

**REFLEXIONES SOBRE EL USO DE CONCEPTOS MATEMÁTICOS CONTEXTUALIZADOS EN EL ÁMBITO DE LA CRIMINALÍSTICA**

*Claudia Mariela Zang<sup>1,2</sup>, Gretel Fernández von Metzen<sup>2</sup>, Silvia Salomón<sup>2</sup>, Fabiana de Perini<sup>2</sup>*

zangclaudiamariela\_pos@ucp.edu.ar

<sup>1</sup> Universidad de la Cuenca del Plata

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales- UNaM

**Resumen**

En el marco de un trabajo de investigación cuyo objetivo general es efectuar una revisión sobre las investigaciones que tienen a la resolución de problemas de lápiz y papel y a los problemas ricos en contexto en la enseñanza de las Ciencias como objeto de estudio, se efectuaron ciertas actividades. Entre estas acciones se puede mencionar la búsqueda y análisis de artículos publicados en revistas científicas que se focalizan en las características que debieran tener los problemas que se proponen a los estudiantes para favorecer el aprendizaje de disciplinas como Matemática y Física. De la revisión realizada se desprende que los problemas ricos en contexto son una herramienta efectiva para mejorar el aprendizaje y la comprensión, ya que al ser situaciones familiares y estar vinculadas a experiencias concretas, estimulan la curiosidad y el interés en el tema, lo que conlleva un mejor rendimiento académico y un mayor entusiasmo por el aprendizaje. También, se diseñaron problemas específicos que involucran el uso de ecuaciones, sistemas de ecuaciones, proporcionalidad y trigonometría en situaciones provenientes del ámbito de la criminalística y que fueron implementados con los alumnos de primer año que cursaron Matemática de la Licenciatura en Criminalística de la Universidad de la Cuenca del Plata, sede Posadas, en el 2022. La reflexión en torno a las actividades propuestas y a los resultados obtenidos en su implementación revela que la recepción de las mismas por parte de los alumnos involucrados fue muy buena, dado que posibilitó realizar un anclaje de los conceptos matemáticos a situaciones de su futura labor y además propició el intercambio de ideas y el trabajo colaborativo,

a pesar de que hayan surgido algunos inconvenientes en la resolución (ligados mayoritariamente a la interpretación de la información proporcionada, puesto que, en algunos casos, aun teniendo disponibles las nociones en cuestión no pudieron identificarlas como uno de los caminos a seguir para la resolución). La actividad realizada posibilitó subrayar la riqueza de los problemas ricos en contexto como estrategia pedagógica para promover el aprendizaje y la comprensión de los conceptos matemáticos implicados en algunas situaciones del ámbito forense.

**Palabras claves** matemática, criminalística, enseñanza

**Abstract**

As part of a research project aimed at conducting a review of investigations focusing on pencil-and-paper problem-solving and context-rich problems in the teaching of sciences as a study subject, certain activities were carried out. Among these actions, we can mention the search and analysis of articles published in scientific journals focusing on the characteristics that problems proposed to students should have to promote learning in disciplines such as Mathematics and Physics. The review conducted suggests that context-rich problems are an effective tool for improving learning and understanding. Since they are familiar situations linked to concrete experiences, they stimulate curiosity and interest in the subject, leading to better academic performance and greater enthusiasm for learning.

Additionally, specific problems were designed involving the use of equations, systems of equations, proportionality, and trigonometry in situations from the field of criminology, and

these problems were implemented with first-year students studying Mathematics in the Bachelor's degree in Criminology at the University of Cuenca del Plata, Posadas campus, in 2022. Reflection on the proposed activities and the results obtained from their implementation reveals that the reception by the students involved was very positive. It allowed for anchoring mathematical concepts to situations in their future work and also fostered the exchange of ideas and collaborative work, despite some difficulties encountered in problem-solving (mostly related to interpreting the provided information, as in some cases, even with the relevant notions available, they couldn't identify them as one of the paths to follow for resolution).

The activity undertaken highlighted the richness of context-rich problems as a pedagogical strategy to promote learning and understanding of mathematical concepts involved in some forensic situations.

**Keywords** Mathematics, forensic science, teaching

### Introducción

En la enseñanza tradicional, con frecuencia, se propicia una visión de la matemática como una ciencia de naturaleza abstracta, con contenidos que son presentados magistralmente por el profesor, y con problemas que involucran situaciones con enunciados verbales planteados en términos matemáticos y muy vinculados al tipo de operación que se pretende ejercitar, donde el contexto tiene poca o escasa relevancia. De este modo, la contextualización de la ciencia se deja de lado, lo que fomenta que muchas veces los alumnos se pregunten ¿para qué me sirve esto? Eso trae aparejado que el interés y la participación en clases, por parte de los alumnos, decaiga. Actualmente se sabe que el desempeño académico mejora sustancialmente cuando los estudiantes visualizan el porqué están aprendiendo esos conceptos y cómo los pueden usar en su vida diaria o en su futura labor profesional.

Lo descrito en las líneas precedentes movilizó la búsqueda de estrategias que propicien aprendizajes significativos, en términos de Ausubel (1983). Este documento se desprende

de las acciones realizadas en el marco de un trabajo de investigación con el que se pretende, entre otras cosas, realizar una revisión de la literatura sobre las investigaciones que tienen como objeto de estudio a la resolución de problemas de lápiz y papel y, en particular, a los problemas ricos en contexto, utilizados comúnmente tanto para la enseñanza de temas de Ciencias como para su evaluación. Dicha revisión apunta a recabar información relevante sobre este tipo de problemas, a fin de ser incorporados, en el futuro, en las propuestas áulicas de los docentes involucrados y que puedan, a mediano y/o largo plazo favorecer la motivación de los estudiantes y mejorar su rendimiento académico. Las sugerencias que se realizan desde la literatura especializada con respecto a las características que debieran tener los problemas de lápiz y papel que se proponen a los estudiantes para favorecer el aprendizaje significativo de los conceptos científicos, orientaron al equipo de investigación en la elaboración de algunas consignas para ser abordadas en clase.

En este documento se presentan algunos problemas específicos que fueron diseñados para el abordaje de situaciones provenientes del ámbito de la criminalística y que involucran el uso de ecuaciones, sistemas de ecuaciones, proporcionalidad y trigonometría y que fueron implementados en la Cátedra de Matemática de la carrera de Licenciatura en Criminalística que se dicta en la Universidad de la Cuenca del Plata, sede Posadas. Esta actividad se realizó con los estudiantes con el objetivo de ofrecer un anclaje de los conceptos matemáticos propiamente dichos a la carrera en cuestión, es decir, ofrecer un contexto de aplicación que pueda dotar de sentido a ciertos contenidos abordados desde la asignatura mencionada.

### Marco teórico

En la Didáctica de las Ciencias coexisten varias definiciones sobre qué es un problema. Se asume que un problema es una situación que debe resolverse, que presenta dificultades para las cuales no hay soluciones evidentes (Gil y Torregrosa, 1983; Villegas y Benegas, 2004). En la enseñanza de disciplinas como Matemática, Física y Química es habitual usar actividades en formato escrito, algunas de las cuales involucran

cálculos matemáticos y en los que se aplican conceptos propios de cada disciplina. Este tipo de actividades son denominadas problemas de lápiz y papel (Gil Pérez, 1988). Su resolución es una actividad central en los currículos de diversas carreras universitarias, como matemáticas, física, licenciaturas e ingeniería. Se asume, por un lado, que representa un medio por excelencia para la adquisición de determinadas habilidades consustanciales con el quehacer científico (idear estrategias de razonamiento, organizar procedimientos, efectuar análisis crítico de resultados, etc.), y por el otro, que son decisivas para el aprendizaje conceptual. Pese a esto, y a la frecuencia con que se utilizan los problemas de lápiz y papel, tanto como objeto de aprendizaje o como instrumento de evaluación, para un número importante de estudiantes universitarios resulta ser una tarea que no es sencilla. Paralelamente, la abundante producción científica derivada de esta línea de investigación educativa no se corresponde proporcionalmente con los niveles de aprobación/promoción de los estudiantes. Recientemente, el Centro de Estudios de Educación Argentina (CEA, 2023) publicó un boletín que muestra que Argentina posee un alto nivel de deserción en general de las carreras universitarias, en comparación con la de los países vecinos como Chile y Brasil. En dicho documento se recalca que, aun cuando Argentina tenga un mayor porcentaje de la población cursando estudios universitarios, la tasa de graduación de Chile y Brasil duplica a la de Argentina y esto se atribuye a que los sistemas de ingreso a las universidades son sustancialmente distintos: en Argentina el ingreso es irrestricto, en tanto que en los países vecinos tienen exámenes generales de graduación secundaria. Unos cuantos años antes, en un boletín análogo, se informaba sobre un panorama similar: “En nuestras universidades, no concluyen sus estudios 70 de cada 100 ingresantes (73 en las estatales y 57 en las privadas). En Brasil abandonan 50 y en Chile apenas 40” (CEA, 2015, p. 1). En este contexto, es de esperar que la mejora de las habilidades de los estudiantes en la resolución de problemas sea un objetivo primordial para profesores e investigadores en Didáctica de las Ciencias (Solaz Portolés y Sanjosé López, 2012). Esta

problemática, en sí misma, debiera ser motivo para reconocer la necesidad de profundizar en el tema.

Hay numerosas investigaciones que advierten que el formato en el que se presentan los problemas condiciona las estrategias de resolución de los alumnos. Según reportaron Benegas y Villegas (2011), los estudiantes, en general, ante problemas cuantitativos circunscriben el trabajo a encontrar la expresión matemática o el algoritmo que les permita arribar a algún resultado “correcto” y frecuentemente único, sin detenerse a pensar demasiado sobre la validez del mismo. Muchos estudiantes, incluso llegan a resolver de manera sencilla los problemas clásicos de física, pero cuando se los transforma en problemas ricos en contexto o aplicados a la vida real los resultados suelen no ser tan satisfactorios.

Pozo y Gómez (2000) destacan que el aprendizaje de los procedimientos de resolución de problemas cuantitativos, concebidos éstos como aquellos que demandan determinaciones numéricas para las cuales se emplean ecuaciones y algoritmos de resolución, está atravesado por una serie de dificultades. Entre estas dificultades se menciona el poco interés que despiertan en los estudiantes, la falta de significado que le atribuyen los alumnos al resultado hallado, la escasa o nula generalización de los procedimientos adquiridos a otros contextos y el pobre control metacognitivo sobre sus propios procesos de solución. En consecuencia, se genera una situación cuyo rasgo más sobresaliente es la incapacidad de los estudiantes para resolver un nuevo problema si se modifica el contexto.

Hay investigaciones que advierten que estas dificultades podrían superarse si se utilizan ciertas estrategias en su resolución. Heller y Heller (1999) proponen que los alumnos sigan una especie de protocolo de resolución bastante minucioso. Van Domelen (1998) afirma que los resultados obtenidos por los estudiantes mejoran notablemente cuanto mayor sea el grado de detalle en el procedimiento seguido. En la Universidad de Minnessotta en Minneapolis, Heller y Heller (1999), propusieron un esquema que consta de cinco pasos para la resolución de los problemas ricos en contexto: representación

pictórica, representación física (que incluía diagrama de cuerpo libre (DCL) y/o de movimiento (DM), según correspondiera), planificación (que utilizaba la representación algebraica), solución y control de la solución. Los problemas ricos en contexto son entendidos como aquellos problemas cuyo enunciado describe una situación aproximadamente real, familiar al estudiante, para la cual disponen de ideas previas de origen diverso (sensorial, analógico o cultural). Una de las características de este tipo de problemas es que puede no contener toda la información necesaria (el estudiante deberá buscar dicha información) y además la pregunta puede no estar explícita.

Si bien existen diversos procedimientos para la resolución de problemas, en este trabajo se asumirá que la metodología denominada *investigación dirigida*, propuesta por Daniel Gil Pérez *et al.* (1999), es potencialmente útil en la enseñanza de las Ciencias porque propicia el quehacer científico en los estudiantes. Para ello, es necesario identificar las preguntas que se pretenden responder, buscar información, seleccionar la relevante, elaborar conjeturas, formalizarlas en hipótesis, diseñar un plan general de estrategias de resolución, ejecutarlo y si fuera necesario reformularlo o refinarlo hasta arribar a una posible solución que necesita ser evaluada, validada y comunicada.

Los reportes de investigaciones revelan que los problemas ricos en contexto ofrecen una serie de ventajas, algunas de ellas tienen que ver con que fomentan el razonamiento lógico y el pensamiento crítico puesto que los estudiantes deben aplicar conceptos teóricos a situaciones prácticas, lo que les permite comprender de manera más profunda los contenidos aprendidos en clase. También promueven el trabajo colaborativo y la comunicación entre los estudiantes, puesto que los enfrenta a situaciones del mundo real, lo que los lleva a discutir y compartir ideas, lo que favorece el aprendizaje entre pares y el desarrollo de habilidades sociales.

#### **Aspectos metodológicos y contexto educativo**

Los alumnos que participaron de la investigación son estudiantes que cursaron, durante el ciclo lectivo 2022, la asignatura Matemática,

correspondiente al primer cuatrimestre del primer año de la carrera Licenciatura en Criminalística. Particularmente, en este trabajo se analizaron las respuestas dadas por trece alumnos a problemas incluidos en la evaluación final integradora de la asignatura y que consistía, en líneas generales, en obtención de la ecuación de la recta que pasa por dos puntos y su uso para decidir en un hipotético caso de un crimen, la obtención de un sistema de ecuaciones para esclarecer una serie de intoxicaciones que se produjeron en una ciudad ficticia y el empleo de la trigonometría y la proporcionalidad en la resolución de un caso hipotético de asesinato. Estas actividades fueron resueltas por los alumnos en cinco grupos de dos integrantes y un grupo de tres integrantes. Durante las clases de la asignatura, los alumnos tuvieron contacto con problemas de esta índole, pero cuyos contextos no se limitaban exclusivamente al ámbito de la criminalística.

Si se toman en consideración las descripciones efectuadas por Bardín (1996) y Ander-Egg (2010) sobre las diferentes metodologías de investigación en Ciencias Sociales, la modalidad de estudio adoptada en el presente trabajo responde a un enfoque descriptivo, pues se usaron técnicas de análisis de contenido que viabilizaron la recopilación de datos con propósitos concretos prefijados por los investigadores. Para el diseño de las actividades y su implementación se usaron los lineamientos teóricos de la Ingeniería Didáctica.

Desde el enfoque de la Ingeniería Didáctica se propone un esquema experimental basado en las realizaciones didácticas en clase perfiladas a partir de un trabajo de “concepción, realización, observación y análisis de secuencias de enseñanza”. El proceso de la Ingeniería que se adoptó para el análisis de las actividades propuestas, contempló cuatro fases: análisis preliminar, concepción y análisis a priori, experimentación y finalmente análisis a posteriori y evaluación (Artigue, 1995). En este trabajo la atención se centra en la fase de concepción y análisis a priori, también se expone una breve descripción de la fase experimentación. Por razones de espacio no se abordan las demás fases de la Ingeniería.

### Análisis de la propuesta y discusión de los resultados

A continuación, se presenta cada una de las consignas elaboradas y una breve descripción de a qué apunta cada una y los posibles procedimientos de resolución.

**Situación 1.** Para estimar la altura de un individuo, los forenses y antropólogos suelen utilizar las longitudes de los huesos largos de las extremidades (fémur, tibia, húmero, etc.). Los datos son fiables siempre que se utilicen huesos adultos, y primero se haya determinado si el hueso utilizado es de un hombre o una mujer. Para determinar el sexo de un esqueleto por lo general se utilizan las diferencias morfológicas de la pelvis (de forma ovalada y de mayor tamaño en mujeres, mientras que en los varones adopta una forma de corazón y es de menor tamaño).

Suponga que Usted trabaja en un laboratorio forense y que sus colegas, de otro laboratorio, le envían cuatro esqueletos (dos femeninos y dos masculinos), que fueron encontrados en una fosa común. Junto con los huesos le mandan los valores estimados para las estaturas de las personas a las que pertenecen esos esqueletos. La información que le proporcionaron se resume en las siguientes tablas:

Usted ha leído respecto al tema y sabe que, entre la estatura de una persona y la longitud del fémur, existe una relación lineal. Determinar una función lineal  $y(x)$  que se ajuste a los datos presentados en las tablas precedentes. En caso de que haya resuelto bien la consigna, debe saber que las fórmulas halladas son una de las tantas que utilizan antropólogos y forenses para calcular la estatura a partir de la longitud del fémur, estas fórmulas fueron propuestas por Trotter y Glewser en 1958, en base a estudios empíricos para sujetos caucásicos.

Para la resolución de la situación precedente los estudiantes debían encontrar las funciones lineales que ajustaran a los datos presentados en cada una de las tablas. Esto corresponde a realizar una traducción del lenguaje tabular al lenguaje algebraico (Janvier, 1987). Para ello podía emplearse la ecuación de la recta  $y(x) = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1) + y_1$  que pasa por los puntos

$(x_1; y_1)$  y  $(x_2; y_2)$ . Otra manera de resolver es formular un sistema de ecuaciones lineales

$$ax_1 + b = y_1 \quad ax_2 + b = y_2$$

donde las incógnitas son los coeficientes  $a$  y  $b$  de la función lineal  $f(x) = ax + b$

Otro posible procedimiento es el trazado del gráfico de cada una de las rectas y luego obtener la ecuación de cada una de las rectas.

**Situación 2.** La justicia está investigando la desaparición de una mujer adulta caucásica de 1,7 m de estatura, ocurrida hace unos diez años. Recientemente, en un predio cercano al barrio en el que vivía la mujer, se han realizado movimientos de suelo en un descampado a fin de construir un estadio de fútbol. Como consecuencia de estas obras, quedaron al descubierto restos óseos, que podrían tratarse de los de la desaparecida. Los peritos que han trabajado en el lugar, en base a la evidencia recolectada, establecieron que la longitud de uno de los fémures encontrados es de 44 cm. En base a la fórmula encontrada en la situación 1, determine si el esqueleto encontrado pertenece a la desaparecida. ¿Cuál debería ser la longitud del fémur de esta mujer?

Longitud del Fémur de un varón (cm)	Estatura de varón (cm)	Longitud del Fémur de una mujer (cm)	Estatura de mujer (cm)
50	180,4	48	172,66
45	168,5	43	160,31

En esta consigna se esperaba que utilicen los resultados obtenidos en la resolución de la primera. Para ello podrían usar los datos presentados en el enunciado de este problema y sustituir en la ecuación encontrada anteriormente y verificar si se ajusta o no a dicha ecuación.

**Situación 3.** En una ciudad ocurrieron varios fallecimientos de sus habitantes. Una de las hipótesis es que consumieron alimento contaminado por metales pesados. Los investigadores creen que podrían haber consumido pescado proveniente de un río que

está próximo a una curtiembre. Por tal motivo, recolectaron muestras de sedimentos en las costas de dicho río. Uno de los investigadores determinó que por cada kilogramo de sedimento había, en conjunto, 696,67 mg de plomo y cromo. El otro investigador logró establecer que la cantidad de cromo presente en la muestra es 100 veces la cantidad de plomo aumentada en 326 mg. Determine la concentración de plomo y de cromo, es decir, determine cuántos miligramos de plomo y cuántos miligramos de cromo hay por cada kilogramo de sedimento. Luego, con esos datos calcular cuántos kilogramos de sedimento se requieren para extraer de ellos 500 mg de plomo.

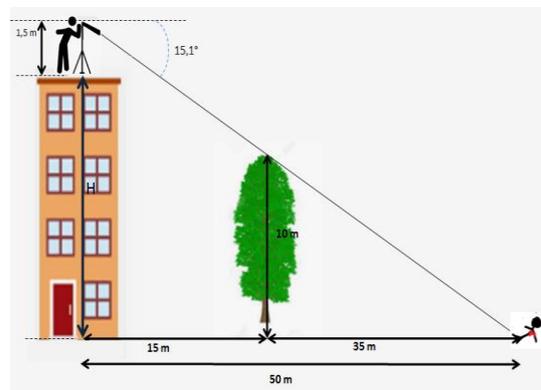
*Observación:* si bien la situación es ficticia, los valores obtenidos para la concentración de Plomo y de Cromo son reales y corresponden a mediciones que se hicieron en cercanías de una importante empresa dedicada al procesamiento y exportación de cueros en la Cuenca Matanza-Riachuelo en la provincia de Buenos Aires. No existe en Argentina normativa que contemple valores guía. Los datos fueron tomados de [http://www.dpn.gob.ar/documentos/20160517\\_30814\\_556734.pdf](http://www.dpn.gob.ar/documentos/20160517_30814_556734.pdf)

Para la resolución de esta actividad debían traducir lo que se encuentra expresado en lenguaje coloquial al algebraico, resolver el sistema de ecuaciones y apelar a la proporcionalidad directa para calcular cuántos kilogramos de sedimentos se necesita para extraer 500 mg de plomo.

**Situación 4:** Sobre la azotea de un antiguo edificio de cuatro plantas (planta baja y tres pisos) se encuentra un hombre mirando a través de un telescopio, este señor usaba este dispositivo para observar las estrellas y eventualmente fisgonear la vida de sus vecinos. En las inmediaciones ha sido asesinada una mujer con arma blanca y este hombre afirma haber presenciado el hecho. El principal sospechoso es la ex pareja de la mujer, un hombre adulto de contextura robusta y de 1,90 m de estatura. Sin embargo, el presunto testigo dice que el crimen lo cometió una mujer delgada, de baja estatura. Además, manifiesta que, una vez consumado el hecho, él no movió

más su telescopio dejándolo en una posición fija tal que forma un ángulo de  $15,1^\circ$  por debajo de la horizontal, y bajó a su departamento para llamar a la policía.

Los peritos que concurren al lugar de los hechos encontraron el cadáver de la víctima a 50 m del edificio y a 35 m de un frondoso árbol de 10 m de altura que está entre el lugar en que fue hallado el cuerpo y el edificio. Por otro lado, realizaron mediciones y determinaron que la altura de cada planta del edificio es de 3 m y que el telescopio tiene una altura de 1,5 m. Los



peritos que concurren a la escena realizaron un croquis similar al mostrado en la figura.

Usted es convocado para analizar las pruebas halladas y determinar si el testigo dice la verdad o no. Es decir, usted debe evaluar las pruebas para desestimar o no al principal sospechoso como autor material del crimen. ¿es posible que el testigo haya podido presenciar el asesinato o no? ¿Se puede descartar al ex esposo como el responsable?

Para la resolución de la consigna podrían apelar a nociones de proporcionalidad y a razones trigonométricas, o bien al uso del teorema de Tales. Es de destacar, que ningún grupo apeló al teorema de Tales para su resolución.

A continuación, se muestran algunas de las respuestas dadas por los estudiantes, las que fueron elegidas por ser representativas de las acciones realizadas.

Puntos:  $P(50, 180.4)$ ,  $Q(45, 168.5)$   
 $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{168.5 - 180.4}{45 - 50} = \frac{-11.9}{-5} = 2.38$   
 $y - y_1 = m(x - x_1)$   
 $y - 180.4 = 2.38(x - 50)$   
 $y = 2.38x - 119 + 180.4$   
 $y = 2.38x + 61.4$

Figura 1. Resolución propuesta por dos alumnas a la situación 1.

En la figura 1 se exhibe una de las resoluciones propuestas por dos de las alumnas. En este ejemplo se nota que apelaron al planteo de la ecuación de la recta, conocidos dos de sus puntos. En la mayoría de los grupos, los errores más frecuentes estaban vinculados a un manejo operatorio inadecuado de las operaciones básicas. Esto se ilustra en la figura 2.

$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{168.5 - 180.4}{45 - 50} = \frac{-11.9}{-5} = 2.38$   
 $(y_2 - y_1) = m(x_2 - x_1)$   
 $y - 180.4 = 2.38(x - 50)$   
 $y = 2.38x - 119 + 180.4$   
 $y = 2.38x + 299.4$

Figura 2. Errores frecuentes de la actividad 1.

En cuanto a la resolución de la situación 2, algunos alumnos no llegaron a la conclusión correcta por heredar errores cometidos en la consigna anterior. En la resolución mostrada en la figura 2, en otro grupo de alumnas emplean correctamente la ecuación que encontraron en la situación 1 y realizan una afirmación acertada indicando que el fémur hallado no corresponde a la mujer desaparecida, pero la conclusión “La

longitud debería ser 162,78 cm” no es correcta, ese valor correspondería a la estatura de la mujer.

Fémur = 44 cm (x)  
 Estatura = 1.7 m = 170 cm (y)  
 $\Delta y = y_2 - y_1$   
 $\Delta x = x_2 - x_1$   
 $y = m \cdot x + b$   
 $170 \text{ cm} = 2.38 \cdot 44 + 61.4$   
 $170 \text{ cm} = 108.48 + 61.4$   
 $170 \text{ cm} = 162.78 \text{ cm}$

Debería decir: "la estatura de la mujer debería ser de 162,78 cm", en lugar de "la longitud debería ser 162,78 cm"

Figura 3. Resolución propuesta por dos alumnas a la situación 2

Además, hay que notar que tienen un problema con la notación, dado que escriben 170 cm = 162,78 cm, con lo cual se deja en evidencia que el significado del signo igual o es omitido o no se lo tiene incorporado (el signo igual indica que los dos miembros de una igualdad valen lo mismo, claramente en lo plasmado existe una contradicción).

En cuanto a la resolución de la situación 3, fue la que ofreció mayores dificultades, solamente en dos grupos se logró realizar una traducción del lenguaje verbal al simbólico. Creemos que esto podría ser consecuencia de dificultades relacionadas a la comprensión lectora.

Datos:  
 $h = 72 \text{ m}$   
 Ángulo =  $15.1^\circ$   
 cat. ady. =  $50 = (15 + 35)$   
 telescopio = 1.5 m  
 Pico = 3 m (con 4 pasos = 3.4 = 12 m)  
 ③ la altura del edificio es 12 m  
 con el ángulo =  $15.1^\circ$  →  $0.27$   
 $\tan = 0.27 = 15.1$   
 con  $10 = 0.28$  →  $15.6 \text{ m}$   
 con  $10 = 0.28$  →  $15.6 \text{ m}$   
 ④ la altura a la que se encuentra el telescopio es 15.6 m  
 ⑤ Si es posible que el telescopio haya permanecido al amanecer. Si se puede determinar si se exponen al telescopio. Pto!

Figura 4. Resolución propuesta por dos alumnas a la situación 4

En la resolución precedente los estudiantes identifican correctamente los datos, sin embargo, hay que destacar señalar que prácticamente todos ellos están dados en la figura, pero van cometiendo una serie de errores

que los lleva a tomar una decisión incorrecta sobre el caso presentado.

#### Reflexiones finales

Creemos que este tipo de prácticas generan espacios de resignificación de aquellos conocimientos matemáticos abordados anteriormente, y al mismo tiempo funcionan como una forma de motivación extrínseca.

La experiencia realizada dejó resultados positivos, dado que permitió al estudiante compartir con sus pares apreciaciones, formular conjeturas, escuchar y validar otras explicitadas por sus compañeros, recurrir a diferentes estrategias de abordaje del problema de acuerdo a las relaciones percibidas de la interpretación de las situaciones. En cierta forma, se cumplieron los objetivos propuestos en función al análisis a priori, por ejemplo, se consiguió que los alumnos resuelvan la tarea situándose en el contexto del problema, que puedan identificar las variables en juego en las situaciones y los vínculos entre ellas.

A nuestro criterio, lo que aún queda por fortalecer, es el trabajo independiente de los estudiantes, es decir, todavía no tienen incorporado como práctica habitual, la validación de sus producciones, y dejar de ver al docente como la única vía de validación.

En general, el trabajo de investigación ha permitido observar que la incorporación de problemas ricos en contexto en la enseñanza de las Ciencias es beneficiosa para lograr la motivación y el interés por las disciplinas científicas por parte de los estudiantes. Estos problemas permiten relacionar los conceptos teóricos con situaciones verosímiles, lo que facilita la comprensión y aplicabilidad de los mismos.

Sin embargo, se han identificado algunas dificultades en la resolución de estos problemas,

principalmente relacionadas con la interpretación de la información proporcionada. Esto indica la necesidad de realizar un trabajo previo de desarrollo de habilidades de lectura y comprensión de textos científicos, así como de análisis y relación de conceptos.

En conclusión, el uso de problemas ricos en contexto en la enseñanza de las Ciencias es una estrategia pedagógica pensada para favorecer el aprendizaje y la comprensión, en virtud de que estos problemas permiten relacionar los conceptos teóricos con situaciones reales o verosímiles, lo que estimula el interés y la motivación de los estudiantes. Sin embargo, es necesario proporcionar las herramientas necesarias para que los estudiantes puedan interpretar y analizar correctamente la información proporcionada en estos problemas.

De acuerdo a los avances realizados en la investigación, por el momento, no es posible efectuar afirmaciones concluyentes respecto a la efectividad de la estrategia utilizada; sin embargo, se cree que futuras implementaciones de nuevos problemas, en próximas cursadas de la asignatura, proporcionarán información relevante que permita echar luz sobre la problemática en estudio.

#### Bibliografía

- 1- Ander-Egg, E. (2010) *Métodos y Técnicas de investigación social, Vol. III: Cómo organizar el trabajo de investigación*. Lumen, España.
- 2- Artigue, M (1995). Ingeniería Didáctica. En Artigue M., Douady R., Moreno L., Gómez P., *Ingeniería Didáctica para la Educación Matemática. Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas*. México. Grupo Editorial Iberoamérica.

- 3- Ausubel, D., Novak, J.; Hanesian, H. (1983). *Psicología Educacional, un punto de vista cognitivo* (2da.). Ed. México: Trillas.
- 4- Bardin, L. (1996). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- 5- Benegas, J. C., y Villegas, M. (2011). Influencia del texto y del contexto en la Resolución de Problemas de Física. *Latin American Journal of Physics Education*, 5 (1), p. 217-224
- 6- CEA (2015). Nuestra graduación es menor que la de nuestros vecinos de Brasil y Chile. *Centro de Estudios de la Educación Argentina*. Universidad Nacional de Belgrano. Boletín Nº 34. Abril.
- 7- CEA (2023). Reducida graduación universitaria. *Centro de Estudios de la Educación Argentina*. Universidad Nacional de Belgrano. Boletín Nº 122. Octubre
- 8- Gil, G., & Torregrosa, J. M. (1983). A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5(4), 447-455.
- 9- Gil Pérez, D. (1988). La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación. *Investigación en la escuela*, 6, 3-20.
- 10- Gil, D., Furió, C. J., Valdés, P., Salinas, J., Martínez Torregrosa, J., Guisasola, J. y González, E. M. (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: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17 (2), 311-20
- 11- Heller, P., y Heller, K. (1999). *Cooperative Group Problem Solving in Physics*, (University of Minnesota, Minneapolis.
- 12- Janvier, C. (1987). "Translation processes in mathematics education", en C. Janvier (ed.) *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics*. (pp. 27-32) Lawrence Erlbaum AP: Hillsdale, New Jersey
- 13- Pozo, J. y Gómez, M. (2000) *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- 14- Solaz Portolés, J. y Sanjosé López, V. (2012) Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de Ciencias: consecuencias para la enseñanza. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*. Vol.1. Nº 1. pp.147-162.
- 15- Van Domelen, D. (1998), *Problem solving strategies: Mapping and Prescriptive methods*, Ph. D. Thesis, Ohio State University,
- 16- Trotter, M., & Gleser, G. C. (1952). Estimation of stature from long bones of American Whites and Negroes. *American journal of physical anthropology*, 10(4), 463-514
- 17- Villegas, M. y Benegas, J. (2004) Adquisición de habilidades de expertos en la resolución de problemas en alumnos ingresantes a la Universidad. *Memorias del SIEF VII*. pp: 78-87