



LA INICIACIÓN CIENTÍFICA JÚNIOR Y LOS CONOCIMIENTOS PROCEDIMENTALES EN CIENCIAS

THE JUNIOR UNDERGRADUATE RESEARCH PROJECT AND THE SCIENCE PROCEDURAL CONTENT

A INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR E OS CONHECIMENTOS PROCEDIMENTAIS EM CIÊNCIAS

Laura Nívea Rosa Silva Holpert*  y Andréia de Freitas Zompero** 

Cómo citar este artículo: Silva Holpert, L. N. R. y Zompero, A. F. (2020). La iniciación científica júnior y los conocimientos procedimentales en ciencias. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 15(3), 569-586. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16095>

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo investigar indicios de aprendizaje de procedimientos del tipo investigativo en ciencias, de alumnos que participaron de la iniciación científica júnior. Entre dichos procedimientos investigados fueron analizados la identificación del problema, la emisión de hipótesis y el planeamiento de la investigación. La pesquisa es de naturaleza cualitativa con abordaje descriptivo. Participaron seis alumnos del 2º año del Curso Técnico en Agrimensura Integrado a la Enseñanza Media. Como instrumento de recolección de datos fueron aplicadas, en el transcurso de la ejecución del proyecto de iniciación científica júnior, tres actividades individuales del tipo situación problema. Estas tuvieron el objetivo de identificar la comprensión de un problema, la emisión de hipótesis y planeamiento de la investigación. Para el análisis de los datos obtenidos, utilizamos un instrumento para evaluar los niveles de habilidades investigativas presentadas por los alumnos en el transcurso del proyecto de iniciación científica júnior. Al comparar el desempeño de los alumnos en la resolución de las situaciones problema, fue posible percibir que los estudiantes tuvieron mejor resultado en el aprendizaje de las ciencias mediante la planeación de una investigación.

Palabras clave: enseñanza de ciencias; iniciación científica júnior; contenidos procedimentales en ciencias; habilidades investigativas; educación científica.

Recibido: 01 de abril de 2020; aprobado: 12 de mayo de 2020

* Magíster en Metodologías para la Enseñanza de Lenguas y Tecnologías. Docente del Instituto Federal do Estado de Mato Grosso, Brasil. E-mail: laura.silva@cba.ifmt.edu.br

** Doctora en Enseñanza de Ciencias. Docente del curso de Licenciatura en Ciencias Biológicas del Programa de Enseñanza de Ciencias y Educación Matemática de la Universidade Estadual de Londrina (UEL), Brasil. Docente del Programa de Metodologías para la Enseñanza de Lenguas y Tecnologías de la Universidade Norte do Paraná (Unopar), Brasil. E-mail: andzomp@yahoo.com.br

Abstract

This study aimed to ascertain evidences of investigative-type procedures in Science learning from students who participated in Junior Undergraduate Research Project. Among the procedures analyzed, the problem identification, the hypotheses issuing and the investigation planning were analyzed. The research was the qualitative type with a descriptive approach. 6 students from the 2nd year of the Certificate Program in Surveying Integrated to High School participated in the study. As a data collection instrument, three single problem-situation activities were applied during the execution of the Junior Undergraduate Research Project. The activities were intended to identify the understanding of a problem, the hypotheses issuing and the investigation planning. To analyze the data obtained, we used an instrument to assess the levels of investigative skills presented by students during the Junior Undergraduate Research Project. Before the results, comparing the performance of students in solving problem-situations, we could realize that students had best result in learning the investigative procedure of the investigation planning.

Keywords: science teaching; junior undergraduate research project; science procedural content; investigative skills; scientific education.

Resumo

Este estudo teve como objetivo investigar indícios de aprendizagem de procedimentos do tipo investigativo em Ciências de alunos que participaram da Iniciação Científica Júnior. Dentre os referidos procedimentos investigados foram analisados a identificação do problema, a emissão de hipóteses e planejamento da investigação. A pesquisa é de natureza qualitativa, com abordagem descritiva. Participaram do estudo seis alunos do 2º Ano do Curso Técnico em Agrimensura Integrado ao Ensino Médio. Como instrumento de coleta de dados foram aplicadas, no decorrer da execução do projeto de Iniciação Científica Júnior, três atividades individuais do tipo situação-problema. As atividades tiveram o intuito de identificar a compreensão de um problema, a emissão de hipótese e planejamento da investigação. Para análise dos dados obtidos, utilizamos um instrumento para avaliar os níveis de habilidades investigativas apresentadas pelos alunos no decorrer do projeto de Iniciação Científica Jr. Diante dos resultados, comparando o desempenho dos alunos na resolução das situações-problemas foi possível perceber que os estudantes tiveram melhor resultado na aprendizagem das ciências por meio do planejamento da investigação.

Palavras-chave: ensino de ciencias; iniciação científica júnior; conteúdos procedimentais em ciencias; habilidades investigativas; educação científica.

Introducción

En una sociedad en que las exigencias formativas y los conocimientos avanzan rápidamente, es imprescindible que los futuros ciudadanos sean aprendices reflexivos, que tengan la capacidad de aprender que les permita adaptarse a esa nueva demanda (Pozo, Crespo, 2009). Esos anhelos exigen reformas curriculares para la enseñanza de ciencias que, según Krasilchik (2008), debe ser tomado como una de las prioridades educacionales gubernamentales por favorecer el desarrollo de consciencia crítica y capacitar a los ciudadanos para la toma de decisiones en la sociedad contemporánea.

Al referirse a las nuevas perspectivas epistemológicas sobre la Enseñanza de Ciencias y la manera como el conocimiento científico es desarrollado y construido, Aranda (2008) señala que, además de promover en los alumnos el aprendizaje de los contenidos conceptuales básicos que caracterizan cada asignatura, la educación científica debe incentivarlos a adquirir habilidades y destrezas relacionadas a la actividad científica, además de desarrollar valores y actitudes ligadas a la aplicación de la ciencia para comprender y resolver varias situaciones y problemas de la vida cotidiana, como los relacionados con la tecnología, la salud, el ambiente o el consumo.

Según Pozo, Crespo (2009), la Enseñanza de Ciencias necesita adoptar como uno de sus objetivos la práctica de ayudar a los alumnos a aprender y a hacer ciencia, proporcionándoles el aprendizaje de procedimientos científicos. Asimismo, la educación científica busca garantizar a los alumnos la capacidad de desarrollar habilidades investigativas, participando de actividades en que puedan identificar problemas, formular hipótesis, planear investigación, confrontar sus hipótesis, argumentar y comunicar conclusiones (Meléndez, 2012).

Sin embargo, tradicionalmente, la Enseñanza de Ciencias estuvo direccionada principalmente a transmitir el *corpus* conceptual de las asignaturas (Pozo, Crespo, 2009). No que el aprendizaje de conceptos no sea tan importante como el aprendizaje de procedimientos y actitudes para la formación del

alumno. No obstante, sabemos que la enseñanza de las asignaturas que involucra las Ciencias de la Naturaleza en nuestras escuelas aún permanece ofreciendo solo contenidos y no el aprendizaje a través de procedimientos referentes a la ejecución en ciencia (Zompero *et al.*, 2019).

Para revertir ese escenario, una propuesta de enseñanza sería la *iniciación científica júnior*, que aproximaría el estudiante de las prácticas científicas, estimulando el aprendizaje de los contenidos procedimentales y el desarrollo de competencia científica. En Brasil esa práctica ha sido adoptada por todas las regiones como señala el Informe de datos del Panel de los Programas Institucionales de Iniciación Científica y Tecnológica del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico - CNPq, año base 2018. De esa manera, estudiantes de la enseñanza media, o aún de la enseñanza fundamental, desarrollan estudios orientados por investigadores de instituciones de enseñanza superior o de centros de investigaciones (Conceição, 2012). Costa, Zompero (2017) resaltan que la inserción de los alumnos en la *iniciación científica* posibilita el contacto directo de los estudiantes con el modo en que la ciencia es producida y divulgada. En ese sentido, Conceição (2012) argumenta que la participación de los alumnos en proyectos de esa naturaleza contribuye para mejorar su desempeño escolar y puede motivarlos a seguir la carrera científica. Esa idea es corroborada por Bonelli (2010), que destaca beneficios de esa práctica para la formación de los alumnos y considera también que anticipar el contacto del joven con la producción científica en la enseñanza media despierta el interés por las áreas científicas.

Conforme a lo expuesto, hay estudios que indican los beneficios a los alumnos que participaron de proyectos de *iniciación científica júnior* (ICJ). Considerando la necesidad del aprendizaje de procedimientos relativos a la ciencia por los alumnos de la educación básica y que durante la *iniciación científica* ellos tienen acceso a las prácticas científicas, admitimos la necesidad de investigar indicios de aprendizaje en cuanto a los procedimientos de la ciencia y alumnos que participan de proyectos

de ICJ. De ese modo, pretendemos responder, en este estudio, cuáles contenidos de naturaleza procedimental del tipo investigativo el alumno aprende al participar de la ICJ.

Esta investigación tuvo como objetivo abordar indicios de aprendizaje de procedimientos investigativos en alumnos que participaron de la ICJ; entre ellos, trabajamos el aprendizaje en cuanto a la identificación del problema, la emisión de la hipótesis y la planificación de la investigación.

1. Marco teórico

Sabemos que en la enseñanza de las asignaturas que involucra las Ciencias de la Naturaleza en Brasil aún se mantiene el énfasis en los conceptos y no se contempla el aprendizaje de procedimientos referentes al hacer en ciencias (Zompero *et al.*, 2018). Sin embargo, varias propuestas han sido implementadas para revertir ese escenario. Una de ellas es de incluir proyectos de *iniciación científica júnior* en la escuela.

La iniciación científica tiene sus orígenes en la enseñanza superior. De acuerdo con Simão *et al.* (1996), es entendida como “un conjunto de experiencias vivenciadas por el alumno que están insertadas en un proyecto de investigación formalmente elaborado, desarrollado bajo la orientación de un docente investigador” (p. 111).

Massi, Queiroz (2010 p. 174) la consideran “como un proceso en el cual es suministrado el conjunto de conocimientos indispensables para iniciar al joven en los ritos, técnicas y tradiciones de la ciencia”.

En 2003, fue creado en el programa de Iniciación Científica Júnior (ICJ) por el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico - CNPq, que proporciona a los alumnos de la institución escolar el contacto con la investigación científica. El programa es “direccionado para la formación de una cultura científica, pues los estudiantes participarán de actividades de educación científica, o actividades tecnológicas, bajo la orientación de un investigador calificado” (Conceição, 2012 p. 55).

Dicho programa, conforme Resolución Normativa (RN 017/2006), tiene por finalidad despertar vocación científica e incentivar talentos potenciales entre estudiantes de la enseñanza fundamental, media y profesional de la red pública, a través de su participación en actividades de investigación científica o tecnológica, orientadas por un investigador calificado, en instituciones de enseñanza superior o institutos/centros de investigaciones (Brasil, 2006).

Dentro del contexto histórico-político, Oliveira, Bianchetti (2018) hacen un análisis del periodo 2002-2015 y reiteran que el crecimiento de la ICJ se justifica, inicialmente, como política estatal que la prioriza en la escuela para desarrollar el interés por la educación científica, además de identificar talentos e incentivarlos a seguir la carrera científica en los jóvenes estudiantes de la escuela pública.

En la tabla 1 se presenta la evolución del número y porcentual de becas (IC e ICJ) en Brasil de 2002 a 2018.

Tabla 1. Evolución del número y porcentual de becas de iniciación científica en el país, de 2002 a 2018.

Ano	IC	%	ICJr	%	Total	%
2002	18.864				18.864	
2003	18.238	-3	377		18.615	-1
2004	19.255	6	1.876	397	21.131	13
2005	19.912	3	1.272	-32	21.184	1
2006	20.704	4	787	-38	21.491	1
2007	21.025	2	3.138	299	24.163	12
2008	22.006	5	3.878	24	25.884	7
2009	24.043	9	2.464	-36	26.507	2
2010	26.773	11	4.053	65	30.826	16
2011	25.580	-4	7.237	79	32.817	6
2012	28.414	11	7.977	10	36.391	11
2013	26.668	-6	9.334	17	36.002	-6
2014	26.970	1	10.095	8	37.065	3
2015	27.717	3	10.672	6	38.389	4
2016	26.386	-5	9.375	-12	35.761	-7
2017	26.575	1	9.366	0	35.941	1
2018	29.604	11	10.452	12	40.056	11
TOTAL	408.734		92.353		501.087	

Fuente: adaptado de Oliveira, Bianchetti, 2018.

A partir de los datos de la tabla 1, observamos que, en 2003, al inicio de su implementación, el número de becas de ICJ fue de 377, en comparación con 2018 que fue de 10 452, a pesar de las varias oscilaciones, totalizando 92 353 becas de ICJ hasta

2018. El año de 2019 el país pasó por una seria crisis financiera y hubo muchos cortes en las becas. No obstante, las escuelas, principalmente las particulares, siguieron desarrollando sus proyectos con los alumnos, inclusive sin atribución de becas. Es importante resaltar que al final de los proyectos, los trabajos de los alumnos son presentados en diversas ferias de ciencias realizadas en la propia escuela o en otros lugares del país.

En estudio realizado por Zompero *et al.* (2018), encontramos en la ICJ una perspectiva educacional que mejora, en parte, el desempeño en las habilidades y competencias evaluadas en Programme for International Student Assessment (PISA), en estudiantes que tuvieron acceso a la iniciación científica. Esas habilidades son parte de los conocimientos del tipo procedimental mencionada en la matriz de ciencias del mismo programa.

Actualmente las propuestas educacionales para la Enseñanza de Ciencias, como en Estados Unidos, el National Research Council (NRC) (Estados Unidos, 2000, 2012); en Australia, el Australian Council for Education Research (ACER) (Tytler, 2007), y en países de Europa, el European Commission (Bélgica, 2007), demuestran relevancia de que el aprendizaje de las asignaturas científicas no considera solamente conocimientos conceptuales, sino también proporciona el entendimiento del hacer ciencia, esto es, de los procedimientos en ciencias, así como favorecer a los estudiantes el desarrollo de habilidades procedimentales que son propias de la educación científica (Zompero *et al.*, 2018).

En el Programme for International Student Assessment (PISA) en su matriz de evaluación en Ciencias es destacado el conocimiento procedimental, como un conocimiento sobre procedimientos y prácticas relativos a la investigación científica que debe ser proporcionado a los alumnos (Brasil, 2015).

En Brasil, el documento actual de enseñanza que rige los currículos de las escuelas es la Base Nacional Común Curricular (BNCC), el cual señala las competencias necesarias para cada área del conocimiento. Respecto a la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y sus Tecnologías, el documento

destaca que los procesos y prácticas investigativas deben aproximar los estudiantes a los procedimientos de investigación, como: identificar el problema, proponer y probar hipótesis (Brasil, 2018 p. 550).

Además, la Enseñanza de Ciencias también tiene como objetivo que los alumnos aprendan cómo la ciencia es producida juntamente con la comprensión de los procedimientos científicos (Pozo, Crespo, 2009; Tytler, 2007). De esa forma, los autores caracterizan los procedimientos como contenido educacional y añaden que el conocimiento procedimental es adquirido por acciones ordenadas, mediante el uso de técnicas para ejecución de una estrategia, a fin de alcanzar una meta.

En el área científica existe un gran número de habilidades que van más allá de observar y de aplicar la técnica por repetición. Erróneamente, algunos profesores piensan que el contenido procedimental solo aparece en actividades de laboratorio, interpretando que la enseñanza de procedimientos sirve para demostrar conocimiento más que el construir (Pro, 1998).

Una propuesta de Pro (2013) clasifica los contenidos procedimentales en ciencias en cuatro categorías de habilidades: investigativa, técnica, básica y de comunicación. Nuestro estudio es direccionado a las habilidades de investigación; ellas son: identificación del problema, emisión de hipótesis y planificación de la investigación. En ese sentido, los conocimientos de naturaleza procedimental proporcionan el desarrollo de habilidades del tipo investigativas.

Un estudio de revisión de la literatura respecto a los términos, actitudes y habilidades investigativas y científicas realizado por Pizzato *et al.* (2019) señala que dichas habilidades se refieren a la facultad o capacidad, que comúnmente remite a acciones y aspectos procedimentales. Son constituidas por una gama de características que contemplan todo el proceso de investigación científica y ocurren como etapas de un sistema complejo que van desencadenándose a lo largo del tiempo y de acuerdo con la marcha del proceso de investigación. Entre esas habilidades se destacan: proponer preguntas, identificar problemas, formular hipótesis, planificar

investigaciones, proyectar experimento, controlar variables, observar, recolectar/registrar datos, organizar datos y analizar datos/evidencias (Pizzato *et al.*, 2019). Pero la actitud, conforme Pitafi, Farooq (2012) es la predisposición para pensar, sentir, percibir y comportarse en dirección a un objeto cognitivo.

A partir de la propuesta de mejorar el entendimiento de los alumnos sobre las prácticas y la comprensión de los procedimientos científicos, la ICJ se presenta como actividad capaz de proporcionar el contacto con prácticas investigativas. De ese modo, la ICJ, por tener actividades de naturaleza investigativa, también denominada *inquiry*, o indagación, desarrollará en el estudiante un conjunto de habilidades investigativas para que comprendan los procedimientos de un trabajo científico (Tuenter *et al.*, 2012).

En este proyecto, las actividades investigativas fueron orientadas por el profesor; por eso, caracterizadas como *inquiry guiada*. En esa perspectiva, conforme Trnova, Trna (2011), el profesor presenta el problema y orienta a los estudiantes sobre cómo deben realizar la planificación de la investigación.

Pedaste *et al.* (2015) realizaron un estudio de revisión de la literatura en 32 artículos sobre las fases y ciclos de *inquiry*. Tras el análisis, distinguieron cinco fases generales: orientación, conceptualización, investigación, conclusión y discusión. Para el análisis de los datos de este estudio utilizamos un instrumento elaborado por Zompero, Laburú, Vilaça (2019) con base en las fases propuestas por Pedaste *et al.* (2015), relativas a la conceptualización e investigación.

La conceptualización es el proceso de comprensión de los conceptos relativos al problema. Comprende el cuestionamiento, emisión y testeo de hipótesis. La investigación se refiere a la planificación de la exploración o experimento y recopilación de datos.

2. Metodología

Este estudio es una investigación cualitativa descriptiva, con el objetivo de investigar indicios de aprendizaje de procedimientos en ciencias de tipo

investigativo en alumnos que participaron de un proyecto de ICJ. La investigación descriptiva, según Bogdan, Biklen (1994) y Gil (2008) procura entender las características peculiares de un determinado grupo, haciendo uso de instrumentos para verificar lo que se desea para comprender el proceso ante el cual los agentes entrevistados construyen significados sobre el tema a ser investigado. En ese sentido, el investigador cualitativo se preocupa con el proceso y no con el producto. El estudio cualitativo presenta como característica un número pequeño de unidades de muestra compuesta por descripción detallada de situaciones relativas a los datos (Leininger, 1994).

Los participantes de la investigación fueron seis alumnos del 2º año del Curso Técnico en Agrimensura Integrado a la enseñanza Media del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología del Estado de Mato Grosso (IFMT), en la ciudad de Cuiabá (Brasil), principiantes de un proyecto de iniciación científica júnior (ICJ), con edad entre 15 y 16 años. Resaltamos que los proyectos de ICJ, debido a sus características, presentan un número pequeño de alumnos participantes. Los que constituyeron la muestra de este caso fueron escogidos por el hecho de que nunca habían participado en estos proyectos y manifestaron interés en todas las actividades del planteamiento. La recopilación de datos fue realizada entre marzo y noviembre de 2019, concomitante a las actividades del proyecto de ICJ.

El proyecto de ICJ forma parte de otra iniciativa mayor titulada: "Monitoreo de fitoparásitos y estrés hídrico, con uso de aeronaves remotamente pilotadas y percepción remota multiespectral, en la cultura de algodón en Mato Grosso". El proyecto se enfoca en el estudio fitopatológico y la mejora genética de semillas, evaluación de defensivos para control de enfermedades y plagas del algodón, aliados a las nuevas tecnologías con uso de aeronaves remotamente pilotadas y percepción remota multiespectral, en la cultura de algodón en Mato Grosso. La imagen multiespectral consiste en imágenes de un mismo objeto, tomadas con diferentes longitudes de ondas electromagnéticas. Puede ser luz visible, infrarroja, ultravioleta, rayo X o cualquier otra banda

del espectro. El estrés hídrico es un fenómeno que ocurre cuando la procura por agua es mayor que la capacidad de un cuerpo hídrico. Para periodos largos de estrés hídrico, la planta puede parar de crecer y eventualmente morir.

Los alumnos eran orientados por el profesor responsable en encuentros semanales que involucraban una serie de actividades referentes al estudio de imágenes orbitales, como ensayos de clasificación de los conjuntos de imagen multiespectrales y termales. Además de la visita técnica *in loco* en las áreas experimentales, las actividades de toma, organización y análisis de datos fueron conducidos por el profesor en el Laboratorio de Aplicaciones Geotecnológicas (Geotec) de IFMT. Los alumnos tuvieron acceso al contenido teórico sobre Interpretación de Imagen en el inicio del proyecto, además de estudiar asignaturas como Cartografía, Geociencias, Diseño Topográfico y Topografía I en el curso regular.

Las actividades del proyecto de ICJ fueron realizadas en diversas etapas, desde revisión bibliográfica acerca de la cultura algodонера, en la cual el profesor orientador contextualizó la problemática de los fitoparásitos, la importancia y contribución del proyecto en cuanto a la clasificación e interpretación de las imágenes multiespectrales y termales que resultaron en estimativa de la distribución espacial de las condiciones hídricas en el área experimental y su precisión de mapeamiento (validación con los datos del campo, de evaluación visual de plantas y análisis de muestras recolectadas para nematodos fitoparásitos).

Se hicieron análisis de laboratorio a través de muestra de suelo y raíces, como extracción de nematodos de las muestras, fijación, cuantificación de nematodos, preparación de láminas e identificación taxonómicas de nematodos, en convenio con el Laboratorio de Suelos de la Empaer (Empresa de Pesquisa, Asistencia y Extensión Rural del Estado de Mato Grosso), con el objetivo de cruzar los datos con las imágenes térmicas y multiespectrales hechas y obtenidas por el VANT (vehículo aéreo no tripulado) para monitoreo de nematodos en un cultivo de algodón.

El profesor coordinador del proyecto no tenía por objeto que los alumnos desarrollasen las habilidades aquí mencionadas, sino los objetivos que eran propios del proyecto; sin embargo, las actividades realizadas contemplaron aspectos de la investigación científica.

La obtención de los datos de esta investigación se dio en tres etapas y los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron cuestionarios tipo situación problema que los estudiantes respondieron en tres momentos distintos.

La primera etapa se llevó a cabo antes de que los alumnos iniciaran las actividades del proyecto de ICJ, con el objetivo de identificar los conocimientos previos que presentaban en relación a los contenidos procedimentales de la ciencia.

Cuestionario 1

El instrumento utilizado para obtener los datos fue un cuestionario con tres preguntas abiertas, elaboradas a partir de una situación problema que los alumnos tuvieron que responder individualmente. El cuestionario aplicado, con sus respectivos objetivos, fue adaptado de una actividad investigativa sobre el contenido "Osmosis", elaborada por Zompero, Laburú (2016). Sabemos que los problemas científicos no son, necesariamente, resueltos a través de experimento con propuesta de grupo control y variables, justamente por no existir un método científico único que sea aplicado para resolver todos los problemas de naturaleza científica. No obstante, en las tres situaciones problema presentadas a los alumnos, la resolución sugiere experimentación por motivo de analizar la habilidad de planificación de la investigación y test de hipótesis.

A continuación, presentamos la situación problema y las preguntas.

Supón que necesitas deshidratar hojas de lechuga. Para realizar ese proceso tienes algunos materiales a tu disposición como palanganas con agua, sal, vinagre, aceite, pimienta y hojas de lechuga. Sin embargo, necesitas saber con

seguridad cuál de los ingredientes arriba es responsable por ese proceso.

Responde:

1. ¿Cuál es el problema que está siendo investigado?
2. Coloca aquí tu hipótesis sobre cuál(es) ingrediente(s) puede(n) deshidratar la hoja.
3. ¿Cómo harías para resolver ese problema?

La segunda etapa fue realizada tras cuatro meses a partir del inicio del proyecto de ICJ, con el objetivo de analizar los conocimientos que los alumnos presentaban en relación a los contenidos procedimentales de la ciencia.

Cuestionario 2

El instrumento utilizado para adquirir los datos fue un cuestionario con tres preguntas abiertas, formuladas a partir de una situación problema que los alumnos tuvieron que responder individualmente. El cuestionario fue aplicado y contenía interrogantes adaptados de una situación problema sobre el contenido "Helecho", elaborado por Zompero *et al.* (2019). A continuación, presentamos la situación problema y las preguntas.

Los helechos son plantas que para que se desarrollen necesitan ciertas condiciones de luminosidad y humedad. Imagina ahora que vas a trabajar con el cultivo de helecho y, por eso, necesitas saber en qué condiciones de humedad y de luminosidad los helechos se desarrollan mejor.

1. ¿Cuál es el problema que estás buscando resolver en esa actividad?
2. Escribe aquí tu hipótesis sobre los ambientes favorables, para el desarrollo de esas plantas, de acuerdo con las condiciones citadas. Explica tu hipótesis.
3. Piensa de qué manera tú puedes probar tu hipótesis. Describe aquí.

La tercera y última etapa fue realizada tras siete meses a partir del inicio del proyecto de ICJ, con el objetivo de analizar cuáles habilidades procedimentales de tipo investigativo desarrollaron los alumnos al participar de la ICJ.

Cuestionario 3

El instrumento utilizado para adquirir los datos fue un cuestionario con tres preguntas abiertas, elaboradas a partir de una situación problema que los alumnos tuvieron que responder individualmente. El cuestionario fue aplicado y contenía cuestiones adaptadas de una situación problema sobre "Moscas del Pisa" (Brasil, 2012):

Un ganadero trabaja con la actividad lechera en carácter experimental. La población de moscas en el corral donde estaba el ganado era tan grande que la salud de los animales fue afectada. Entonces, el ganadero pulverizó el corral y el ganado con una solución de insecticida A. El insecticida mató casi todas las moscas. Sin embargo, poco tiempo después el número de moscas aumentó de nuevo. El ganadero pulverizó nuevamente el insecticida. El resultado fue semejante al obtenido en la primera aplicación. La mayoría de las moscas, pero no todas, murieron. Nuevamente, dentro de poco tiempo, la población de moscas aumentó y fueron pulverizadas con el insecticida una vez más. Esta secuencia de acontecimientos se repitió por cinco veces, quedando evidente que el insecticida A estaba haciéndose cada vez menos eficiente para matar las moscas.

El ganadero percibió que una gran cantidad de la solución del insecticida había sido hecha y utilizada en todas las pulverizaciones. Él necesita saber si el insecticida ha dejado de ser eficaz. Su opinión para ese hecho es que el insecticida se ha descompuesto con el tiempo.

Basado en la situación problema presentada, responde:

1. ¿Cuál problema está siendo investigado?
2. ¿Cuál es tu hipótesis para resolver ese problema?
3. ¿Cómo puedes proceder para probar tu hipótesis?

Para el análisis de los datos recolectados a través de los cuestionarios tipo situación problema, utilizamos parte del instrumento de análisis de habilidades cognitivas en las actividades investigativas propuesto en el trabajo de Zompero, Laburú, Vilaça (2019). En este estudio, se recurrió solamente a algunas de las etapas del instrumento, como se indica en el cuadro 1. La primera etapa utilizada fue la conceptualización, que a su vez se dividió en dos partes: a) problema, que es descrito como “identificación de los elementos constituyentes del problema”; y b) hipótesis, que es definida como “emisión de hipótesis con base en el problema”.

Otra etapa fue la investigación, donde recurrimos a la característica de *planeamiento para investigación/confrontación de hipótesis*, que es descrita como “realización de planeamiento de actividades coherente con la hipótesis emitida”.

Para cada característica, los autores establecieron tres niveles de satisfacción alcanzados por los alumnos, indicados por N, como se muestra en el cuadro 1. De ese modo, para el problema N1 se presentan respuestas en que el alumno no identifica el problema; N2, respuestas que identifican parcialmente los elementos constituyentes del problema, y N3, respuestas que identifican completamente el problema.

En relación con la hipótesis, el N1 presenta respuestas que no condicen con el problema; el N2, respuestas en que las hipótesis no están direccionadas coherentemente al problema, y el N3, respuestas que presentan hipótesis coherentes al problema propuesto.

En cuanto al planeamiento de la investigación/confrontación de hipótesis, N1 reúne respuestas que no presentan propuesta del planeamiento de la investigación direccionado a la hipótesis o inclusive incoherente; N2, respuestas parcialmente coherentes, y N3, respuestas completas. Consideramos aquellas que presentan de modo coherente una experimentación con grupo control y grupo experimental para realizar el test de hipótesis, pues

Cuadro 1. Instrumento de análisis para evaluar habilidades cognitivas.

	ETAPA INVESTIGATIVA		NIVELES		RESULTADO Evaluación del alumno		
	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN	NIVEL	DESCRIPCIÓN	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3
Conceptualización	Problema	Identificación de los elementos constituyentes del problema	N1	No identifica			
			N2	Identificación parcial			
			N3	Identificación completa			
	Hipótesis	Emisión de hipótesis con base en el problema	N1	No emitió hipótesis			
			N2	Hipótesis no direccionada al problema			
			N3	Hipótesis coherente con el problema			
Investigación	Planeamiento para investigación/ Confrontación de hipótesis	Realiza un planeamiento de acciones coherente con la hipótesis emitida	N1	No propone el planeamiento o Planeamiento incoherente con la hipótesis			
			N2	Planeamiento parcialmente coherente con la hipótesis			
			N3	Planeamiento coherente con la hipótesis			

Fuente: adaptado de Zompero, Laburú, Vilaça (2019).

todas las situaciones problema admiten test de hipótesis a través de experimentación.

El instrumento permitió identificar los dominios y niveles para cada habilidad de los seis alumnos y evaluar la comprensión de los estudiantes en las tres situaciones-problemas.

3. Presentación de los resultados

Para el análisis de los resultados los participantes fueron identificados como A1, A2, A3, A4, A5 y A6. Cada cuestionario aplicado indagó en las respuestas de los estudiantes la identificación del problema, la emisión o levantamiento de hipótesis y el planeamiento de la investigación, esto es, cómo harían para probar la hipótesis. En los cuadros 2, 3 y 4 se detallan las respuestas de los alumnos.

Las respuestas fueron analizadas con base en el instrumento para averiguar el desarrollo de

habilidades investigativas de los estudiantes que participaron en las actividades (cuadro 1). El instrumento permitirá clasificar y acompañar el desarrollo de cada participante en las diferentes etapas de este estudio, en cada habilidad del tipo investigativa, como identificar un problema, levantar/emitir hipótesis y planeamiento de la investigación. Es importante destacar que el instrumento presenta niveles para clasificación de las respuestas de los estudiantes. Para la clasificación en esos niveles – N1, N2 y N3– establecemos criterios.

Para la *situación problema 1*, en relación con la *identificación del problema*, consideramos como nivel 1 (N1) los alumnos que no identificaron ninguno de los elementos del problema, como la deshidratación de la hoja y el ingrediente necesario para esa deshidratación; en el nivel 2 (N2), los alumnos que mencionaron solamente la deshidratación de las hojas de lechuga, y en el nivel 3 (N3), las respuestas

Cuadro 2. Respuestas de los alumnos referentes a la identificación del problema.

Respuestas de los alumnos referentes a la identificación del problema			
Alumnos	Cuestionario 1	Cuestionario 2	Cuestionario 3
A1	<i>“El problema que está siendo investigado es cómo deshidratar las hojas de lechuga con ingredientes simples y cómo hacerlo sin perjudicar”</i>	<i>“Estamos buscando saber cómo los helechos se desarrollan mejor”</i>	<i>“La ineficiencia del insecticida contra las moscas. El porqué de esa ineficiencia”</i>
A2	<i>“Saber cuál de los materiales presentados (palangana de agua, sal, vinagre, aceite, pimienta y hojas de lechuga) puede ser usado para la deshidratación de las hojas de lechuga”</i>	<i>“El problema que estamos intentando resolver es: cuáles condiciones necesarias para que el helecho se desarrolle mejor”</i>	<i>“El problema a ser investigado es sobre la población de moscas que está adaptándose al insecticida”</i>
A3	<i>“Cómo deshidratar hojas de lechuga”</i>	<i>“Descubrir parámetros del helecho, visto que cultivarla sin las informaciones ideales es un problema”</i>	<i>“¿El problema investigado es porque las moscas siguen sobreviviendo?”</i>
A4	<i>“Cuál de los ingredientes puede servir para deshidratar hojas de lechuga”</i>	<i>“Buscar resolver las condiciones para el helecho desarrollarse - la luminosidad y humedad”</i>	<i>“El problema a ser investigado es si el insecticida dejó de ser eficaz”</i>
A5	<i>“Cuál de los materiales como palangana con agua, sal, vinagre, aceite, pimienta y hojas de lechuga, pueden deshidratar hojas de lechuga”</i>	<i>“Buscar el mejor ambiente para que el helecho consiga desarrollarse de forma saludable”</i>	<i>“Si el insecticida dejó de ser eficaz y por qué no está matando las moscas”</i>
A6	<i>“Necesito deshidratar algunas hojas de lechuga, pero no sé realmente si los ingredientes que tengo son capaces de realizar el proceso, descubrir cuál de los ingredientes es el mejor y más eficiente”</i>	<i>“La búsqueda de las condiciones ideales para el cultivo de helechos”</i>	<i>“La eficiencia del insecticida sobre las moscas, el porqué de las moscas volvieran, inclusive con aplicación del insecticida”</i>

Fuente: adaptado de Zompero, Laburú, Vilaça (2019).

Cuadro 3. Respuestas de los alumnos referentes a la emisión de hipótesis.

Respuestas de los alumnos referentes a la emisión de hipótesis			
Alumnos	Cuestionario 1	Cuestionario 2	Cuestionario 3
A1	"Sal y vinagre"	"Creo que el mejor lugar para el desarrollo de esa planta sea en un lugar en contacto con luz solar y mayor índice de humedad"	"Probar otro tipo de insecticida, pues el tipo A es ineficiente, y por lo que se señala las moscas crearon resistencia a ese insecticida"
A2	"Sal y/o vinagre"	"De acuerdo con los datos señalados, el helecho se desarrolla mejor con alta luminosidad y alta humedad (hipótesis)"	"Una solución para ese problema sería usar un insecticida más fuerte debido a que las moscas se hicieron resistentes"
A3	"Pimienta"	"Poca luminosidad; humedad baja y controlada"	"Las moscas haciéndose resistentes al insecticida A"
A4	"La sal y el agua juntos"	"La planta necesita de ambientes luminosos y húmedos como los bosques y selvas"	"No volver a aplicar una gran cantidad de insecticida sino hacer un adecuado para cada pulverización, analizando de ese modo su eficacia"
A5	"Vinagre y pimienta, son ácidos"	"Un ambiente con luz solar pero no sol directo, pues el helecho es una planta sensible al calor, necesitaría de riego por goteo, pues un suelo anegado puede matar la planta y dejarla débil"	"Las moscas que sobrevivieron a la pulverización, se hicieron más resistentes, generando descendientes también más resistentes. A cada pulverización las generaciones de moscas se hicieron menos influyentes al insecticida, haciendo entonces con que él pierda su eficacia, entonces hay que pulverizar otro"
A6	"Sal, vinagre, hoja de lechuga y agua"	"Creo que en ambientes que no sean extremos, por ejemplo, muy húmedo o superseco, hay que ser equilibrado, ni muy húmedo ni muy seco, ni mucho sol ni poco; siempre equilibrado"	"Analizar la composición química del insecticida, y tras eso aumentar el dosaje para que consiga matar todas las moscas. Si necesario, modificar alguna sustancia del insecticida"

Fuente: adaptado de Zompero, Laburú, Vilaça (2019).

Cuadro 4. Respuestas de los alumnos referentes al planeamiento de la investigación.

Respuestas de los alumnos referentes al planeamiento de la investigación			
Alumnos	Cuestionario 1	Cuestionario 2	Cuestionario 3
A1	"Yo investigaría o preguntaría a alguien que sabe sobre eso"	"Podría probar esa hipótesis decidiendo plantarla en un lugar con las condiciones adecuadas o tener un cuidado mayor con ella regando con más frecuencia"	"Colocarla en práctica"
A2	"Investigaría sobre cada uno de los materiales para saber cuál de ellos tendría acción de deshidratación"	"Para probar la hipótesis, es necesario aplicar métodos para verificar el ambiente ideal, o sea, probar su comportamiento en un clima seco y húmedo, así como en un ambiente luminoso y poco luminoso. O adoptar un estudio de caso en viveros"	"Usar un insecticida bien fuerte y hacer un promedio de cuánto él mató"
A3	"Investigaría cuál ingrediente es mejor para deshidratar hojas de lechuga"	"1ª separar los helechos en grupos con poca humedad. 2ª someter los diferentes grupos a diferentes factores 3ª observe la que se destaca mejor"	"Experimentar el uso de un insecticida B para comparar los resultados. Hacer uso del B varias veces y observar si ellas se harán resistentes a él también"
A4	"Yo investigaría sobre los ingredientes para ver cuál posee características que deshidraten las hojas"	"Colocar un helecho en un lugar oscuro y desierto, y otro en un lugar bien iluminado con bastante agua"	"Él ya tiene los resultados de la primera pulverización, ahora basta hacer una comparación aplicando soluciones de insecticida cada vez que pulverice, probando de ese modo su eficacia"
A5	"Para resolver ese problema yo haría un experimento, probaría todos esos materiales en una hoja de lechuga y observaría cuál de ellos deshidrata la hoja de lechuga"	"A través de tres experimentos, el primero en un lugar donde el sol incide directamente; segundo: 600 ml de agua tres veces al día; tercero: plantada en un lugar con sombra y riego razonable de modo que el suelo quede solamente húmedo. Se notará que la planta será más saludable en la tercera prueba"	"A partir del test de calidad del insecticida y a través de experimentos. El ganadero hizo un test del insecticida involuntariamente"
A6	"Investigaría. Tomaría muestras de las hojas e intentaría varias veces hasta obtener éxito"	"Intentando crear helechos en varios climas diferentes y ver cuál el mejor lugar para cultivarlos. Para conseguir identificar fácilmente cuáles son las condiciones ideales que él necesita para sobrevivir"	"Sabiendo la composición del insecticida, aplicar en todas las áreas (específica y alrededor) certificándose de eliminar las moscas tanto en óvulo como el insecto adulto"

Fuente: adaptado de Zompero, Laburú, Vilaça (2019).

en la cuales los alumnos indicaron la deshidratación de las hojas y la identificación del ingrediente responsable por ese proceso. Para *emisión de hipótesis*, consideramos como nivel 1 (N1) los alumnos que no emitieron hipótesis relacionadas a la deshidratación de las hojas de lechuga como por ejemplo agua y/o pimienta. En el nivel 2 (N2), los alumnos emitieron hipótesis, mencionaron algunos ingredientes direccionando a la deshidratación de las hojas de lechuga, y en el nivel 3 (N3), los alumnos levantan hipótesis coherentes con el problema de deshidratación.

En cuanto al *planeamiento para investigación*, además de observar la coherencia de la repuesta con la hipótesis emitida establecemos los siguientes criterios: nivel 1 (N1) trae respuestas de alumnos que no proponen diseño experimental para probar los ingredientes que deshidratan las hojas de lechuga. En el nivel 2 (N2) están clasificadas las respuestas parcialmente coherentes con la hipótesis, indicando lo(s) ingrediente(s), pero sin grupo control, y en el nivel 3 (N3) las respuestas con propuestas de test con ingredientes separadamente.

En cuanto a la *situación-problema 2*, referente a la *identificación del problema*, N1 trae respuestas de alumnos que no identificaron en el problema la necesidad de cuál serían las condiciones necesarias al desarrollo de la planta ni los factores luminosidad y humedad. En N2 están clasificadas las respuestas que mencionaron solamente que el problema es saber cuáles son las mejores condiciones para el desarrollo de la planta, y N3 las respuestas que presentaron las condiciones necesarias al desarrollo de la planta y los factores humedad y luminosidad.

Referente a *emisión de hipótesis*, consideramos las respuestas como N1 aquellas donde los alumnos no emitieron hipótesis relacionadas con el problema. En N2, fueron clasificadas las respuestas en que los alumnos emitieron hipótesis no direccionadas a las condiciones de desarrollo de la planta, y N3, las respuestas con hipótesis coherentes al problema.

En relación con el *planeamiento para investigación*, además de observar la coherencia de la repuesta con la hipótesis emitida establecemos los

siguientes criterios: N1 presenta respuestas que los alumnos no sugirieron planeamiento o la respuesta es incoherente con las hipótesis sin considerar las variables humedad y luminosidad. En N2 encontramos las respuestas en que el alumno hizo el planeamiento parcial para investigación, considerando una u otra variable, y en N3 tenemos las respuestas que consideraron las variables luminosidad y humedad, y aun proponen grupo control.

En cuanto a la *situación-problema 3*, en lo que atañe a la *identificación del problema*, N1 presenta las respuestas de los alumnos que no relacionaron el problema como la ineficiencia del insecticida en el combate a las moscas. En N2, consideramos las respuestas con identificación incompleta en que los estudiantes mencionaron solamente la resistencia de la población de las moscas, y en N3, las respuestas que señalaron como problema la ineficiencia del insecticida A.

Sobre la *emisión de hipótesis*, en N1 están organizadas las respuestas con emisión de hipótesis solamente referentes a la resistencia de las moscas; en N2, hipótesis que relacionan la resistencia de las moscas, sin mencionar el testeado del insecticida para evaluar su eficacia, y en N3, las respuestas con emisión de hipótesis direccionadas al problema, en el cual los alumnos proponen maneras de probar el insecticida.

Para la etapa de *planeamiento para investigación*, además de observar la coherencia de la respuesta con la hipótesis emitida establecemos los siguientes criterios: en N1 tenemos las respuestas de los alumnos que no consiguieron indicar un plan de investigación para confrontar sus hipótesis. N2 trae respuestas de los alumnos que demostraron un planeamiento parcialmente coherente con la hipótesis, en el sentido de identificar las variables como insecticida o la presencia de las moscas. En N3, consideramos las respuestas en las cuales los alumnos evidenciaron un plan de investigación para probar sus hipótesis con comparación de resultados para probar el insecticida o inclusive propusieron grupo control para tal finalidad

Cuadro 5. Síntesis cuantitativa de alumnos por nivel.

	ETAPA INVESTIGATIVA		NIVELES		RESULTADO Evaluación del alumno		
	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN	NIVEL	DESCRIPCIÓN	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3
Conceptualización	Problema	Identificación de los elementos constituyentes del problema	N1	<i>No identifica</i>	-	-	-
			N2	<i>Identificación parcial</i>	A1, A3	A1, A2, A3, A5, A6	A2, A3
			N3	<i>Identificación completa</i>	A2, A4, A5, A6	A4	A1, A4, A5, A6
	Hipótesis	Emisión de hipótesis con base en el problema	N1	<i>No emitió hipótesis</i>	A6	-	A3
			N2	<i>Hipótesis en el direccionada al problema</i>	-	-	A1, A2, A5
			N3	<i>Hipótesis coherente con el problema</i>	A1, A2, A3, A4, A5	A1, A2, A3, A4, A5, A6	A4, A6
Investigación	Planeamiento para investigación/ Confrontación de hipótesis	Realiza un planeamiento de acciones coherentes con la hipótesis emitida	N1	<i>No propone el planeamiento o Planeamiento incoherente con la hipótesis</i>	A1, A2, A3, A4, A6	A1	A1
			N2	<i>Planeamiento parcialmente coherente con la hipótesis</i>	-	A3, A4, A6	A2, A3
			N3	<i>Planeamiento coherente con la hipótesis</i>	A5	A2, A5	A4, A5, A6

Fuente: adaptado de Zompero, Laburú, Vilaça (2019).

De esta forma, presentamos en el cuadro 5 un resumen cuantitativo de alumnos por nivel de desempeño en relación con las habilidades investigativas.

Observando la síntesis de los resultados de la actividad 1, percibimos que cuatro de los seis alumnos obtuvieron éxito en la habilidad investigativa de identificar/reconocer un problema.

Otra habilidad presente de manera satisfactoria en esa actividad fue la emisión de hipótesis, cinco alumnos consiguieron emitir las de manera coherente con el problema. Ya en cuanto al planeamiento de la investigación constatamos la dificultad en elaborar estrategias a fin de confrontar las hipótesis y proponer experimento para testeo de variables. De ese modo, la pregunta “¿Cómo harías para resolver ese problema?” demanda del alumno una relación entre el problema presentado y las hipótesis emitidas para pensar en una manera de resolverlo, lo que implica probar la hipótesis al planear la investigación.

En la actividad 2 es posible notar que hubo avances en la habilidad investigativa de identificación del problema, a pesar de que cinco alumnos identificaron parcialmente los elementos constituyentes del

problema. Consideramos que el buen desempeño en identificar un problema en la actividad 1, anterior a esta, fue que la situación problema era más próxima de la vivencia/realidad de los alumnos, conforme mencion Pozo, Crespo (1998), un problema del tipo cotidiano, pues se relaciona con la utilización de condimentos de saladas.

En cuanto al levantamiento o emisión de hipótesis consideramos satisfactorio el desempeño de los alumnos en esa fase del proyecto ICJ, pues los seis alumnos formularon hipótesis coherentes al problema. En ese sentido, Nunes, Motokane (2017) señalan el levantamiento de hipótesis como un indicador de alfabetización científica.

En cuanto al planeamiento de la investigación también admitimos un avance en el desempeño de los alumnos, cinco de ellos propusieron un plan de investigación, resultado superior si se compara con los de la actividad 1, en la cual los alumnos propusieron planes sin indicios de procedimientos científicos y recurrieron a la obtención del éxito para resolver el problema como un problema cotidiano (Pozo, Crespo, 1998).

Lo que se espera al solicitar de los alumnos el planeamiento previo de una investigación es la elaboración de un plan para ejecución del experimento similar al que se hace en un trabajo científico experimental, o sea, el alumno debe tener una comprensión clara de lo que se pretende resolver y de cómo hacerlo, sin caer en prácticas de aplicación de rutinas y técnicas mecánicas (Clement, Terrazzan, 2011). Fue posible percibir que esa característica investigativa (planeamiento/confronto de la hipótesis) fue en la que los estudiantes presentaron mejor desempeño, conforme números indicados en el cuadro síntesis, involucrando los niveles N2 y N3.

Los resultados de la etapa 3 fueron satisfactorios por ser la actividad más compleja entre las demás, por la situación problema no presentar un problema cotidiano como lo de condimentar una verdura o tener un ambiente mejor para desarrollar una planta, sino un problema científico relativo al asunto *evolución*, exigiendo de los alumnos un raciocinio más elaborado debiendo poner atención para responderlo considerando no solo la resistencia de las moscas, sino la utilización del insecticida empleado para tal control. Admitimos que, con el desarrollo de las actividades del proyecto, posiblemente los alumnos estaban familiarizados con situaciones de investigación y presentaron respuestas más elaboradas, utilizando estrategias más próximas al método científico que un abordaje cotidiano. Esa etapa representa la finalización del proceso investigativo de esta investigación y los resultados nos permitieron comparar las habilidades cognitivas investigativas de los alumnos en relación con las actividades anteriores.

Referente a la habilidad investigativa de identificación del problema, en la actividad 3, los seis alumnos tuvieron sus respuestas clasificadas entre los niveles N2 y N3 demostrando haber comprensión de cuáles eran los elementos constituyentes del problema o por lo menos parte de él. Al comparar el número de alumnos en N3 es posible percibir la misma cantidad en las actividades 1 y 3; sin embargo, debido a que el problema de la actividad 3 es más complejo en relación con el de la actividad 1,

tal hecho indica avance en la comprensión de los estudiantes. Admitimos que, por las respuestas a la actividad 3, los estudiantes demostraron desarrollo en esa habilidad investigativa. Vale resaltar que A1, que permaneció en N2 en las dos primeras actividades, pasó a la N3 en la última. Ya el A4 se mantuvo estable en el N3 en las tres actividades. Concordamos con Pozo, Crespo (1998 p. 71) en que “la tarea científica se inicia en la toma de consciencia de que se desconoce algo que es necesario explicar”. De ese modo, para resolver un problema el primer paso es reconocerlo.

Respecto a la emisión de hipótesis, el desempeño de los alumnos en la comprensión de ese procedimiento científico se mantuvo estable para las actividades 1 y 2, considerando el N3 y cayó para la actividad 3. Sin embargo, es importante resaltar que A3, que había sido insertado en N2 en las actividades 2 y 3, pasó a N1 en la actividad 3 y A6 mostró avance a lo largo de las tres actividades.

Sobre la habilidad investigativa de planeamiento para investigación, los resultados mostraron el entendimiento de los alumnos en proponer una descripción satisfactoria del plan, indicando buena comprensión del proceso investigativo y de control de variables. Es posible averiguar que en las actividades 2 y 3 fueron clasificados un número mayor de alumnos en N2 y N3 comparados con la actividad 1. Es importante resaltar que en la actividad 3 hay también un número mayor de alumnos en el N3 en relación con las actividades 2 y 3. Se ha avanzado en el desempeño de A4 y A6. Vale destacar que A1 no demostró avances en esa habilidad, pues sus respuestas fueron clasificadas en N1 en las 3 actividades, pero en A5 el desempeño se mantuvo estable en N3 para todas las actividades.

Los resultados sugieren que la ICJ contribuyó para que los alumnos entendieran la necesidad de confrontar sus hipótesis y de un grupo control para probar las variables. En ese sentido, Tytler (2007) argumenta que el conocimiento científico es basado en evidencias experimentales posiblemente involucrando el control de variables. También resalta la necesidad de que las disciplinas de Ciencias de la

Naturaleza les proporcionen a los estudiantes actividades en que puedan planificar experimentos con control o aislamiento de variables.

Las respuestas relativas al planeamiento de la investigación señalan que los estudiantes avanzaron en los procedimientos de resolución de un problema con características de problemas cotidianos a los procedimientos científicos (Pozo, Crespo, 1998). Según Muñoz, Charro (2017). El planeamiento de la investigación es la habilidad más exigida del alumno en términos de investigación científica, pues requiere transferencia y conexión de conocimiento, una vez que las variables no son presentadas en la información ofrecida, lo que exigirá un mayor grado de conocimiento para finalmente ser deducido.

4. Consideraciones finales

En este estudio realizamos un acompañamiento de los alumnos que participaron de un proyecto de *iniciación científica júnior*, con el objetivo de investigar indicios de aprendizaje en cuanto a algunos de los procedimientos en ciencias de tipo investigativo. Según lo indicado en la literatura, las intenciones del aprendizaje de procedimientos de la ciencia y el desarrollo de habilidades referentes a la investigación científica se deben resaltar en la enseñanza de las disciplinas que involucran las Ciencias de la Naturaleza. Esa idea es corroborada por Motokane (2015) en cuanto a la necesidad de la enseñanza de proporcionarles a los estudiantes prácticas para que levanten y prueben hipótesis, establezcan relaciones de causa y efecto, controlen variables y expresen raciocinio lógico. Ese aspecto ha sido resaltado también en los documentos curriculares internacionales y nacionales, y evaluados en exámenes internacionales como el Programme for International Student Assessment (PISA). De esta forma, es pertinente que las actividades de enseñanza y aprendizaje ofrezcan condiciones para que los alumnos desarrollen esas habilidades.

Pozo, Crespo (2009) sostienen que el conocimiento procedimental es aprendido por acciones ordenadas, mediante técnicas para ejecución de

una estrategia a fin de alcanzar una meta. Consideramos que la participación en el proyecto de iniciación científica júnior favoreció, en parte, el aprendizaje de los procedimientos de identificación del problema, emisión de hipótesis y planeamiento de la investigación, aunque sabiendo que las actividades desarrolladas en el proyecto no tenían por objetivo el aprendizaje de los procedimientos mencionados, sino que se sugiere que las acciones desarrolladas en el transcurrir del proyecto favorecieron tal aprendizaje.

Concordamos con Malafaia, Rodrigues (2008) que estos proyectos de IC proporcionan a los alumnos que vivencien prácticas conducentes al hacer científico y aún son estimulados a desarrollar una postura investigativa sobre fenómenos de la naturaleza. De ese modo, es posible entender que la participación en proyectos con esas características podrá proporcionar al alumno un conocimiento más profundo de la ciencia y sus procesos (Zompero *et al.*, 2019). No obstante, debido al creciente número de escuelas en Brasil que adoptan proyectos de iniciación científica júnior, en la actualidad, es necesario que se adelanten más investigaciones para averiguar el aprendizaje procedimental de los alumnos involucrados en proyectos de esa naturaleza.

De ese modo, considerando el desempeño de los alumnos en las respuestas a las actividades, especialmente la 3, por presentar nivel más elevado de comprensión para responderla, juzgamos satisfactorios los resultados obtenidos en este estudio, pues los seis alumnos participantes fueron clasificados en los niveles N2 y N3 del instrumento utilizado, demostrando habilidad investigativa de identificar el problema, y cinco alumnos de los seis participantes fueron clasificados en los niveles N2 y N3, de lo que se infiere el desarrollo de la habilidad investigativa de planeamiento para investigación.

A pesar del número reducido de alumnos participantes del proyecto de iniciación científica júnior, fue posible obtener un acompañamiento de las respuestas dadas por ellos a las situaciones problema, clasificarlas en los niveles del instrumento de análisis

y averiguar los indicios de aprendizaje de procedimientos de la ciencia de dichos alumnos.

Consideramos que los alumnos deben tener acceso a las actividades de iniciación científica júnior porque les proporcionan buenas oportunidades para que sus habilidades investigativas puedan ser perfeccionadas y les brindan una cultura científica.

Referencias bibliográficas

- ARANDA, R. C. **Enseñanza y aprendizaje de procedimientos científicos (contenidos procedimentales) em la educación secundaria obligatoria: análisis de la situación, dificultades y perspectivas**. 389p. Tesis de doctorado - Universidad de Murcia, España. 2008.
- BÉLGICA. European Commission. **Identification and Dissemination within Europe of Best Practices in the context of Science Teaching that places Science and Technology into meaningful learning contexts**. Bruselas. 2007. Disponible en: <https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/sciinter-maintext_en.pdf#view=fit&pagemode=none>. Visitado en: 25, nov., 2019.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora. Portugal. 1994.
- BONELLI, M. G. Os desafios que a juventude e o gênero colocam para as profissões e o conhecimento científico. En: FERREIRA, C. (org.). **Juventude e iniciação científica: políticas públicas para o ensino médio**. EPSJV, UFRJ. Río de Janeiro: Brasil. 2010. pp. 107-120.
- BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Resolução Normativa 017 de 06 de julho de 2006. Estabelece as normas gerais e específicas para as seguintes modalidades de bolsas por quota no País**. Brasília. 2006. Disponible en: <http://www.cnpq.br/view/-/journal_content/56_INSTAN-CE_0oED/10157/100352>. Visitado en: 23 de enero de 2019.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Programa da OCDE para Avaliação Internacional de Alunos – PISA Itens Liberados de Ciências**. Brasília. 2012. Disponible en: <http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens_liberados_Ciencias.pdf>. Visitado en: 23 de enero de 2019.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de avaliação de Ciências: PISA 2015**. Brasília. 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. Brasília. **Base nacional comum curricular. Educação é a base**. 2018. Disponible en: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Visitado en: 23 de noviembre de 2019.
- CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. Atividades didáticas de resolução de problemas e o ensino de conteúdos procedimentais. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, Buenos Aires, v. 6, n. 1, pp. 87-101. 2011. Disponible en: <<http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/reiec/article/view/7463>>. Visitado en: 30 de septiembre de 2019.
- CONCEIÇÃO, A. J. **Contribuições do Programa de Iniciação Científica Júnior na Universidade Estadual de Londrina (UEL): a formação de um habitus adequado ao campo científico**, 126p. Disertación de Maestría Profesional en Políticas Públicas - Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2012.
- COSTA, W. L.; ZOMPERO, A. F. A iniciação científica no Brasil e sua propagação no ensino médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RenCiMa)**, São Paulo, v. 8, pp. 14-25. 2017. <https://doi.org/10.26843/rencima.v8i1.988>
- ESTADOS UNIDOS. National Research Council. **Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning**. National Academies Press. Washington, D.C. 2000.
- ESTADOS UNIDOS. National Research Council. **A Framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas**. National Academies Press. Washington, D.C. 2012.

- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6a. ed. Editora Atlas. São Paulo: Brasil. 2008.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4a. ed. EDUSP. São Paulo: Brasil. 2008.
- LEININGER, M. Evaluation criteria and critique of qualitative research studies. En: MORSE, J. (ed.). **Critical issues in qualitative research methods**. Sage Publications. Newbury Park, California. 1994. pp. 95-115.
- MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. L. Uma reflexão sobre o ensino de ciências no nível fundamental da educação. **Ciência & Ensino**, São Paulo, v. 2, n. 2. 2008. Disponible en: <<http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/181/140>>. Visitado en: 25 de noviembre de 2019.
- MASSI, L.; QUEIROZ, S. L. Estudos sobre iniciação científica no Brasil: uma revisão. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 40, n. 139, pp. 173-197. 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742010000100009>
- MELÉNDEZ, A. Z. **Los contenidos procedimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje**. 430 p. Tesis de doctorado - Universidad de Granada, Argentina. 2012.
- MOTOKANE, M. Sequências Didáticas Investigativas e Argumentação no Ensino de Ecologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, pp. 115-137. 2015. Disponible en: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00115.pdf>>. Visitado en: 5 de mayo de 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s07>
- MUNÓZ, J.; CHARRO, E. Los ítems PISA como herramienta para el docente en la identificación de los conocimientos y habilidades científicas. **Revista Eureka**, España, v. 14, n. 2, pp. 317-338. 2017.
- NUNES, T. S.; MOTOKANE, M. T. Análise de hipóteses escritas na solução de problemas em sequências didáticas investigativas. **Revista Educacion em Biologia**, Argentina, v. 20, n. 1, pp. 72-86. 2017. Disponible en: <<http://www.revistaadbia.com.ar/ojs/index.php/adbia/article/viewFile/450/pdf>>. Visitado en: 11 de marzo de 2019.
- OLIVEIRA, A.; BIANCHETTI, L. Iniciação científica júnior: desafios à materialização de um círculo virtuoso. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 98, pp. 133-162. 2018. <https://doi.org/10.1590/s0104-40362018002600952>
- PEDASTE, M. *et al.* Phases of inquiry based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, Regensburg, v. 14, pp. 47-61. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- PITAFI, A. I.; FAROOQ, M. Measurement of scientific attitude of secondary school students in Pakistan. **Academic Research International**, Lodhran, v. 2, pp. 379-392. 2012.
- PIZZATO, M. C *et al.* O que são atitudes científicas e investigativa, afinal? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 18, n. 2, pp. 342-360. 2019. Disponible en: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen18/REEC_18_2_3_ex1408.pdf> Visitado en: 2 de mayo de 2020.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A Solução de Problemas**. Artmed. Porto Alegre: Brasil. 1998.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5a ed. Artmed. Porto Alegre: Brasil. 2009.
- PRO, A. Se pueden enseñar contenidos procedimentales em las clases de Ciencias? **Revista Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, n. 16, pp. 21-41. 1998.
- PRO, A. Enseñar procedimientos: por qué y para qué. **Revista Alambique**, España, n. 73, pp. 69-76. 2013.
- SIMÃO, L. M. *et al.* O Papel da iniciação científica para a formação em pesquisa na pós graduação. En: Simpósio de Pesquisa e Intercâmbio Científico da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Psicologia. Rio de Janeiro, **Anais...** Anpepp. 1996. pp. 110-113.
- TRNOVA, E; TRNA. J. Hands on Experimental Activities in Inquiry-Based Science Education. En: **Proceedings book of the joint international conference**. MPTL'16 - HSCI 2011. University of

- Ljubljana, Eslovenia. 2011. pp. 293-298. Disponible en: <<https://www.researchgate.net/publication/273945175>>. Visitado en: 7 de mayo de 2020.
- TUENTER, E. A. *et al.* Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 34, n. 17, pp. 2609-2640. 2012. Disponible en: <<https://www.researchgate.net/publication/236270462>> Visitado en: 2 de mayo de 2020. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.669076>
- TYTLER, R. **Re-imagining Science Education Engaging students in science for Australia's future**. Australian Council for Education Research. Melbourne: Australia. 2007.
- ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de Ciências: um diálogo com a Teoria da Aprendizagem Significativa**. Curitiba: Apriss, 2016
- ZOMPERO, A. F. *et al.* La adquisición de procedimientos de naturaleza científica de alumnos brasileños de enseñanza media. **Revista Investigación en la Escuela**, Sevilla, n. 94, pp. 31-46, 2018. <https://doi.org/10.12795/IE.2018.i94.03>
- ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E.; VILAÇA, T. Instrumento Analítico para Avaliar Habilidades Cognitivas dos Estudantes da Educação Básica nas Atividades de Investigação. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, pp. 200-211, 2019. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p200>
- ZOMPERO, A. F. *et al.* Conhecimentos de alunos de Iniciação Científica Júnior sobre procedimentos em Ciência. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 10, n. 1, pp. 48-64, 2019. <https://doi.org/10.26843/rencima.v10i1.1755>

