir de la interacción de los individuos con el ambiente, permitiendo la supervivencia y reproducción de sólo un porcentaje de los mismos. Este proceso es denominado Selección Natural. El ambiente funciona como un filtro, determinando que aquellas características menos funcionales se eliminen con el paso del tiempo. Esto significa que prevalecerán los individuos de la especie que presenten características estructurales y funcionales que aumenten la posibilidad de supervivencia en un cierto hábitat. Las adaptaciones se han ido dando desde las primeras especies que han habitado nuestro planeta.

Un ambiente muy interesante a analizar es el ambiente acuático. La gran variedad de especies marinas o de agua dulce que encontramos, permite visualizar y reconocer a simple vista tales modificaciones. El color, la forma, el tamaño, la estructura general de cada individuo en diferencia a otro, son simples evidencias de la evolución. Un ejemplo muy común de adaptación en ambientes acuáticos es la capacidad de osmorregulación. Todo organismo en general debe mantener su medio interno estable con el exterior. En el caso de los seres humanos, casos sencillos de osmorregulación son los mecanismos de regulación de la temperatura como la transpiración. En el caso de algunos peces la osmorregulación se relaciona con los ciclos de vida. Este es el caso del salmón, que migra entre al agua de mar y el agua dulce debido a su ciclo reproductivo. Su epitelio branquial debe entonces cambiar

² Población: conjunto de individuos de una misma especie que coexisten en un ambiente determinado, cuya interacción afecta la diversidad/características de la siguiente generación.

³ Ambiente: entorno que rodea a los seres vivos y que condiciona sus circunstancias vitales.

para adaptarse a las variaciones de salinidad del medio. La modificación epitelial les permite absorber y excretar las sales según el entorno donde se encuentren.

Otra adaptación importante que condiciona el ciclo de vida, el nado y la búsqueda de alimentos está enteramente relacionada con la flotabilidad. Algunas especies de agua dulce o salada, presentan estructuras específicas que intervienen en estos procesos. Este es el caso de la vejiga natatoria, cuya función principal es la de órgano hidrostático dando estabilidad al individuo. Además, tiene funciones accesorias para la respiración, la producción y percepción de sonido, o el almacenamiento de grasa. El estudio de la vejiga natatoria no fue tan claro a lo largo de la historia como otros procesos adaptativos, y la aparente sencillez de su funcionamiento puede generar obstáculos en su comprensión. De allí que merece un tratamiento más profundo.

Un poco de historia...

Carrasquer Zamora y otros (2013), en el artículo *La transposición didáctica del funcionamiento hidrostático de un órgano complejo: la vejiga natatoria de los peces*, presentan una reconstrucción histórica de la interpretación de este órgano y su uso en forma resumida. En este artículo, se puede observar más detenidamente las publicaciones de base que sustentan este recorrido histórico presente a continuación:

1. Aristóteles (siglo IV a. C.): señala a la vejiga natatoria como el órgano encargado de algunos de los sonidos emitidos por los peces.
2. Galileo (1638): dice que los peces son capaces de mantenerse en reposo en cualquier lugar o momento gracias a una vejiga comunicada a la boca mediante un tubo. Analiza la vejiga natatoria de los peces con el propósito de fabricar

termoscopios (dispositivo que muestra cambios en la temperatura, antecesor del termómetro).

3. Maggioti (1648): Introduce las primeras explicaciones y representaciones del diablillo cartesiano o ludió, sustentando su funcionamiento en analogía con la vejiga natatoria presente en algunos peces.

4. Boyle (1675): apoyándose en las proposiciones de Arquímedes, sugiere que cuando el pez sube experimenta una menor presión determinando un aumento en el tamaño de la vejiga, mientras que al bajar la presión aumenta y la vejiga disminuye. A pesar de supuestos experimentales surge la inquietud: ¿el pez sube, disminuye la presión y aumenta el tamaño de la vejiga y por lo tanto el del pez? O ¿el pez aumenta el tamaño por capacidad muscular o captando gases que hacen que se eleve?

5. Borelli (1680): defiende la postura de Boyle afirmando que la vejiga aumenta o disminuye su tamaño por acción de músculos internos o externos del pez. Esto variaría el tamaño del pez y por lo tanto modificaría su densidad (igual masa en menor o mayor volumen)

6. Artedi (1738): describe especies sin vejiga, con vejiga aislada o con vejiga conectada con el tubo digestivo.

7. Delaroche (1809): establece la hipótesis de que la vejiga no varía el peso específico del pez para poder subir o bajar, sino que lo iguala al del agua para mantener el nivel de equilibrio.

8. Weber (1820): desarrolla una descripción de conexiones entre la vejiga y el aparato acústico.

9. Moreau (1876): junto con otros científicos ratifican la idea de la vejiga como órgano de estabilidad. Además, asegura que puede ser peligrosa para los peces que la

poseen dado que altera el movimiento vertical. La capacidad de desplazamiento la atribuye al movimiento de las aletas y a las fuerzas musculares. Y como consecuencia del cambio de presión debido a los movimientos verticales, el pez debe acomodar el tamaño de la vejiga para mantener la presión interna constante. Esto significa que el tamaño dependerá exclusivamente de la presión del agua sobre el pez y de la presión del gas en el interior de la vejiga.

10. Guillemin (1893): escribe un tratado haciendo notar la importancia del nombre. Si bien se le dice vejiga “natatoria”, su función no es facilitar los desplazamientos verticales, sino permanecer estable en un nivel. La vejiga se dilata cuando el pez se eleva a cierto nivel donde se encuentra en equilibrio dada la igualación de su densidad con la del agua. Si en cambio, el pez desciende, la presión exterior aumenta y el pez debe aumentar su densidad para poder mantener el equilibrio, por lo tanto la vejiga se contrae. Por supuesto que para no caer al fondo deberá hacer uso del movimiento de las aletas.

11. Hall (1924): reafirma la idea de la vejiga como estabilidad.

12. Aguilar (2000): describe más sencillamente lo anterior diciendo que la vejiga ayuda al pez a permanecer a una profundidad determinada que depende de la densidad del pez. Cuando el pez desciende por movimientos de las aletas, la mayor presión comprime su vejiga lo cual determina que descienda más. En sentido contrario, si el pez asciende, disminuye la presión exterior, la vejiga se distiende y sube más rápido. El pez no puede oponerse voluntariamente a estos cambios dado que no existen fibras musculares en la vejiga.

El funcionamiento de la vejiga natatoria

A partir de este sencillo recorrido, se ve que los peces que poseen vejiga natatoria, se desplazan por fuerzas musculares, utilizando la natación y las aletas, pero muchos de ellos son capaces de permanecer en equilibrio gracias a la igualación de sus densidades con la del agua. Dicha variación en la densidad está determinada por el cambio de tamaño de la vejiga natatoria debido a la presión externa. Esto significa que la vejiga natatoria es un órgano de estabilidad.

Debe quedar muy en claro que existe un cambio en la densidad. La densidad es una propiedad que relaciona la masa⁴ con el volumen⁵ de un cuerpo. Sencillamente, nos da una medida de la cantidad de masa o materia contenida en un cierto espacio. En esta situación no existe cambio en la masa del pez, pero sí en el volumen de la vejiga. Al bajar, la presión externa aumenta, la vejiga se comprime y la densidad neta del pez aumenta. En forma inversa, al subir la presión externa disminuye, la vejiga se distiende y la densidad neta disminuye, ayudando al ascenso y equilibrio en un nivel de menor profundidad.

Para entenderlo de manera más sencilla, pensemos en una analogía. Si bien se trata de una experiencia muy rudimentaria, el conocido buzo, diablillo de Descartes o ludióon puede ser un modelo a utilizar (**Figura 1**). ¿En qué consiste esta experiencia?

Se toma un sorbete o palito de chupetín sellando el extremo superior con pegamento o plastilina. En el extremo inferior abierto se coloca una masa que adiciona peso al palillo, pero sin tapar el orificio (**Figura 1.a.**). La masa debe ser tal que al sumergirlo en un recipiente con agua el dispositivo quede flotando con una mínima parte fuera de la superficie. Luego se lo traslada a una botella plástica transparente llena de agua y se tapa evitando dejar aire dentro de la botella (**Figura 1.b.**). Sin girar la botella, se puede observar que al generar una mínima

⁴ Masa: cantidad de materia que posee un cuerpo.

⁵ Volumen: espacio que ocupa un cuerpo.

compresión en la zona central de la botella, el cuerpo (palillo) baja y se mantiene a una cierta altura. Al dejar de presionar desde el exterior, el cuerpo vuelve a la superficie (**Figura 1.c**). ¿Por qué sucede esto?

A medida que se presiona, el agua comprimida en la botella ingresa por el orificio inferior abierto ocupando parte del interior del sorbete. De este modo, el sorbete varía su densidad. Evidentemente se modifica la cantidad de masa en el mismo volumen (mayor masa en igual volumen determina una mayor densidad). Al hacerse más denso, baja. Al dejar de presionar, el agua sale del sorbete disminuyendo la densidad y por lo tanto sube. Cabe aclarar que en este modelo la densidad se modifica como consecuencia de un aumento en la masa, mientras que en la vejiga natatoria se modifica el volumen.

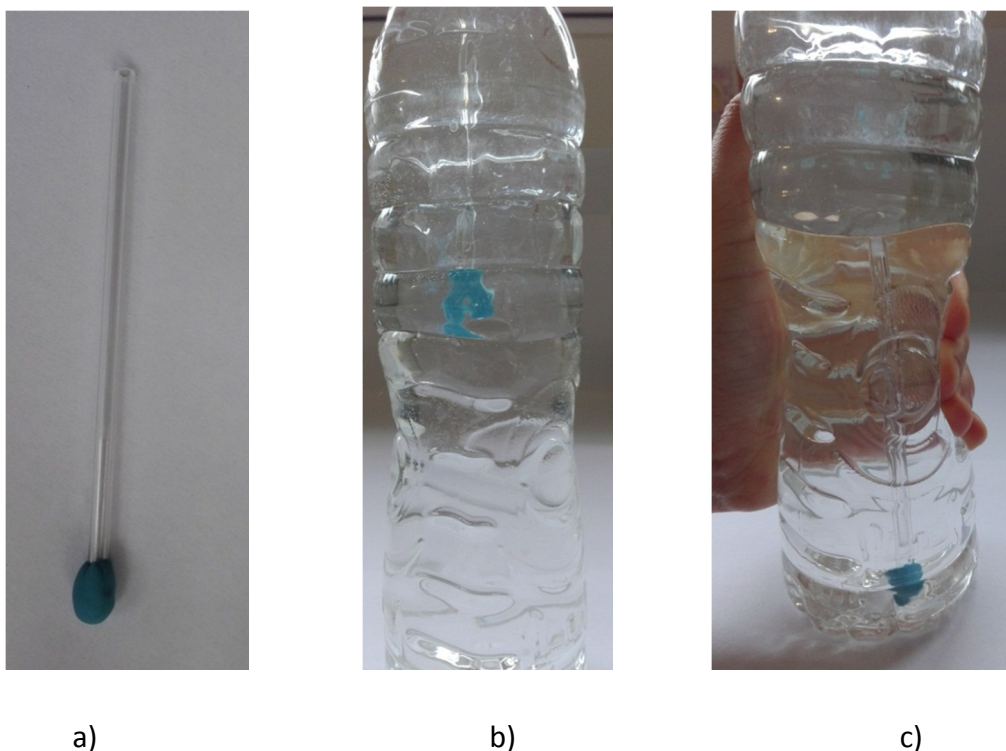


Figura 1: Ludi3n o diablillo de Descartes. a) Dispositivo sumergible con extremo superior sellado con pegamento y masa en el extremo inferior. b) Dispositivo flotando dentro de la botella. c) Dispositivo en la parte inferior de la botella al ingresar agua a su interior debido a la presi3n externa.

Volviendo al ejemplo de los peces con vejiga natatoria, ocurre algo parecido al ludi3n. Como podemos ver en la **Figura 2**, la vejiga natatoria es un 3rgano en forma de bolsa

ubicado debajo de la espina dorsal de algunos peces. Si bien es una característica muy común, existe una gran variedad de peces que viven sin ella. Esta bolsa es llenada o vaciada de gas con el propósito de adecuar la densidad del pez a la del agua. El gas más utilizado es el oxígeno, pero también puede tratarse de dióxido de carbono o nitrógeno. Para el llenado o vaciado de la vejiga, en términos sencillos, existen dos posibles mecanismos según la especie. Hay peces que presentan una conexión entre la vejiga y el esófago, mientras que otros poseen una glándula de secreción, que les permite extraer el oxígeno desde la sangre.

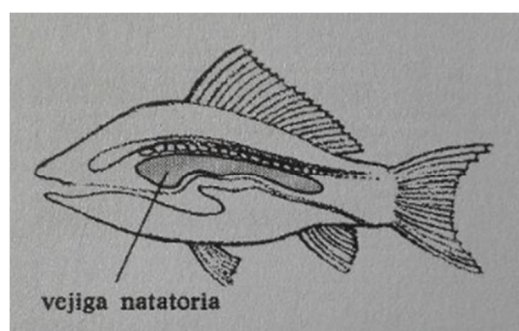


Figura 2: Vejiga natatoria de un pez. Figura 7.21. Página 165. Física para las Ciencias de la Vida (A. H. Cromer).

El pez desciende cuando su densidad es mayor y asciende cuando su densidad es menor. Sin embargo, cabe destacar que su masa no se modifica. La densidad del pez varía como consecuencia del volumen variable de su vejiga natatoria. Cuando la vejiga se llena de gas, aumenta el volumen de la misma, determinando que la densidad neta del pez disminuya (lo que ocurre al estar arriba). Mientras que al bajar, dado que aumenta la presión externa (la presión aumenta con la profundidad), se comprime la vejiga y por ende la densidad neta del individuo es mayor. La distensión o compresión de la vejiga es consecuencia de la variación de presión externa y permite al pez tanto ascender, descender como mantenerse en equilibrio.

Actualmente, esta característica adaptativa que presentan muchos peces, les facilita el desplazamiento, por ejemplo para la búsqueda de alimento. Existen otras especies como las

conocidas brujas de agua, que no poseen esta vejiga. Presentan otras características como la boca en forma de ventosa, o los dientes que les permiten mantenerse adheridas al fondo y conseguir su alimento a partir del raspado de piedras.

Bibliografía:

Carrasquer Zamora, J.; Ponz Miranda, A y Álvarez Sevilla, M. V. (2015). Evolución de la iconografía del diablo cartesiano y su uso educativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 95-118.

Carrasquer Zamora, J.; Ponz Miranda, A.; Álvarez Sevilla, M. V.; Lázaro Peinado, C. y Bujeda Gómez, J. (2013). La transposición didáctica del funcionamiento hidrostático de un órgano complejo: la vejiga natatoria de los peces. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*. Nº 27, 255-269, ISSN 0214-4379.

Cromer, A. H. (1996). *Física para las Ciencias de la Vida*. Segunda Edición. España: Editorial Reverté. ISBN: 978-968-6708-31-8.

Kane, J. W. y Sternheim, M. M. (1987). *Física*. Barcelona, España: Editorial Reverté.

Pascual Giménez, C. *Adaptaciones fisiológicas de los animales acuáticos (principalmente peces y crustáceos) frente a los estresores físicos, químicos, geológicos y biológicos en sistemas marinos y dulceacuícolas*. Ensayo de examen predoctoral.

Disponible en:

http://intranet.sisal.unam.mx/material_apoyo_files/2%20Ensayo%20predoctoral%20sobre%20adaptaciones%20fisiologicas.pdf . Última consulta: 18 de Julio de 2018.

Tarifeño, E. (2004). *Cap. 17: Adaptaciones fisiológicas de animales marinos, en: Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y procesos. Tomo I*. Chile: Editor Werlinger I. C.

Villar, R.; López, C. y Cussó, F. (2013). Capítulo 13: Fluidos ideales: la flotación. En: *Fundamentos Físicos de los procesos biológicos. Vol. 2.- Calor y dinámica de fluidos en los seres vivos*; San Vicente, Alicante, España: Editorial Club Universitario.

APÉNDICE B – TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO: ADAPTACIONES

EN AMBIENTES ACUÁTICOS. GUÍA PARA EL ALUMNO.

Trabajo Práctico de Laboratorio:



ADAPTACIONES EN AMBIENTES ACUÁTICOS

Situación presentada:

Estás mirando un documental sobre la vida en el agua y sus especies. Entre ellas muestran dos tipos de peces que difieren notablemente por sus características. El primero una Vieja del Agua, y el segundo una Castañeta Rayada o más conocida como chanchita de agua dulce.

Vos estás un poco distraído con el celular, pero tu hermanito te pregunta por qué uno de los peces sólo se mueve por el fondo, mientras que el otro se desplaza por toda el agua.

¿Qué le responderías a tu hermano?



Para poder responderle a tu hermanito, miremos los siguientes videos de Buscaespecies:

- ✓ Buscaespecies: Vieja del Agua.
- ✓ Buscaespecies: Castañeta Rayada.

PREDICCIONES

Si ya miraste el video, responde de manera individual a cada una de estas preguntas. Si te cuesta pensar la respuesta o no te acuerdas mucho, intenta responder con una sola palabra o frase cada pregunta.



VIEJA DEL AGUA

CASTAÑETA RAYADA

¿Cómo y por dónde se desplaza?

¿Cómo y por dónde se desplaza?

¿Por qué anda por el fondo?

¿Por qué puede nadar por todos lados?

¿Hay alguien o algo que le ayude?

¿Hay alguien o algo que le ayude?

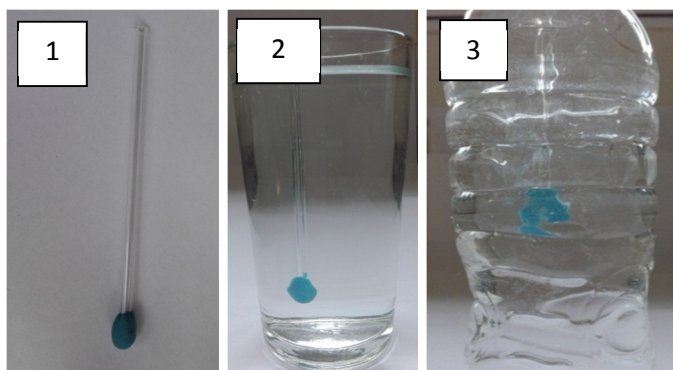
Luego de responder brevemente las preguntas anteriores, comparte y discute las respuestas con tu docente y tus compañeros.

!!!MANOS A LA OBRA!!!

¡Ahora sí! Vamos a realizar una actividad que nos permita pensar con más profundidad cómo se comportan estos peces y en qué otras cosas se diferencian.

¿Qué materiales vamos a necesitar?

- Botella de plástico.
- Un sorbete / cobertor de lapicera/ palito de chupetín transparente, tapado desde un extremo.
- Plastilina.
- Recipiente con agua (vaso milimetrado de 1000ml, o en su defecto un bol, tazón o táper).
- Escarbadientes o punzón.



Y ahora... ¿qué hacemos?

1. Toma el palito de chupetín, y del lado donde no está tapado, coloca un trocito de plastilina. Revisa que el agujerito no quede tapado, y si es necesario abre el orificio con un palillo o punzón.
2. Llena el vaso o táper con agua y pone el palito con la plastilina hacia abajo. Revisa que quede flotando. Si se hunde, sácalo y quita parte de la plastilina. Continúa probando hasta que quede flotando y sobresalga apenas del agua.
3. Llena la botella de agua y sumerge el palito con la plastilina hacia abajo. Cierra la botella cuidando que no quede aire dentro.



¿OBSERVAMOS?

I. ¿Qué se puede hacer para que el “pez” de la botella baje al fondo?

II. ¿Qué pasa si aprieto y suelto la botella?

III. ¿Por qué ocurre esto?

IV. ¿Qué le sucede al tubo?

PENSEMOS...

I. ¿Qué hacemos para flotar en la pileta, por ejemplo, cuando hacemos la planchita?



II. ¿Y en los peces qué pasará? Recordemos que no tienen pulmones.

III. Retomando el documental y el problema inicial, el pez de nuestra experiencia ¿a cuál se parece: a la vieja de agua o la castañeta rayada que puede subir y bajar manteniéndose en un lugar a cierta profundidad? ¿Por qué?

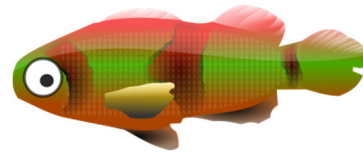
IV. ¿Cómo hará entonces la castañeta rayada para subir o bajar en el agua? ¿O para mantenerse nadando en un mismo nivel?

V. ¿Qué características tendrá para poder realizar este modo de desplazamiento y mantenerse en equilibrio?

VI. ¿Por qué crees que se observan estas características en unos peces y en otros no?

VII. ¿Por qué la vieja de agua no ha desarrollado las mismas características? ¿Qué otras características tiene? ¿Para qué le sirven?

CONCLUSIONES



En la experiencia:

➤ El sorbete asciende porque _____

➤ El sorbete desciende porque: _____

En el documental:

➤ La castañeta de agua puede desplazarse por todos lados gracias a sus aletas y fuerzas musculares. Pero además posee un órgano llamado _____, que colabora en el desplazamiento y principalmente le ayuda a mantenerse en equilibrio a una cierta profundidad.

➤ La vieja de agua, en cambio SI / NO presenta este órgano.



Para la entrega del informe final de laboratorio, utiliza la siguiente planilla:

Planilla de escritura de informes de laboratorio.

INFORME DE LABORATORIO

✚ Título: _____

✚ Autores: _____

✚ Materia: _____

✚ Docente: _____

✚ Fecha de entrega: _____

OBJETIVOS (¿Qué se quiere lograr?)

➤ _____

➤ _____

➤ _____

EXPERIMENTACIÓN

Materiales (¿Qué elementos se usaron para realizar la experiencia?)

➤ _____

➤ _____

➤ _____

- _____
- _____
- _____

Desarrollo Experimental (¿Qué pasos se siguieron para realizar la experiencia?)

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

RESULTADOS (¿Qué se observó luego de hacer la experiencia?)

CONCLUSIONES (¿Se pudo dar respuesta al problema inicial? ¿Se logró lo buscado?)

APÉNDICE C - SECUENCIA DIDÁCTICA: MOVIMIENTO Y TRAYECTORIA

GUÍA PARA EL DOCENTE

Secuencia didáctica con implementación de prácticas de laboratorio:

MOVIMIENTO Y TRAYECTORIA

Curso: 2º Año – Nivel Primario

Eje: Los fenómenos del mundo físico⁶

El movimiento de los cuerpos y sus causas. Estado de reposo y de movimiento.

Trayectorias.

Esto supone:

- Observar, comparar y registrar desplazamientos de cuerpos mediante experiencias sencillas, como espontáneos y forzados, rectos y curvos.
- Diferenciar cuando un cuerpo se halla en estado de reposo o en estado de movimiento.
- Aproximarse a la idea de que es necesario un marco de referencia, respecto del cual se pueda advertir el movimiento como un campo espacial y temporal.
- Aproximarse al concepto de trayectoria como el camino recorrido por un cuerpo.
- Asociar el concepto de rapidez al tiempo que demora un cuerpo en completar su recorrido.
- Expresar oralmente o por escrito las ideas trabajadas, ampliando progresivamente el vocabulario específico.

⁶ Extraído de Materiales Curriculares para la Educación Primaria. Ciencias Naturales, p. 33. Ministerio de Educación de la Provincia de La Pampa.

Tiempos de ejecución:

La secuencia presentada está planificada para una duración de cinco clases de aproximadamente 1,5 horas reloj (equivalente a 90 minutos, 2 horas cátedra de 45 minutos cada una). Este tiempo queda sujeto a las condiciones de entorno en el que se desarrolle la actividad.

Recursos:

Pizarrón, material de laboratorio, fotocopias de actividades, lápices de colores.

Espacios:

Aula, biblioteca/ laboratorio/ gimnasio (espacio amplio donde realizar la práctica). De no contar con un espacio físico amplio, se puede adaptar el contenido al espacio áulico como se plasmará en la secuencia.

SECUENCIA DIDÁCTICA: MOVIMIENTO Y TRAYECTORIA

Clases N° 1, 2.

Situación presentada:

El docente narra el siguiente cuento:

Arbolito era un niño que tenía 7 años, así, como ustedes más o menos. Le decían Arbolito porque su cabeza estaba llena, llena, llenísima de rulos, como la copa de un árbol. ¿Vieron cómo esos árboles que solemos dibujar, todos llenos de rulos? Así era la cabeza de Arbolito.

Un día Arbolito estaba ayudando a su abuela Leticia a preparar un rico pastel de papa. La abuela había preparado el relleno de carne. Le había puesto cebolla rehogada, pimienta bien cortadito, un poquito de especias, como el orégano, que tanto le gustaba a toda la familia. Una hojita de laurel que Arbolito había cortado con sus propias manos de la huerta del jardín; una pisca de pimienta y sal, salsa de tomate, huevo duro picado, y por supuesto las infaltables aceitunas y pasas de uvas que a Arbolito le fascinaban.

Cuando estuvo todo listo, la abuela Leticia se dirigió a la despensa. Abrió el cajón de las papas y: ¡¡¡Oh!!! ¡Vaya sorpresa! NO – HABÍA - NADA. Sólo quedaba un papín en el fondo del cajón. Pero eso no le alcanzaba ni para un bocado de pastel. ¡Qué grave problema! Sólo debía pensar: cambiaba el menú o iba a la verdulería.

Como eran las 10,30 de la mañana y faltaba un buen rato para que se hiciera la hora de ir a la escuela, decidió ir de una escapada a la verdulería. Llamó a su nieto y le dijo: Arbolito, ¿me acompañas a la verdulería? ¡Por supuesto abuela!, contestó Arbolito.

- ¿Qué te parece querido, - dijo la abuela –Vamos en auto o caminando?

- Vamos en auto abuela, estoy un poquito cansado porque me levanté temprano hoy, y después me voy a dormir en la escuela.

- A ver Arbolito, ¿qué te parece si pensamos bien las opciones?

Intervención Docente:

El docente detiene el cuento e interviene haciendo preguntas como: ¿Qué habrán decidido Arbolito y su abuela Leticia? ¿Quieren que los ayudemos a decidir?

Explica que para ayudar a los personajes del cuento, van a repasar la situación. Para ello cuenta con una guía de laboratorio de uso exclusivo para el docente. En la misma se encuentra la siguiente etapa de predicciones.

Predicciones:

- a) ¿Dónde está Arbolito cocinando?
- b) ¿A qué lugar debe ir con su abuela?
- c) ¿Queda muy lejos? ¿Cómo se dieron cuenta?
- d) ¿Cuánto se moverá si va en auto? ¿Y caminando? ¿Qué camino les recomendarías? ¿Por qué? ¿Qué les parece si antes de contestar estas preguntas jugamos un rato?

Intervención Docente:

El docente invita a los alumnos a ponerse en situación a partir de la práctica/actividad de laboratorio, que denominará juego, dado el curso y nivel donde se está trabajando: “¿Qué les parece si antes de responder jugamos?”

El docente extenderá las plantillas del barrio ubicándolas según la sección de experimentación presentada a continuación. El maestro actúa como guía durante el desarrollo de toda la práctica.

Experimentación:

Materiales⁷:

- Plantillas del barrio.
- Tarjetas de indicaciones.
- Grupos de figuras geométricas de igual tipo y color (tantas como grupos de aula a conformar).
- Cinta de papel.
- Lápiz y goma.
- Planilla de registro.
- Billetes de juguete.

Desarrollo experimental:

1. Colocar las plantillas del barrio según la numeración, dejando aproximadamente dos baldosas entre ellos para que los alumnos puedan caminar.



2. Dividir a los alumnos en grupos de aproximadamente cuatro o cinco alumnos, de modo de facilitar el trabajo y que todos puedan participar. Ubicar a los grupos alrededor del barrio.
3. Entregar por grupo un sobre con figuras geométricas. Cada grupo se identificará con una figura geométrica y un color específico. Además entregar billetes de juguetes.

⁷ Instructivo de armado de los materiales requeridos, al final de esta clase.

4. Tener por cada grupo una tarjeta de indicaciones para ir desde la casa a la verdulería, pasando por diversos lugares. La misma cuenta con una situación problema para trabajar la suma y resta mediante la compra de productos en la verdulería.
5. Iniciar el juego con uno de los grupos, por ejemplo el equipo de cuadrados color rojo. Leer las indicaciones, mientras los alumnos realizan el recorrido indicado. A medida que pasan por los distintos lugares los niños irán dejando una marca, pegando la figura característica de su equipo.
6. Al finalizar la trayectoria, leer la situación de compra, la cual será resuelta por el grupo en juego.
7. Luego de haber concluido el primer grupo, entregar una planilla de registro por alumno, de modo que cada uno pueda tomar nota de los lugares por donde paso ese equipo y cuantas cuadras recorrieron.
8. Repetir los pasos (5), (6) y (7) con los grupos restantes.
9. Secuenciar el registro mediante preguntas.

Intervención docente:

Luego de la parte experimental, el docente, según las respuestas de los alumnos, deberá orientar el debate, haciendo notar la diferencia entre el punto de salida “la casa”, y el punto de llegada “la verdulería” (movimiento), y los distintos recorridos seleccionados (trayectorias). La guía de preguntas, a continuación, facilitará el análisis de los datos registrados. Es necesario que, si no se explicita en la discusión de las preguntas, el docente aclare que en cada situación se debe cambiar la posición de igual manera, cualquiera sea la trayectoria seleccionada. En ese caso, dependiendo del tiempo que tenga, empleará el camino más corto o el más largo. Es imprescindible remarcar que moverse significa cambiar la

posición, con lo cual sólo importa el punto de partida y el de llegada. Mientras, las trayectorias son los caminos o recorridos posibles para ir entre esas dos posiciones.

Análisis y conclusiones:

Observar la tabla que registrada:

- I. ¿De qué lugar partió cada grupo?
- II. ¿A dónde llegó cada grupo?
- III. ¿De dónde a dónde se movió cada uno?
- IV. ¿Todos los grupos pasaron por el mismo lugar?
- V. ¿Cuál fue el camino más corto? ¿Y el más largo?
- VI. Retomando el cuento de Arbolito, ¿cuánto se moverá él con su abuela? ¿Qué le recomendarías: ir en auto o caminando? ¿Por qué?

Intervención docente: El docente termina la actividad mediante la narración del final del cuento.

¿Quieren saber cómo terminó el cuento?

Luego de pensar un ratito, Arbolito y su abuela, como ustedes dijeron, llegaron a la conclusión de que debían moverse de igual manera. Ya fueran en auto o caminando, debían ir de la casa a la verdulería. Fue así como decidieron optar por el camino o la trayectoria más corta. Tomaron la bolsa de los mandados, cruzaron la plaza y llegaron a la verdulería. Compraron un kilogramo de papas y pagaron con cambio. Regresaron, prepararon un exquisito puré y un fabuloso pastel.

Ese mediodía, Arbolito y su abuela Leticia, disfrutaron del pastel de papa más rico que habían probado en sus vidas.

Y... se acabó este cuento, de pastel con pimiento, y todos contentos.

Intervención docente:

Finalizada esta primera etapa, es de importancia introducir al alumno en la necesidad de comunicar el proceso realizado. Si bien, por su corta edad quizá es complejo evidenciar esta postura, es posible adquirir el lenguaje de la disciplina mediante la redacción de los pasos realizados. Esta etapa pretende ser una iniciación a la escritura en ciencia.

Para esto, el docente, guía de manera grupal la escritura en el pizarrón. Siempre debe dar lugar a la intervención de los alumnos, mediante preguntas como: ¿Qué hicimos? ¿De dónde fuimos y a dónde llegamos? ¿A qué conclusiones podemos llegar? Que sean los mismos alumnos, quienes realicen en forma conjunta la redacción de lo trabajado.

El docente puede concluir con palabras como:

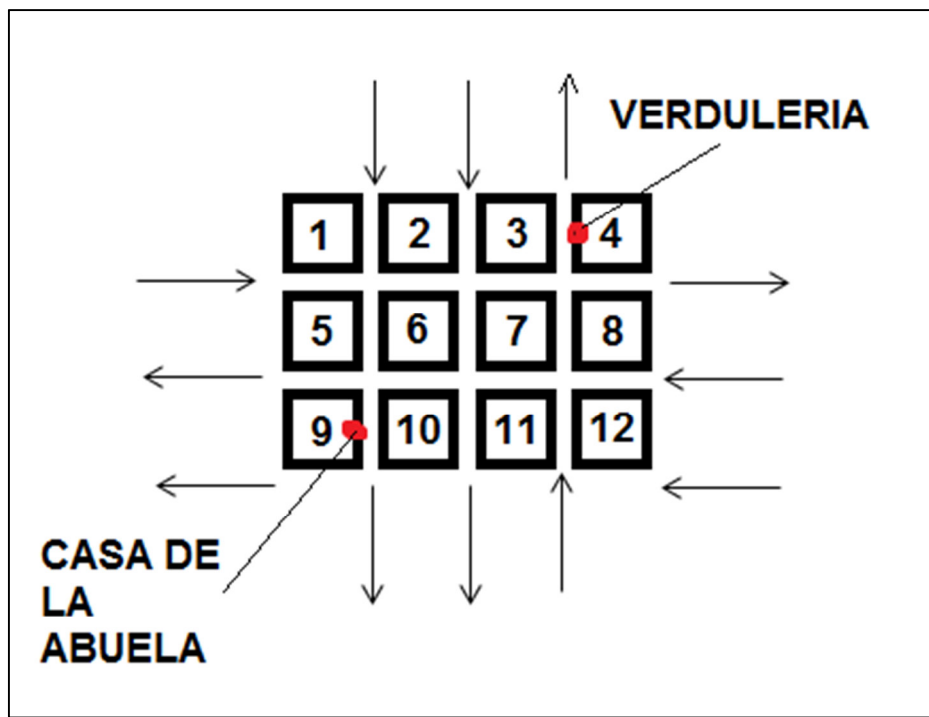
- La trayectoria es....
- Moverse significa....

Instructivo complementario para el armado del material de trabajo

Las manzanas del barrio presentadas se pensaron para ser fácilmente realizadas, de manera económica, a partir del siguiente instructivo:

Materiales:

- 12 cuadrados de Friselina color beige de 70 cm x 70 cm, o en su defecto, trazar los cuadrados con tiza o delimitar con cinta de papel.
- [Imágenes de casas, comercios, plaza.](#)
- Carteles con flechas



Tarjetas de indicaciones:

Estas tarjetas son modelos. El docente puede generar otras de manera personal según el número de alumnos.

TARJETA 1

Salimos de la **CASA DE LA ABUELA**, siguiendo la dirección de la calle.

Doblamos a la derecha dando vuelta a la manzana para ir a la **FERRETERÍA**, porque debemos comprar 5 clavos.

Luego, pasamos por la **FARMACIA** a comprar agua oxigenada.

Y seguimos derecho hasta doblar en la **VERDULERIA** a comprar las papas.

Si compramos 1kg de papa a \$13, y 2kg de manzanas a \$30, ¿cuánto debemos pagar? ¿Qué billete debemos darle al verdulero? ¿Nos dará vuelto? ¿Cuánto?

TARJETA 2

Salimos de la **CASA DE LA ABUELA**, en contra de la dirección de la calle.

Doblamos pasando por la **CASA DE TOMAS** y le dejamos una nota para que venga a jugar a casa a la tarde.

Cruzamos la calle y nos compramos dos chicles en el **KIOSCO**.

Doblamos a la izquierda y vamos a la **MERCERÍA**, porque la abuela necesita hilo para cocerme el guardapolvo que se me rompió.

Doblamos a la derecha y llegamos a la **VERDULERIA** a comprar papas.

Si compramos 1kg de papa a \$16, y 1kg de naranjas a \$23, ¿cuánto debemos pagar? ¿Qué billete debemos darle al verdulero? ¿Nos dará vuelto? ¿Cuánto?

TARJETA 3

Salimos de la **CASA DE LA ABUELA**, en sentido contrario a la dirección de la calle.

Doblamos a la izquierda y vamos a la **VETERINARIA** a comprar maíz para las palomas.

Sigo derecho hasta la **PLAZA** para darle de comer a las palomas.

Me cruzo en frente a mirar la **CASA DE ROPA**.

Sigo hasta la esquina, doblo a la izquierda y voy a la **VERDULERIA** en busca de las papas.

Si compramos 1kg de papa a \$12, y una batata a \$8, ¿cuánto debemos pagar? ¿Qué billete debemos darle al verdulero? ¿Nos dará vuelto? ¿Cuánto?

TARJETA 4

Salimos de la **CASA DE LA ABUELA**, hacia la **CARNICERÍA**.

Regresamos y pasamos por la **CASA DE MARTINA** a dejarle unos deberes.

Rodeamos la plaza y vamos en busca de un **HELADO** de frutilla.

Ahora sí, estamos listos para ir en busca de las papas a la **VERDULERÍA**.

Si compramos 1kg de papa a 14 pesos, y medio kilogramo de frutillas a \$65, ¿cuánto debemos pagar? ¿Qué billete debemos darle al verdulero? ¿Nos dará vuelto? ¿Cuánto?

TARJETA 5

Salimos de la **CASA DE LA ABUELA**.

Damos la vuelta y pasamos por la **VETERINARIA** a comprar alimento para mi perrito.

Seguimos derecho y dejo el boletín en la **ESCUELA**.

Volvemos a la **PLAZA** a mirar las fuentes de agua.

Y ahora sí, a la **VERDULERIA** a comprar las papas.

Si compramos 1kg de papa a 17 pesos, y una docena de huevos a \$32, ¿cuánto debemos pagar?

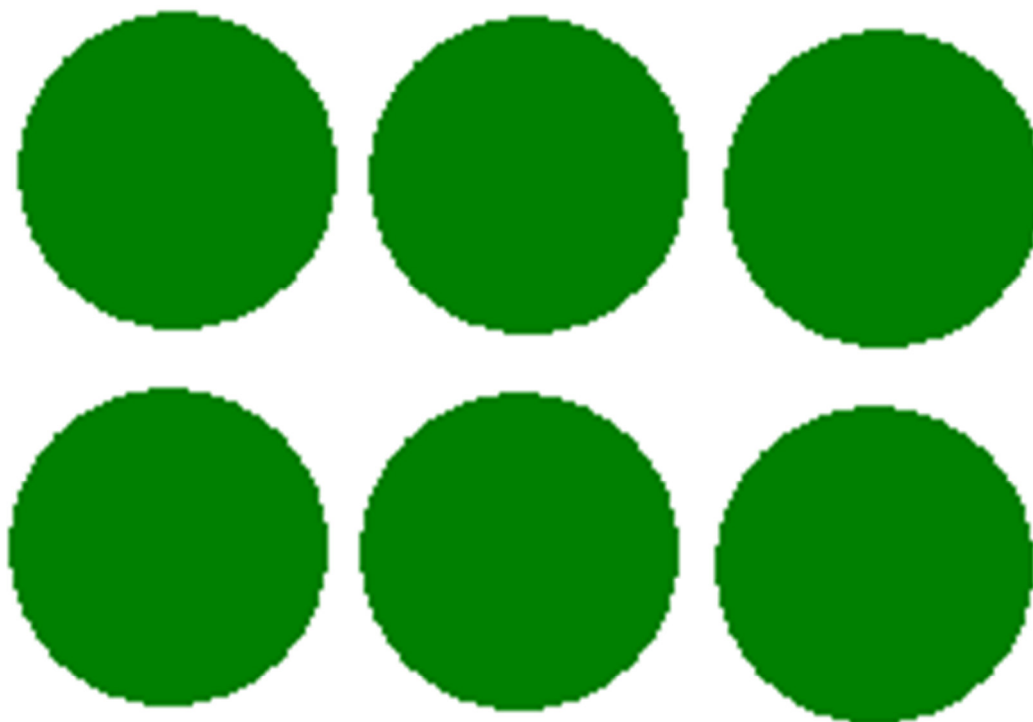
¿Qué billete debemos darle al verdulero? ¿Nos dará vuelto? ¿Cuánto?

Figuras geométricas

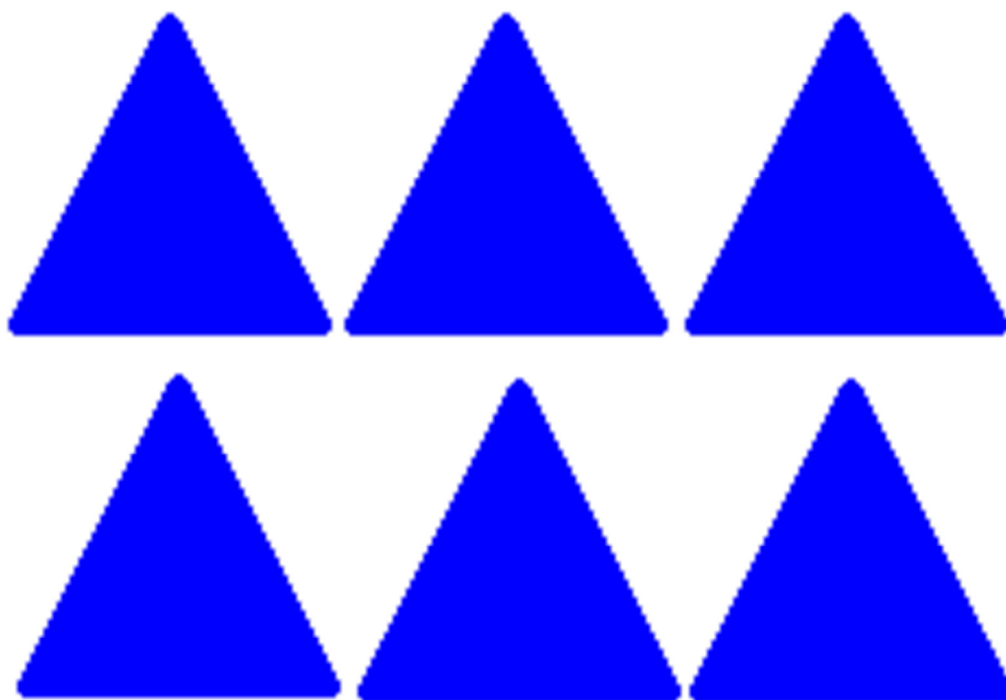
GRUPO N° 1: CUADRADOS COLOR ROJOS



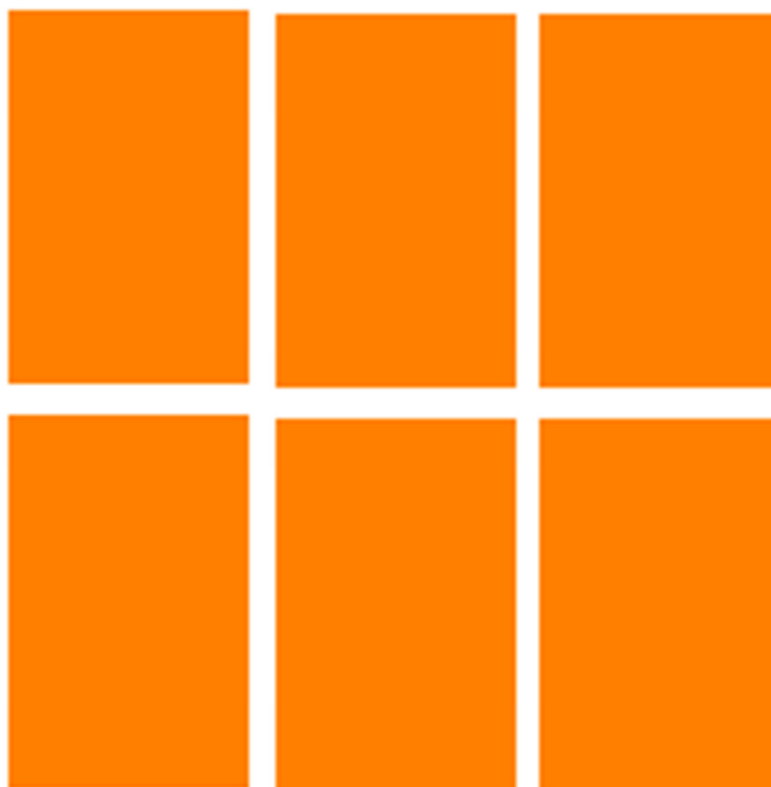
GRUPO N° 2: CÍRCULOS COLOR VERDE



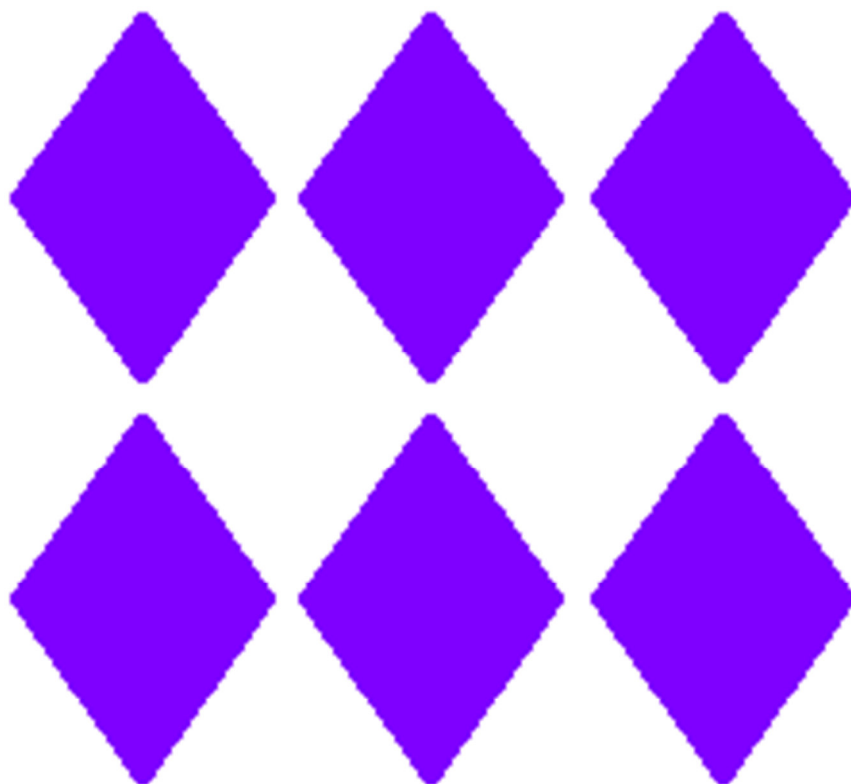
GRUPO N° 3: TRIÁNGULOS COLOR AZUL



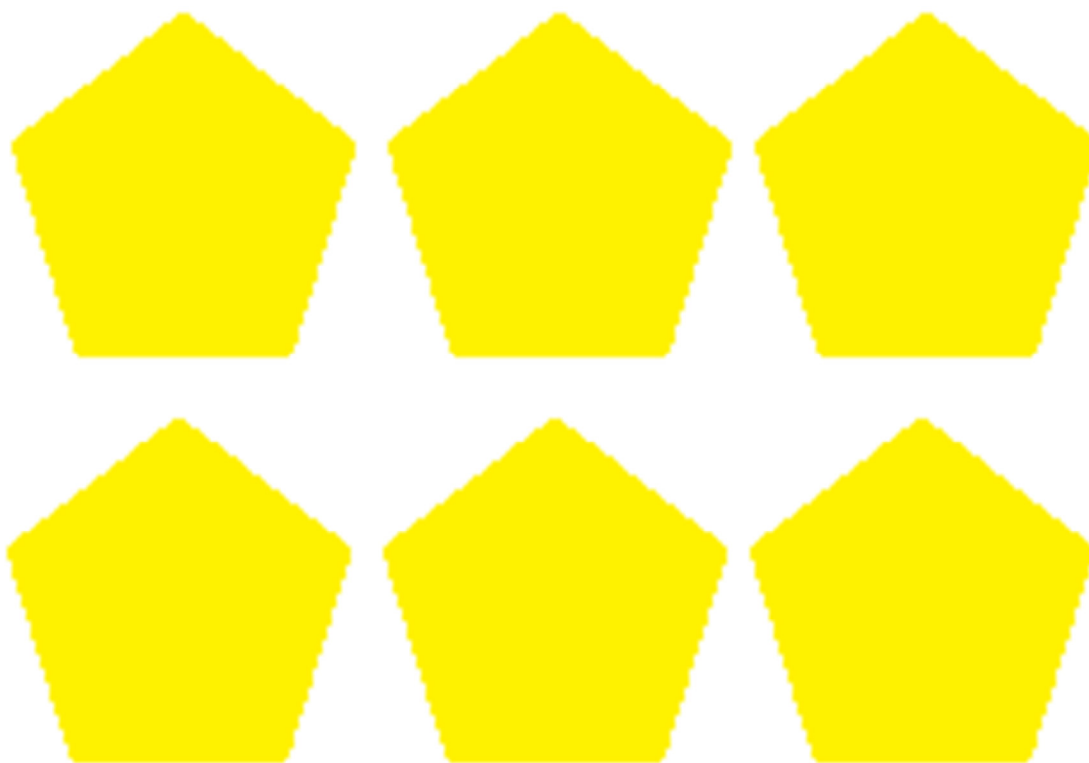
GRUPO N° 4: RECTÁNGULOS COLOR NARANJA









GRUPO N° 5: ROMBOS COLOR VIOLETA



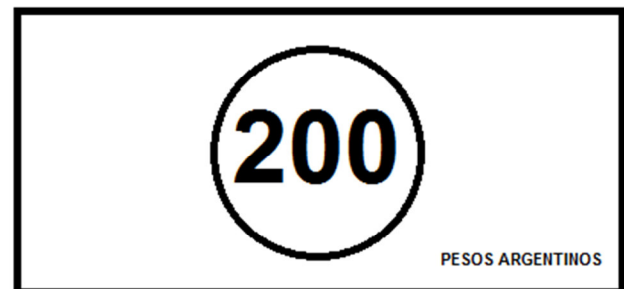
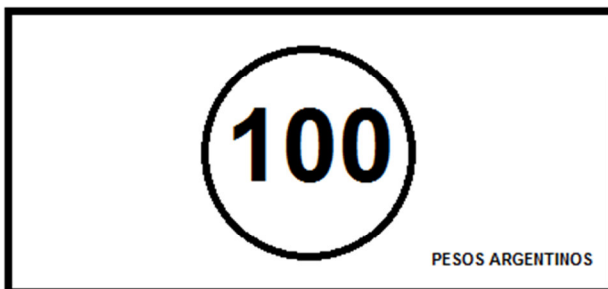
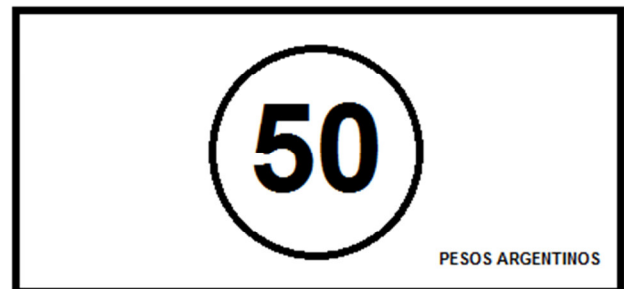
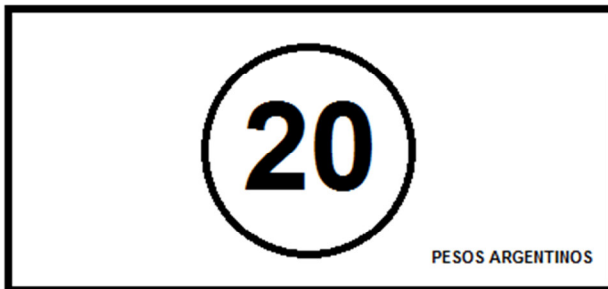
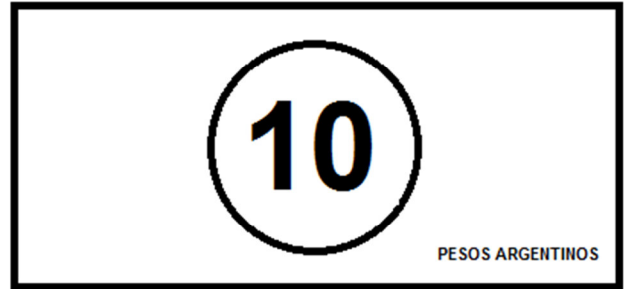
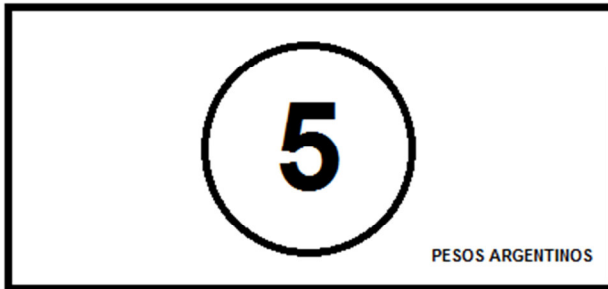
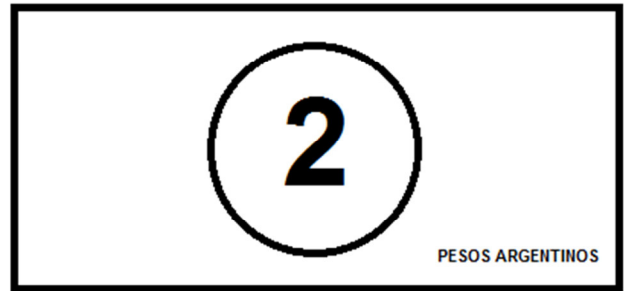
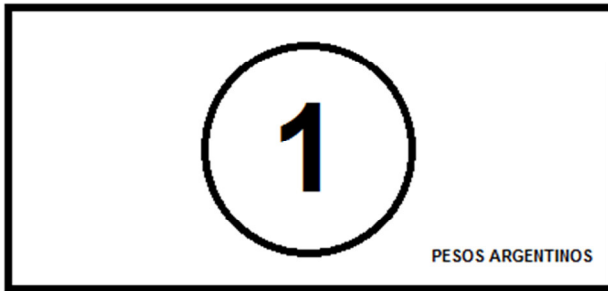
GRUPO N° 6: PENTÁGONOS COLOR AMARILLO



Planilla de registro

LUGAR GRUPO						
SALIDA						
¿POR DÓNDE PASÓ?						
LLEGADA						
Nº DE CUADRAS						

Billetes de juguete



Clases N° 3 y 4

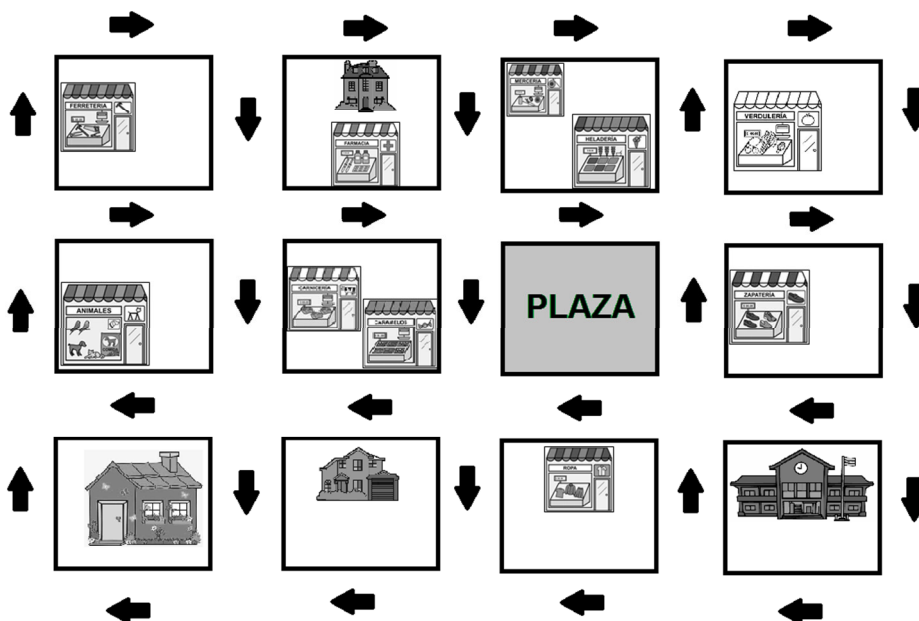
Intervención docente:

Para recapitular lo trabajado en la clase anterior, el docente distribuye una copia, por alumno, con la misma imagen del barrio ya analizado. Solicita que cada alumno marque con distintos colores la trayectoria recorrida por su grupo, la trayectoria más corta a pie, y la más corta en auto. Para esta actividad, es necesario que el docente retome nuevamente y marque la diferencia entre trayectoria y movimiento.

ACTIVIDAD 1:

EN EL MAPA DE LA FIGURA PUEDES VER EL BARRIO DEL CUENTO.

1. MARCA CON COLOR VERDE LA TRAYECTORIA RECORRIDA POR TU GRUPO.
2. MARCA CON COLOR ROJO LA TRAYECTORIA MÁS CORTA SI FUERAS CAMINANDO.
3. MARCA CON COLOR AZUL LA TRAYECTORIA MÁS CORTA SI FUERAS EN AUTO.



Intervención docente:

A modo de consolidación, el docente presenta tres actividades complementarias. Estas actividades, permitirán no sólo consolidar el tema, sino también, ampliar los contenidos disciplinares trabajados. Particularmente, en la actividad tres, se da lugar a las trayectorias curvas. Esto permitirá que los alumnos reconozcan que no siempre una trayectoria es recta. La necesidad de “doblar” la esquina, quizá no marcada en las actividades anteriores, o el dar vuelta a una rotonda, dan lugar a una trayectoria curva.

ACTIVIDAD 2:

COMPLETA CON LAS SIGUIENTES PALABRAS: RECORRIDO - CURVA - LLEGADA - RECTA - SALIDA.

- MOVERSE SIGNIFICA IR DESDE UN LUGAR DE _____ A UN LUGAR DE _____.
- LA TRAYECTORIA ES EL _____ REALIZADO ENTRE DOS LUGARES.
- LAS TRAYECTORIAS PUEDEN SER _____ O _____.

ACTIVIDAD 3:

EN EL SIGUIENTE PLANO DE LA CIUDAD HAY MUCHOS COMERCIOS Y LUGARES QUE RECORRER.

- MARCA CON COLOR ROJO, LA TRAYECTORIA PARA IR CAMINANDO DESDE EL CINE AL BANCO.
- ¿CUÁNTAS CUADRAS HAY ENTRE EL CINE Y EL BANCO?

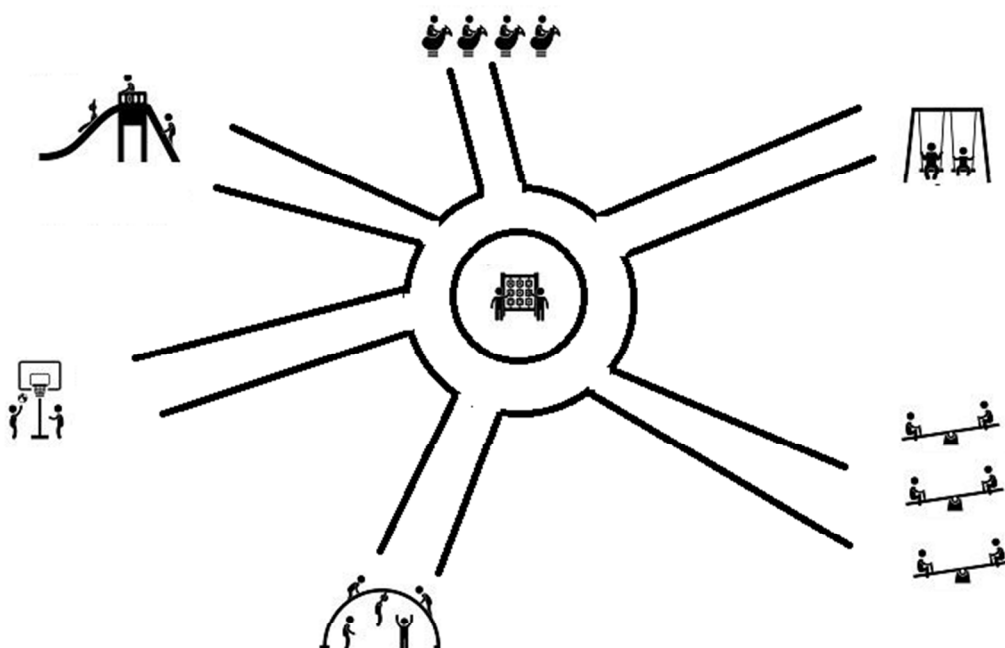
- MARCA CON COLOR AZUL, LA TRAYECTORIA PARA IR CAMINANDO DESDE LA PUERTA DEL MUSEO A LA PISCINA.
- ¿CUÁNTAS CUADRAS HAY ENTRE EL MUSEO Y LA PISCINA?
- ¿CUÁL DE LAS DOS TRAYECTORIAS FUE MÁS CORTA? ¿LA ROJA O LA AZUL?
- MARCA CON COLOR VERDE UNA TRAYECTORIA QUE VOS ELIJAS.
- ¿CUÁL ES EL PUNTO DE PARTIDA?
- ¿CUÁL ES EL PUNTO DE LLEGADA?
- ¿CUÁNTAS CUADRAS RECORRISTE?



ACTIVIDAD 4:

OBSERVA EL SIGUIENTE DIBUJO DE UN PARQUE.

- MARCA CON VERDE UNA TRAYECTORIA CURVA ENTRE DOS JUEGOS.
- MARCA CON AZUL UNA TRAYECTORIA RECTA ENTRE DOS JUEGOS.



Clase N° 5

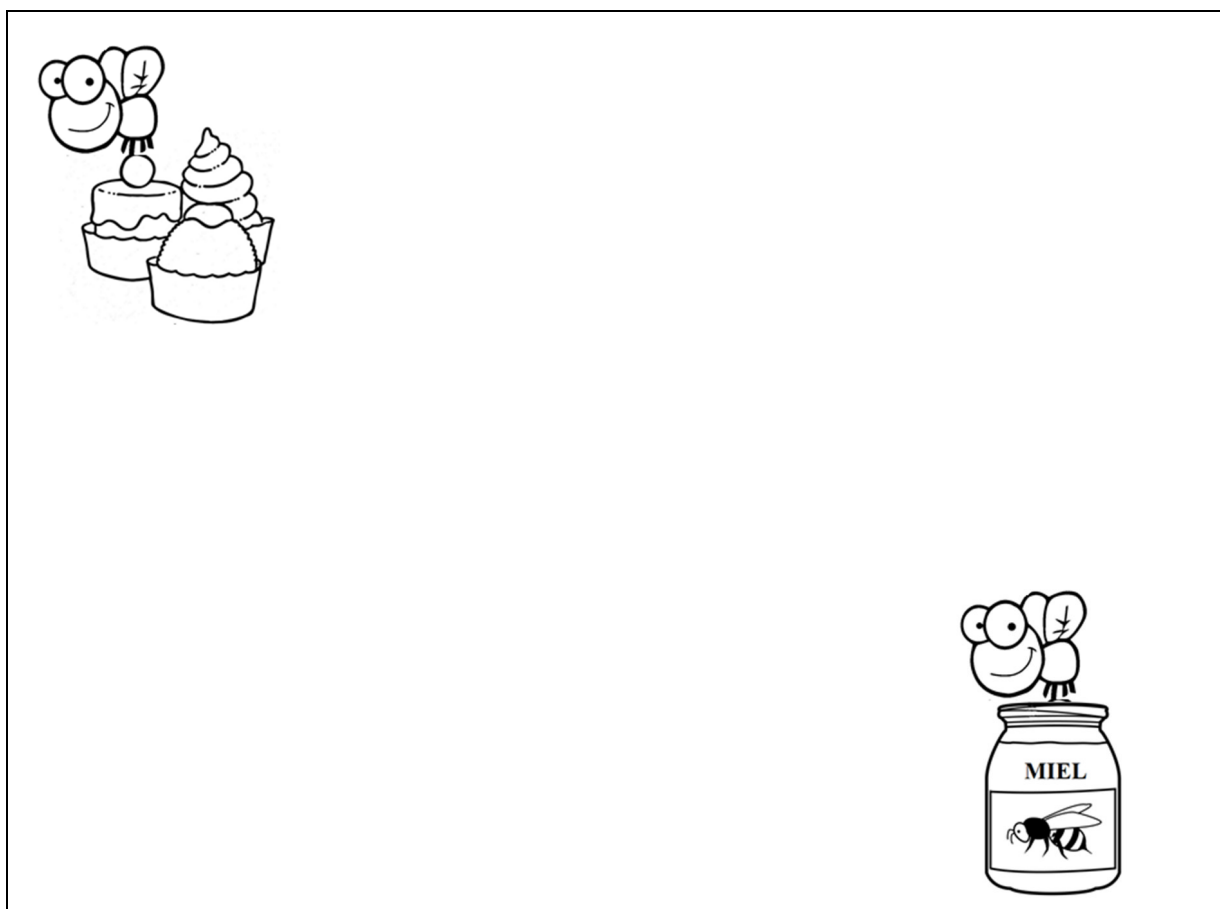
Intervención docente:

A modo de evaluación, el docente dará inicio a una actividad de cierre a través de la música. Entregará una hoja con un pastel y un recipiente con miel. Ambas imágenes con una mosca encima, indicando dos momentos distintos. Luego hará escuchar un fragmento de la obra de música clásica denominada “El vuelo del moscardón”, de Rimski-Korsakov. A partir

de allí, los alumnos deberán imaginar el vuelo de una mosca indicando su trayectoria con el trazado de un lápiz. A continuación se presenta la actividad en cuestión.

ACTIVIDAD DE CIERRE Y EVALUACION

1. OBSERVA LA MOSCA PARADA SOBRE EL PASTEL.
2. COLOCA LA PUNTA DEL LÁPIZ SOBRE LA MOSCA Y ESCUCHA LA MÚSICA “EL VUELO DEL MOSCARDÓN” DE NIKOLAI RIMSKI-KORSAKOV (FRAGMENTO ADAPTADO DE: GRANDES COMPOSITORES DE LA MÚSICA CLÁSICA E HISTORIA DE LA MÚSICA).
3. ESCUCHA (SI TE AYUDA PUEDES CERRAR LOS OJOS. INTENTA SIN LEVANTAR EL LÁPIZ DIBUJAR LA TRAYECTORIA QUE RECORRIÓ LA MOSCA DESDE EL PASTEL HASTA LA MIEL.



Intervención docente:

A partir de preguntas guías, después de la actividad, el docente evaluará si se han alcanzado los contenidos trabajados. Las preguntas que pueden orientar el debate se presentan a continuación.

PREGUNTAS PARA EL DEBATE:

- ¿DE DÓNDE SALIÓ LA MOSCA?
- ¿Y A DÓNDE LLEGÓ?
- MOSTRAR AL COMPAÑERO DE AL LADO COMO FUE LA TRAYECTORIA.
- ¿SON TODAS IGUALES? ¿POR QUÉ?
- ¿CUÁL FUE MÁS LARGA?
- ¿CUÁL FUE MÁS CORTA?
- ¿FUERON RECTAS, CURVAS, ESPIRALADAS?
- ¿CUÁNTO TARDÓ CADA MOSCA EN IR DESDE PASTEL HASTA LA MIEL?
- ¿CUÁL TE PARECE QUE FUE MÁS RÁPIDO? ¿POR QUÉ?







Intervención Docente:

El docente vuelve a repasar, como cierre, los términos de movimiento y trayectoria, marcando con los alumnos la diferencia existente. Además, el introducir la palabra rapidez, dará inicio a la asociación de este concepto con el tiempo que demora un cuerpo en realizar una trayectoria.

APÉNDICE D: MOVIMIENTO Y TRAYECTORIA – GUÍA PARA EL ALUMNO

Planilla de registro

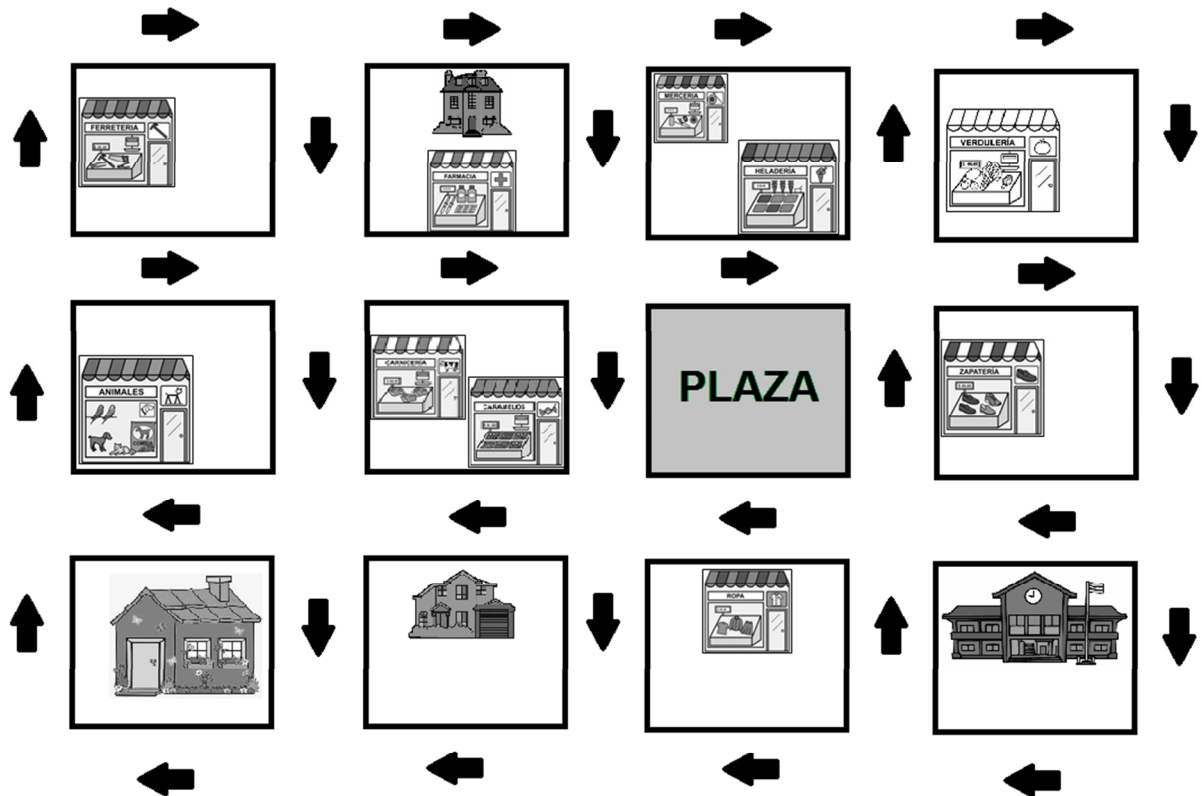
ANOTA PARA CADA GRUPO, LOS LUGARES DEL RECORRIDO.

LUGAR GRUPO						
SALIDA						
¿POR DÓNDE PASÓ?						
LLEGADA						
Nº DE CUADRAS						

ACTIVIDAD 1:

EN EL MAPA DE LA FIGURA PUEDES VER EL BARRIO DEL CUENTO.

1. MARCA CON COLOR VERDE LA TRAYECTORIA RECORRIDA POR TU GRUPO.
2. MARCA CON COLOR ROJO LA TRAYECTORIA MÁS CORTA SI FUERAS CAMINANDO.
3. MARCA CON COLOR AZUL LA TRAYECTORIA MÁS CORTA SI FUERAS EN AUTO.



ACTIVIDAD 2:

COMPLETA CON LAS SIGUIENTES PALABRAS: RECORRIDO - CURVA - LLEGADA - RECTA - SALIDA.

- MOVERSE SIGNIFICA IR DESDE UN LUGAR DE _____ A UN LUGAR DE _____.
- LA TRAYECTORIA ES EL _____ REALIZADO ENTRE DOS LUGARES.
- LAS TRAYECTORIAS PUEDEN SER _____ O _____.

ACTIVIDAD 3:

EN EL SIGUIENTE PLANO DE LA CIUDAD HAY MUCHOS COMERCIOS Y LUGARES QUE RECORRER.

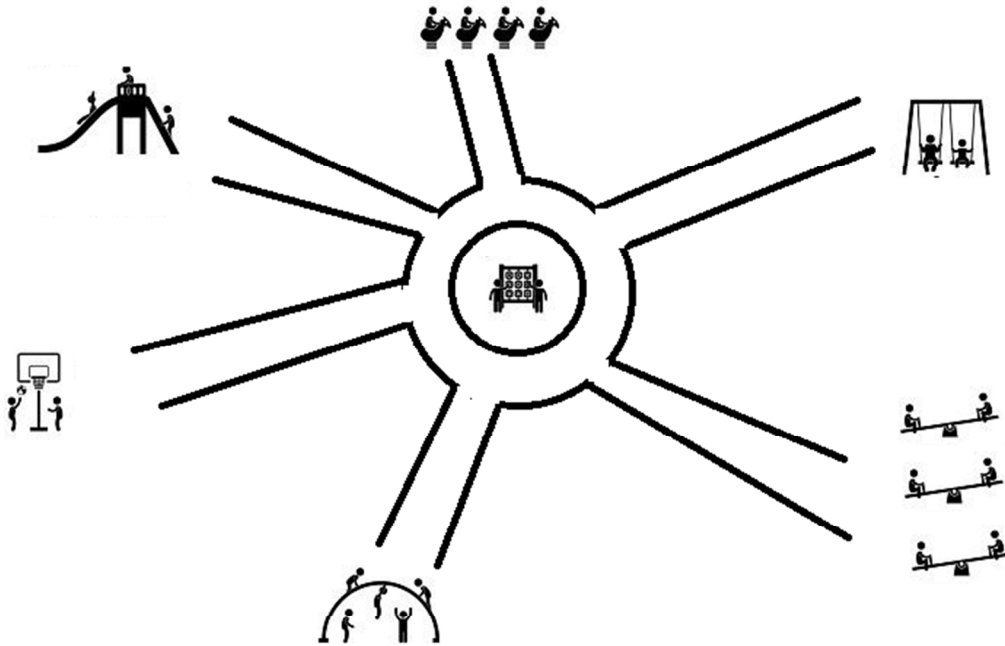
- MARCA CON COLOR ROJO, LA TRAYECTORIA PARA IR CAMINANDO DESDE EL CINE AL BANCO.
- ¿CUÁNTAS CUADRAS HAY ENTRE EL CINE Y EL BANCO?
- MARCA CON COLOR AZUL, LA TRAYECTORIA PARA IR CAMINANDO DESDE LA PUERTA DEL MUSEO A LA PISCINA.
- ¿CUÁNTAS CUADRAS HAY ENTRE EL MUSEO Y LA PISCINA?
- ¿CUÁL DE LAS DOS TRAYECTORIAS FUE MÁS CORTA? ¿LA ROJA O LA AZUL?
- MARCA CON COLOR VERDE UNA TRAYECTORIA QUE VOS ELIJAS.
- ¿CUÁL ES EL PUNTO DE PARTIDA?
- ¿CUÁL ES EL PUNTO DE LLEGADA?
- ¿CUÁNTAS CUADRAS RECORRISTE?



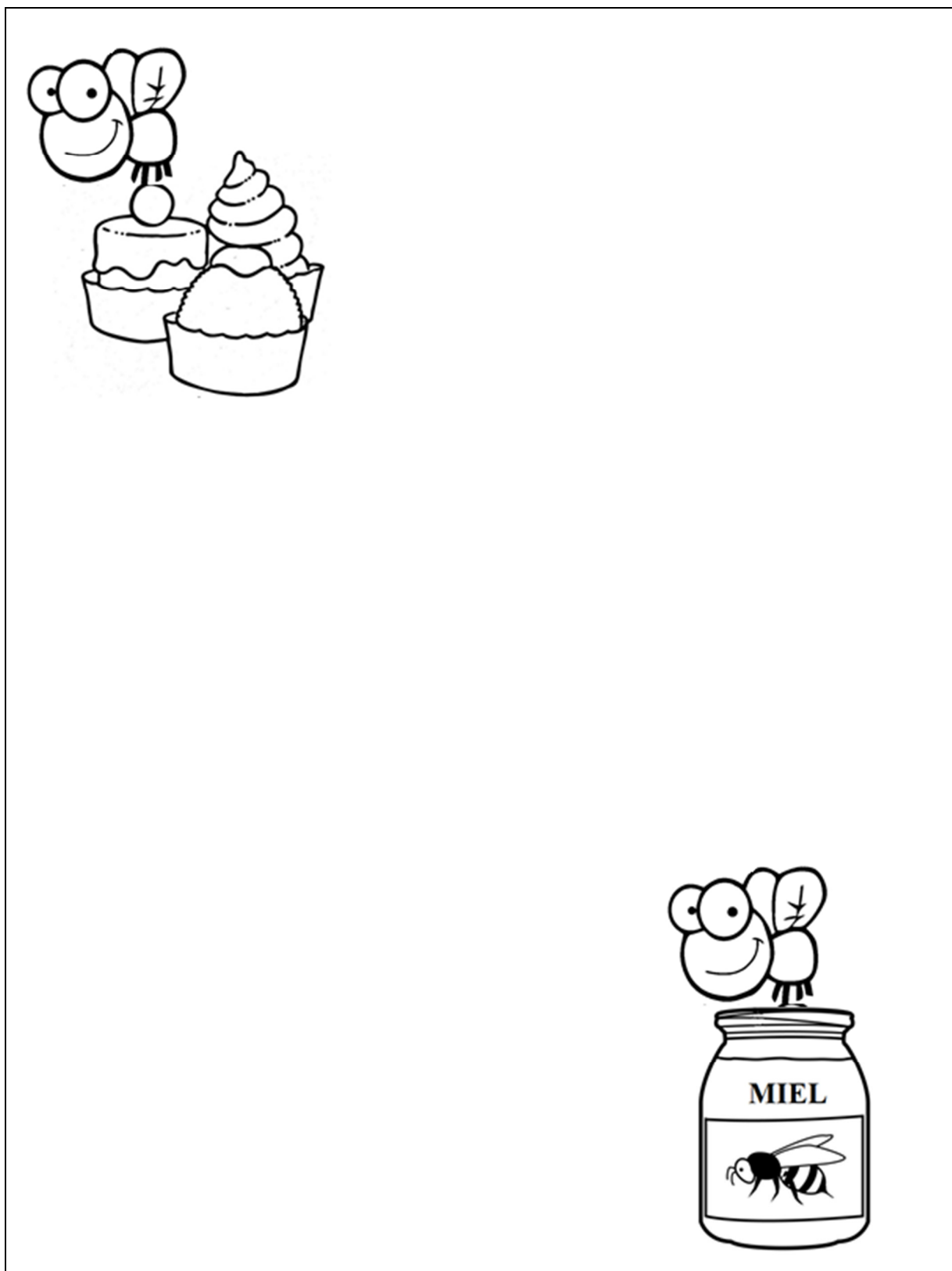
ACTIVIDAD 4:

OBSERVA EL SIGUIENTE DIBUJO DE UN PARQUE.

- MARCA CON VERDE UNA TRAYECTORIA CURVA ENTRE DOS JUEGOS.
- MARCA CON AZUL UNA TRAYECTORIA RECTA ENTRE DOS JUEGOS.



ACTIVIDAD 5: EL VUELO DE LA MOSCA



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, T. (2005). Design-based research and its application to a call centre innovation in distance education. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 31 (2), 1-8.
- Anderson, T. y Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A decade of progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25.
- Ausubel, D. P., (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, Trillas: México (Ed. Orig: 1968, Educational Psychology: A cognitive view. Holt, Rinehart & Winston, N.Y.)
- Balladares-Burgos, J. (2018). La investigación educative en el profesorado universitario, hacia una investigación basada en el diseño instruccional. *Revista Andina de Educación*. 1, 30-34.
- Bannan-Ritland, B. (2003). The role of design in research: the integrative learning design framework. *Educational researcher*, 32 (1), 21-24.
- Barab, S. A. y Kirshner, D. E. (2001). Guest Editors`Introduction: Rethinking methodology in the learning sciences. *Journal of the Learning Sciences*, 10(1&2), 5-15.
- Barab, S. y Squire, K. (2004). Design-Based research: putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13 (1), 1-14.
- Benegas, J. y Villegas, M. (2006). La Enseñanza Activa de la Física: la Experiencia de la UNSL. En *IX Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física*. San José de Costa Rica, Costa Rica.
- Benegas, J.; Pérez de Landazábal, M. C. y Otero, J. (2013). *El Aprendizaje Activo de la Física básica universitaria*. Santiago de Compostela: Andavira Editora, S. L.

- Benegas, J.; Sokoloff, D.; Laws, P.; Zavala, G. (2011). Aprendizaje Activo de Fluidos y Termodinámica, 4° Taller Regional del Cono Sur (AAFyT). En *4° Conferencia Regional del Cono Sur, Aprendizaje Activo de la Física*, (CRAAF 4).
- Buscaespecies Latinoamérica. Castañeta Rayada. (2015). *Vida Silvestre*. Coproducción Uruguay-Argentina. Recuperado de: <http://www.buscaespecies.com/especies/castaneta-rayada/>. Última consulta: Marzo 2019.
- Buscaespecies Latinoamérica. Vieja del Agua. (2015). *Vida Silvestre*. Coproducción Uruguay-Argentina. Recuperado de: <http://www.buscaespecies.com/especies/vieja-del-agua/>. Última consulta: Marzo 2019. Y de: <https://www.youtube.com/watch?v=PuJkBG6FyRI>. Última consulta 25 de Junio de 2019.
- Campanario, J. M. (2003). Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 319-328.
- Campanario, J.M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Carrasquer Zamora, J.; Ponz Miranda, A y Álvarez Sevilla, M. V. (2015). Evolución de la iconografía del diablo cartesiano y su uso educativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 95-118.
- Carrasquer Zamora, J.; Ponz Miranda, A.; Álvarez Sevilla, M. V.; Lázaro Peinado, C. y Bujeda Gómez, J. (2013). La transposición didáctica del funcionamiento hidrostático de un órgano complejo: la vejiga natatoria de los peces. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*. 27, 255-269, ISSN 0214-4379.

- Collins, A., Joseph, D., y Bielaczyc, K. (2004). Design research. Theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13 (1), 15-42.
- Confrey, J. (2006). The evolution of design studies as methodology. En R. Keith Sawyer (Ed.) *The Cambridge handbook of the learning sciences* (135-152). Nueva York: Cambridge University Press.
- Cromer, A. H. (1996). *Física para las Ciencias de la Vida*. Segunda Edición. España: Editorial Reverté. ISBN: 978-968-6708-31-8.
- Davini, M. C. (2008). *Métodos de enseñanza. Didáctica General para maestros y profesores*. Buenos Aires: Editorial Santillana.
- De Benito, B. y Salinas Ibáñez, J. M. (2016). La investigación basada en diseño en Tecnología Educativa. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 0, 44-59.
- Di Mauro, M. F. y Furman, M. (Septiembre, 2012). El impacto de la indagación guiada sobre el aprendizaje de la habilidad de diseño experimental. En *Memorias III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el Campo de las Ciencias Exactas y Naturales*, ISSN 2250-8473. Jornadas realizadas en la Facultad de Humanidades y Ciencias de la educación, Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de: <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/iii-2012>. Última consulta: 24 de Junio de 2019.
- Dima, G. N., Reynoso Savio, M. F. y Glusko, C. A. (2015). La Ley de Ohm: resultados de una propuesta experimental desde el enfoque del Aprendizaje Activo de la Física. *Revista de Enseñanza de la Física*. 27(2), 63-71. ISSN 0326-7091, (papel) ISSN 2250-6101. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12953/13172>.

- Dima, G. (2007). *Las experiencias de laboratorio como estrategia para favorecer el cambio conceptual, en estudiantes de física básica universitaria*. Tesis de maestría en enseñanza de la Física. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis.
- DiSessa, A. y Cobb, P. (2004). Ontological innovation and the role of theory in design experiments. *Journal of the Learning Sciences*, 13 (1), 77-103.
- Easterday, M. W., Lewis, D. R. y Gerber, E. M. (2014). Proceso de investigación basado en el diseño: problemas, fases y aplicaciones. En Polman, J. L., Kyza, E. A., O'Neill, O. K. Tabak, I., Penuel, W. R., Jurow, A. S., O'Connor, K., Lee, T. y D'Amico, L. (Eds.). *Aprendizaje y práctica: la Conferencia Internacional de Ciencias del Aprendizaje (ICLS) 2014*. Volumen 1. Colorado, CO: Sociedad Internacional de Ciencias del Aprendizaje, 317-324.
- Fernández González, J.; Elortegui Escartín, N.; Moreno Jiménez, T. y Rodríguez García, J. F. (1999). *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* Sevilla, España: Diada Editorial SL. ISBN: 84-87118-80-1.
- Fogliati, P. J. y Catalán, L. (2008). Electromagnetismo básico. Una propuesta para docentes de nivel medio/polimodal. En *CD de Memorias del Noveno Simposio de Investigación en Física (SIEF9)*, M2 Área temática 2. Comunicación mural. 11. ISBN: 978-987-22880-4-4. Recuperado de: <http://www.grupoblascabrera.org/webs/ficheros/08%20Bibliograf%C3%ADa/02%20Forprof/01%20Elaboracion%20de%20unidades%20didacticas.pdf>
- Furman, M. (2008). Ciencias Naturales en la Escuela Primaria: colocando las piedras fundamentales del Pensamiento Crítico. En *IV Foro Latinoamericano de Educación. Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades*.

- Furman, M., Salomon, P.; Sargorodski, A., Collo, M.; De la Fuente, C.; Gabaroni, B.; Gianatiempo, A.; Israel, G.; Melo, S.; Podestá, M. E.; Rosenzvit, M. y Seara, V. (2011). *Ciencias Naturales. Material para directivos. Educación primaria*. Dirección General de Cultura y Educación. Buenos Aires. Argentina. Recuperado de: http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/programa_para_el_acompaniamiento_y_la_mejora_escolar/materiales_de_trabajo/directores/ciencias_naturales.pdf .
Última consulta: 26 de Julio de 2019.
- García González, S. M. y Furman, M. G. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. *Praxis & Saber*, 5(10), 75-91.
- Gellon, G., Rossenvasser Feher, E., Furman, M. y Golombek, D. (2005). *La Ciencia en el aula: Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Paidós.
- Gibelli, L. (2014). La investigación basada en diseño para el estudio de una innovación en educación superior que promueve la autorregulación del aprendizaje utilizando TIC. En *Congreso Iberoamericano de ciencia tecnología y educación*. ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 1440. Buenos Aires, Argentina.
- Gibelli, T. (2014). La investigación basada en diseño para el estudio de una innovación en educación superior que promueve la autorregulación del aprendizaje utilizando TIC. *Congreso iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Artículo 1440.
- Gil Pérez, D.; Furió Mas, C.; Valdés, P.; Salinas, J.; Martínez-Torregrosa, J.; Guisasola, J.; González, E.; Dumas-Carré, A.; Goffard, M. y Pessoa de Carvalho, A. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320. ISSN: 0212-4521.

- Glusko, C. A., Reynoso Savio, M. F. y Dima, G. N. (2015). Guía de Laboratorio sobre Fluidos basada en el Aprendizaje Activo de la Física. Segunda Parte. *Revista de Enseñanza de la Física*. 27(Extra), 519-524. ISSN 2469-052X. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12698/12937>
- Glusko, C. A.; Dima, G. N.; Girelli, M. y Reynoso Savio, F. (2012). Aprendizaje Activo en las clases de Física en el Nivel Polimodal. En *CD de Memorias del XI Simposio de Educación en Física (SIEF XI)*, 469, Esquel, Chubut, Argentina. Presentación Mural.
- Golombek, D. A. (2008). Aprender y Enseñar Ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. En *IV Foro Latinoamericano de Educación. Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades*. Documento Básico. Fundación Santillana.
- Gravemeijer, K. y Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. En J. van den Akker, N., K. Gravemeijer, S. McKenney y N. Nieveen (Eds.) *Educational Design Research* (pp. 17-51). Londres: Routledge.
- Guisasola Aranzábal, J., Zuza Elozegi, K. (2019). Una propuesta de diseño, evaluación y rediseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en Física introductoria. *UTE. Revista de Ciències de l'Educació*. Monogràfic, 109-122.
- Guisasola, J., Zuza, K. y Sagastibeltza, M. (2019). Una propuesta de diseño y evaluación de secuencias de enseñanza-aprendizaje en Física: el caso de las leyes de Newton. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31 (2), 57-69.
- Heller, K. y Heller, P. (1999). *Cooperative Group Problem Solving in Physics*. Illinois: University of Minnesota.
- Juuti, K. y Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: one step towards methodology. *NordDiNa*, 4, 54-68.
- Kane, J. W. y Sternheim, M. M. (1987). *Física*. Barcelona, España: Editorial Reverté.

- Keban, F. y Erol, M. (2011). Effects of strategy instruction in cooperative learning groups concerning undergraduate Physics labworks. *Latin American Journal of Physics Education* 5, 140-146.
- Laws, P. W. (1997). *Workshop Physics Activity Guide*. Hoboken, N. J. USA: Wiley.
- Materiales curriculares para la Educación Primaria, Ciencias Naturales. En Repositorio Cultura y Educación. Ministerio de Educación de la Provincia de La Pampa. Recuperado de: <https://repositorio.lapampa.edu.ar/index.php/materiales/primaria>.
Última consulta: 25 de Junio de 2019.
- Mazur, E. (1997). *Peer's Instruction: A user's manual*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Mc Dermott, L. C. (2001). Oersted Medal Lecture 2001. Physics education research. The key to student learning. *American Journal of Physics*, 69, 1127-1137.
- Mc Dermott, L. C. y Shaffer, P. S. (2001). *Tutoriales para Física Introductoria*. Buenos Aires: Prentice Hall.
- Mellado Jiménez, V. (2004). ¿Podemos los profesores de Ciencias cambiar nuestras concepciones y prácticas docentes? En *VI Jornadas Nacionales y I Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje Significativo: un concepto subyacente. En: Moreira, M. A., Caballero, M. C. y Rodríguez, M. L. *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. pp. 19-44.
- Pascual Giménez, C. *Adaptaciones fisiológicas de los animales acuáticos (principalmente peces y crustáceos) frente a los estresores físicos, químicos, geológicos y biológicos en sistemas marinos y dulceacuícolas*. Ensayo de examen predoctoral.

- Peña Martínez, E. y Sánchez-Caballé, A. (2017). La integración de las redes sociales para el desarrollo de la competencia digital en la educación superior. *UTE. Revista de Ciències de l'Educació*. 1, 50-65.
- Petrucci, D. y Cappannini, O. (2002). La innovación sistemática. *Documento interno inédito del Taller de Enseñanza de Física*. Universidad Nacional de La Plata.
- Pinterest. Recuperado de: <https://ar.pinterest.com/>.
- Plomp, T. y Nieveen, N. (2013). *Educational Design research. Part A: An introduction*. SLO, Enschede.
- Plomp, T. y Nieveen, N. (2013). *Educational Design research. Part B: Illustrative cases*. SLO, Enschede.
- Proyecto de Alfabetización Científica. (2007). *Enseñar Ciencias Naturales*, 1-9. Dirección Nacional de Gestión Curricular y Formación Docente. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la República Argentina.
- Raviolo, A.; Álvarez, M. y Aguilar, A. (2011). La hoja de cálculo en la enseñanza de la Física: re-creando simulaciones. *Revista de Enseñanza de la Física*, 24(1), 97-107.
- Redish, E. (1999). Millikan award Lecture. Building a Science of Teaching Physics. *American journal of Physics*, 67, 562-573.
- Redish, E. F. (2004). *Teaching Physics with the Physics Suite*. Wiley, Hoboken, N.J.
- Reeves, T. C., Herrington, J. y Oliver, R. (2005). Design research: a socially responsible approach to instructional technology research in higher education. *Journal of Computing in higher Education*, 16 (2), 97-116.
- Reynoso Savio, M. F. (2009). Instrumentos para evaluar actividades de laboratorio en Física: su construcción y validación. En *Memorias REF XVI*, 85. San Juan. Argentina.

Reynoso Savio, M. F. (2011). Arte, imaginación, ¡Ciencia! Una propuesta de enseñanza de la cinemática desde la música y la pintura. *Memorias XVII Reunión de Educación en Física*. Villa Giardino. Córdoba. Argentina.

Reynoso Savio, M. F., Glusko, C. A. y Dima, G. N. (2015) Guía de Laboratorio sobre Fluidos basada en el Aprendizaje Activo de la Física. Primera Parte. *Revista de Enseñanza de la Física*. 27(Extra), 511-517. ISSN 2469-052X. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/viewFile/12697/12936>.

Reynoso Savio, M. F.; Girelli, M. y Dima, G. (2011). Propuesta de laboratorio sobre la Ley de Ohm y circuitos eléctricos. Una mirada desde el aprendizaje activo. En *CD de Memorias Séptima Reunión Nacional de Educación en Física (REF XVII)*. Villa Giardino, Córdoba. 11p.

Reynoso Savio, M. F.; Girelli, M.; Glusko, C. A. y Dima, G. N. (2012), Promoviendo el Aprendizaje Activo en Temas de Electrodinámica. En *CD de Memorias del XI Simposio de Educación en Física (SIEF XI)*. Esquel, Chubut, Argentina. 11p. Posterior Comunicación oral.

Reynoso Savio, M. F.; Glusko, C. A.; Dima, G. N. y Girelli, M. (2013). Análisis y resultados de la implementación de una guía de laboratorio basada en el aprendizaje activo: transformación de energía eléctrica en térmica. En *Memorias REF XVIII*, 163-183, ISBN 978-950-746-220-7. Catamarca. Argentina.

Rinaudo, M. C. y Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de educación a Distancia*, 22. Recuperado de: https://www.um.es/ead/red/22/rinaudo_donolo.pdf . Última consulta: 13 de febrero de 2019.

- Romero-Ariza, M. (2014). Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 7 (14), 159-176.
- Ruiz Valencia, D. M. Magallón Gudiño, J. y Muñoz Díaz, E. E. (2006). *Ingeniería*, 10(1), 97-15. Colombia: Universidad de Bogotá.
- Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 33-44.
- Serway, R. A., Beichner, R. J. y Jewt, J. W. (1999). *Physics: for scientists and engineers* (5^o edición). N. Y.: Thomson Learning.
- Silberman, M. (1998. 5^a Reimpresión 2006). *Aprendizaje Activo. 101 estrategias para enseñar cualquier tema*. Argentina: Editorial Troquel.
- Sliskp, J. (2008). How can formulation of physics problems and exercises aid students in thinking about their results. *Latin American Journal of Physics Education*, 2(2), 137-142. ISSN: 1870-9095.
- Sokoloff, D. R. ; Thornton, R. K. y Laws, P. W. (2004). *Real Time Physics*. Hoboken, N. J. : Wiley.
- Sokoloff, D.; Laws, P.; Zavala, G.; Punte, G. y Benegas, J. (2010). Manual de Entrenamiento 3do. En *Taller Regional del Cono Sur sobre Aprendizaje Activo de la Física: Electricidad y Magnetismo*. San Luis: Universidad Nacional de San Luis.
- Svihla, V. (2014). Advances in Design-Based Research. *Frontline Learning Research*, 6, 35-45.
- Tarifeño, E. (2004). *Cap. 17: Adaptaciones fisiológicas de animales marinos, en: Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y procesos. Tomo I*. Chile: Editor Werlinger I. C.

- Tesconi, S. (2017). Teacher training in making through the co-design of learning environments. *UTE. Revista de Ciències de l'Educació*. 2, 6-18.
- Thornton, R. and Sokoloff, D. (1998). Assessing student learning of Newton's laws: The force and Motion Conceptual Evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture curricula. *American Journal of Physics*, 66, 338-352.
- Tiberghiem, A. y Malkoun, L. (2008). Análisis de clases de Física en la escuela secundaria a partir de registros de video. *Revista de Enseñanza de la Física*, 21(2), 11-22.
- Torres Devoto, R. (2008). La experimentación. *12 (ntes) Primer Ciclo*. 01, 79-86.
- Torres Devoto, R. (2008). La organización del laboratorio escolar. Crecimiento de cristales. *12 (ntes) Primer Ciclo*. 02, 75-86.
- Van der Akker, J. (1999). Principles and Methods of Development Research. EN Van den Akker, J., Branch, R. M., Gustafson, K., Nieveen, N. y Plomp, T. (Eds). *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Boston: Kluwer Academic.
- Villar, R.; López, C. y Cussó, F. (2013). Capítulo 13: Fluidos ideales: la flotación. En: *Fundamentos Físicos de los procesos biológicos. Vol. 2.- Calor y dinámica de fluidos en los seres vivos*; (43p.); San Vicente, Alicante, España: Editorial Club Universitario.
- Walker, D. (2006). *Toward productive design studies*. En J. van den Akker, N., K. Gravemeijer,
- Walker, D. (2006). Towards productive design studies. En Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. y Nieveen, N. (Eds.). *Educational design research*, 9–18. London: Routledge.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2004). Using design-based research in design and research of technology-enhanced learning environments. Paper presented at the *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, San Diego, CA.

- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. *ETR&D*, 53 (4), 5–23.
- Yuni, J. y Urbano, C. (2006). *Técnicas para investigar 1, 2 y 3*. Argentina: Editorial Brujas.
- Zafer, T. y Mustafa, E. (2008). Effects of Cooperative Learning on Instructing Magnetism: Analysis of an Experimental Teaching Sequence. *Latin American Journal of Physics Education*, 2(2), 124-136.
- Züiker, S. y Whitaker, R. (2014). Refining Inquiry with Multi-Form Assessment: Formative and Summative Assessment Functional for Flexible Inquiry. *Journal of Science Education*. 36 (6), 1037-1059.