

El cálculo de dosis y el razonamiento proporcional en estudiantes de Enfermería

Gloria García Oliveros *
Rosario Granados Silva **
Óscar Hernán Pinillos Bohórquez ***

RESUMEN

En este artículo se analizan los procedimientos de solución que utilizan estudiantes de Enfermería cuando resuelven situaciones de cálculo de dosis. Se busca responder a las preguntas: ¿Utilizan los estudiantes el razonamiento proporcional para resolver situaciones relativas al cálculo de dosis? ¿Cuáles son los procedimientos que los estudiantes utilizan en la solución de estas situaciones?

Para ello, se analiza la producción de los estudiantes que resolvieron un cuestionario en el que tenían que utilizar procedimientos asociados al razonamiento proporcional. Los resultados muestran que los estudiantes presentan tendencias a utilizar procedimientos puramente algorítmicos pero validan las respuestas acordes a la semántica de las relaciones entre cantidades intensivas características de las situaciones del cálculo de dosis.

Palabras clave: soluciones escalares, soluciones funcionales, soluciones aritméticas

ABSTRACT

In this paper, are exposed the systems used by the students of nursing to estimate doses. It is intended to answer the question: Do the students of nursing use proportional reasoning to solve situations concerning calculus of dose? What are the processes used by the students to solve this kind of situations?

Therefore, it is analyzed a students' questionnaire with questions relating to the proportional reasoning processes. The results show that the students tend to use algorithm systems only. At any rate, they validated the answers according to the semantic of the relations between intensive quantities characteristic of calculating dose.

Keywords: scalar solutions, functional solutions, arithmetical solutions.

* Licenciada en Matemáticas. Universidad Nacional de Colombia.
Magister en Filosofía Universidad Santo Tomás.
Docente Fundación Universitaria del Área Andina.
Docente Universidad Pedagógica Nacional.
glogaroliveros@hotmail.com

** Licenciada en Física. Universidad Nacional de Colombia.
Especialista en Docencia Universitaria. Corporación Universitaria Iberoamericana.
Especialista en Pedagogía para el Desarrollo del Aprendizaje Autónomo - U N A D.

Docente Fundación Universitaria del Área Andina.
rgranados@areandina.edu.co

*** Administrador de Empresas. Universidad La Salle.
Especialista en Pedagogía para el Desarrollo del Aprendizaje Autónomo - UNAD.
Docente Fundación Universitaria del Área Andina.
opinillos@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los errores en medicación suponen un serio problema tanto para los profesionales de la salud, responsables de suministrar la medicación, como para las instituciones y para los pacientes, debido a la repercusión humana, asistencial y hasta económica. Los estudios sobre los errores de medicación comienzan a ser abordados de forma prioritaria en algunos países. Con base en estos resultados, se han clasificado y uno de los errores está asociado a la administración de medicamentos y, por consiguiente, procede de las prácticas de Enfermería. Uno de los aprendizajes que es fundamental en la formación de profesionales de la Enfermería, es precisamente, la administración segura de los medicamentos; en particular, el cálculo de dosis es uno de los aprendizajes esenciales en la administración.

El cálculo de dosis requiere de un “*cálculo matemático*” que se hace muy dispendioso de memorizar y tal como lo señala Jo Boyer (2006) “los panfletos con anotaciones matemáticas eran fotocopiados y reducidos para que pudieran caber en sus uniformes o en sus batas de laboratorio (de los estudiantes)” (p. 17).

La necesidad de formar en unas *matemáticas para Enfermeras* ha dado lugar a publicar libros con las reglas y algoritmos matemáticos necesarios para la solución del cálculo de dosis. En razón de la importancia que cobran las matemáticas como disciplina en servicio en la formación de profesionales de la Enfermería y específicamente el razonamiento proporcional en el cálculo de dosis, se realiza este estudio en estudiantes de Enfermería puesto que, como se describe a continuación, el cálculo de dosis requiere del razonamiento proporcional.

Por otra parte, en Colombia el conocimiento de la razón y la proporción, y la resolución de problemas con estos conceptos se sitúa en los grados sexto y séptimo de la Educación Básica Secundaria.

La estructura de los enunciados de las situaciones para el cálculo de dosis de medicamentos básicamente es una estructura cuaternaria relacional expresada por dos razones entre cantidades intensivas, como en el siguiente enunciado:

Prometazina está disponible en una concentración de

$$25 \frac{mg}{ml}$$

Para administrar 1.5ml, ¿cuántos mg se deben dar?

La expresión $25 \frac{mg}{ml}$ es una razón que se interpreta:

Por cada 25mg del medicamento hay 1 ml de solución.

En esta situación una razón es dada y uno de los valores de la otra razón también es dado. La tarea consiste en determinar el correspondiente valor de la segunda razón. Con estas características, las situaciones de cálculo de dosis se identifica con los problemas que Vergnaud (1983) ha denominado la búsqueda de la cuarta proporcional (regla de tres) y con los que investigadores como Harel, Behr, Post y Lesh (1991) han denominado problemas estándar de proporciones, puesto que la solución está determinada por la ecuación entre razones equivalentes. El análisis realizado por estos investigadores sobre 256 tipos de problemas muestra los niveles de dificultad que presenta la solución. Las dificultades obedecen a variables como numéricas (es decir valores numéricos); contexto (puesto que los contextos de la Física y Química, por ejemplo, presentan mayor nivel de dificultad); y comprensión de cantidades intensivas como unidades.

La carrera de Enfermería incluye la asignatura Matemáticas, en la cual a través de contenidos como fracción, razón y proporción se busca que los estudiantes aprendan a resolver las situaciones de cálculo de dosis. Sin embargo, una revisión de las propuestas en algunos de los programas de matemáticas muestra que la presentación de soluciones a estas situaciones, termina siendo —la mayoría de las veces— un recetario de algoritmos para ser memorizados, como el siguiente:

Regla: Para encontrar el valor de x escriba los datos que se tienen en el formato de dos puntos, multiplique los medios, multiplique los extremos y encuentre el valor de x (Boyer, 2006, p. 69).

Como profesores de la asignatura de Matemáticas en la carrera de Enfermería de la Fundación Universitaria del Área Andina, estamos interesados en desarrollar propuestas didácticas para la enseñanza de las matemáticas como disciplina al servicio en la formación de pro-

fesionales de la Enfermería, de tal forma que los estudiantes, futuros profesionales, no sólo desarrollen las competencias matemáticas necesarias a su desempeño profesional sino también valoren las matemáticas por su utilidad en las ciencias. Precisamente, para elaborar una propuesta didáctica con estos propósitos hemos iniciado una serie de estudios analíticos sobre conocimientos y el razonamiento de los estudiantes en estas temáticas. El estudio que se presenta en este artículo busca responder las siguientes preguntas: ¿Utilizan los estudiantes el razonamiento proporcional para resolver las situaciones de cálculo de dosis? ¿Cuáles son los procedimientos que los estudiantes utilizan en la solución de estas situaciones?

MARCO TEÓRICO

Las investigaciones sobre el razonamiento proporcional (Piaget e Inhelder, 1975); Noelling, 1980a. 1980b; Tourniaire & Pulos, 1985, Karpluss, 1979; Goodstein, 1983; Kaputt y Westt, citados por Lesh, Post, Behr, 1988 y por Spinillo, 2002) han centrado su atención en el concepto de proporción, agrupado en dos tipos de tareas: de incógnita y de comparación. Las primeras también son conocidas como tareas de regla de tres. Por otra parte, de la revisión de las investigaciones realizadas resulta una diversidad de categorías para identificar las categorías cognitivas implicadas en el razonamiento proporcional. A pesar de la diversidad de enfoques para investigar este razonamiento, Spinillo señala que los estudiosos concuerdan que el razonamiento proporcional requiere: a) reconocer la equivalencia entre razones en situaciones distintas; b) pensar en términos relativos y no absolutos; c) establecer relaciones entre relaciones.

Los contextos de las prácticas de Enfermería, específicamente los relacionados con el cálculo de dosis, son esencialmente comparativos, donde la equivalencia entre razones cobra especial relevancia. En las situaciones de cálculo de dosis los datos son medidas de magnitudes (peso, volumen) expresadas de la forma X por Y .

Un ejemplo representativo de esta clase de situaciones es:

Se prescribe Demerol 75mg para dolor posoperatorio. El medicamento está disponible en la presentación 100mg

por ml. Para administrar la dosis prescrita de 75 mg ¿Cuántos ml debe administrar la enfermera? (Boyer, 2006, p. 69)

Como se observa, la cantidad extensiva 75mg por sí sola no tiene significado en tanto, como lo indica el enunciado, el medicamento está disponible en presentación de solución, lo que implica interpretar la cantidad 100 mg por ml, como la concentración de demerol por cada mililitro. También se puede inferir que en estas situaciones cobra especial relevancia la equivalencia de cantidades intensivas, en tanto la equivalencia numérica 100 es a 1 como 75 es a x , como la semántica mg a ml deben mantener invariante la relación y en consecuencia estas expresiones no pueden ser expresadas en notación fraccionaria.

EL ANÁLISIS DE LAS RELACIONES EN TÉRMINOS MATEMÁTICOS

Diversos investigadores (Post, Behr, Lesh, 1982; Karplus *et al.*, 1983;) describen los aspectos matemáticos de las relaciones expresadas como razones desde la perspectiva puramente matemática. Para Vergnaud (1994), en la estructura de problemas donde se expresan las relaciones entre datos por expresiones de la forma X por Y subyace una relación cuaternaria. En el ejemplo analizado, la relación cuaternaria entre los datos del problema se visualiza en

la siguiente tabla:

Peso (mg)	V(ml)
100	1
75	x

Tabla 1.

Obsérvese que en la tabla se explicita el cuarto valor, 1, oculto en la expresión por *ml*. Tanto Post, *et al.*, Karplus *et al.*, como Vergnaud (1994) coinciden en reconocer que este tipo de relaciones son relaciones esencialmente multiplicativas, porque hay una proporción directa entre dos espacios de medida $M1$ y $M2$. En este caso la multiplicación y la división se ven como regla de tres, porque involucran razones iguales. La proporción es modelada por la relación funcional lineal $f(x)=mx$, donde f es el operador función que hace pasar de una categoría a la otra y m es una cantidad intensiva (cociente de dos dimensiones, o rata). En las situaciones particulares, como la analizada, los datos corresponden

a valores numéricos particulares del operador f , por lo que:

$$f(100)=1, \text{ donde } \frac{75}{100} \text{ es una expresión que muestra}$$

el carácter esencialmente multiplicativo de las relaciones entre los datos.

Kaput y West (1994) señalan que en las situaciones donde el papel de las cantidades intensivas o extensivas es preponderante para la solución, se restringe el significado de la función a función de cantidades pues la preponderancia del papel de las cantidades determina dos tipos de reglas o leyes: una regla que la función cumple sobre los números y una segunda regla que determina la correspondencia entre los referentes de los números.

Una cuestión importante y específica en la solución numérica de las situaciones de *dosis de medicamentos* es que los valores numéricos de la solución, que tienen como referente una dosis de medicamento, son expresiones decimales pues no tiene sentido dar el valor numérico de una dosis en notación fraccionaria. Por ejemplo, las soluciones numéricas para la situación referente al cálculo de dosis para calmar el dolor postoperatorio son $\frac{3}{4}$ o 0.75 y esta última es la pertinente.

De la propuesta de Kaput y West (1994, p. 241) para identificar los invariantes en la solución de las situaciones de cálculo de dosis cuya estructura relacional cuaternaria, o problemas de regla de tres, hemos seleccionado las siguientes:

- Equivalencias numéricas entre cantidades intensivas
- Equivalencias semánticas entre cantidades

La equivalencia numérica se refiere a establecer la invarianza de la razón escalar entre pares de cantidades extensivas. O a establecer la invarianza de la rata, o razón funcional, entre todos los pares de cantidades extensivas.

Las equivalencias semánticas se refieren a la regla de correspondencia entre los referentes de los números, es decir entre la dimensión de las cantidades involucradas. La importancia de esta cantidad en el cálculo de dosis es que expresa numéricamente una canti-

dad multiplicativa constante entre dos cantidades. Esta correspondencia determina en gran medida la pertinencia de la solución, puesto que en las situaciones de cálculo de dosis el significado de las dimensiones de las cantidades involucradas es determinante para asegurar la administración de la dosis con precisión y exactitud.

Con base en los argumentos expuestos al razonamiento proporcional en el cálculo de dosis, lo consideramos integrado por las siguientes dimensiones:

- Identificación de las cantidades intensivas y traducción de los enunciados en relaciones cuaternarias.
- Establecimiento de equivalencias numéricas y uso de operadores escalares y funcionales.
- La validez de la solución se establece por la dimensión semántica de las cantidades intensivas.

Una cuestión importante en estas situaciones es el uso de números “difíciles”, distintos a los números naturales sencillos, especialmente los decimales. Si bien no ha sido considerada por los investigadores, se puede suponer que en los estudiantes que han aprendido a resolver problemas de regla de tres, entendiendo las características multiplicativas, esta comprensión podría ser generalizada a estas nuevas situaciones. Las situaciones de cálculo de dosis son un ejemplo de nuevas situaciones modeladas por la regla de tres, con el trasfondo de una relación funcional implícita.

METODOLOGÍA

La investigación es descriptiva, interpretativa y explicativa. La unidad de análisis es el *análisis de tarea* pues que ofrece información sobre las realizaciones de los estudiantes al responder tareas específicas del razonamiento proporcional. Para la recolección de la información se construyó un cuestionario con cinco situaciones en el contexto de las prácticas de Enfermería. Los ítems del cuestionario se seleccionaron de un repertorio de situaciones relativas a las prácticas de Enfermería y de los estudios teóricos revisados. Para la validez del contenido del cuestionario se solicitó a expertos la revisión de cada uno de los ítems. Dos de las situaciones son situaciones de proporcionalidad directa, una es un cálculo de porcentajes y dos son situaciones de cálculo de la cuarta proporcional.

La recolección de la información se realizó con las respuestas de los estudiantes al cuestionario. Luego se registraron en tablas las respuestas. A continuación, cada miembro del equipo, analizó las respuestas de forma independiente, y posteriormente se hizo una puesta en común para transcribir y proceder a clasificar en clases los comportamientos en el equipo. La interpretación se sigue a la identificación de razonamiento.

Los sujetos del estudio son 20 estudiantes, bachilleres, del programa de Enfermería, que finalizaron y aprobaron el curso de Matemáticas 1. Cabe señalar que la proporción y la proporcionalidad hacen parte del currículo de matemáticas para la Educación Básica, específicamente es un tema de sexto y séptimo grado en la educación colombiana. Este artículo sólo analiza los siguientes tres ítems del cuestionario.

Situación 1

El 3% de los recién nacidos padecen problemas de bronco aspiración. De cada 1.000 nacidos, ¿cuántos se espera que padezcan?

El enunciado describe una situación real de un evento propio de la práctica de la Enfermería, que se supone el sujeto conoce. El significado de la expresión *problemas de bronco aspiración* es conocido por los sujetos, puesto que son estudiantes de octavo semestre de la carrera de Enfermería. Los datos numéricos expresados en porcentajes de números decimales son también conocimientos que se supone que los sujetos conocen.

Equivalencia numérica. Esta situación es una cuarta proporcional o regla de tres. Los valores numéricos, múltiplos de 100, facilitan el reconocimiento de operadores multiplicativos, tanto el escalar como el funcional. La relación *3% de los recién nacidos* se puede aplicar a distintos números, *de 2.000, de 3.000*, obteniendo series de números proporcionales.

Equivalencia semántica. En esta situación, la expresión *“Tres recién nacidos de cada 100 padecen problema de bronco aspiración”* actúa como unidad, con la que se norma, para afirmar *x recién nacidos de cada 1.000 padecen problema de bronco aspiración*.

Solución. La realización efectiva de la tarea pone al inicio en juego una comparación, puesto que la notación de porcentaje % compara dos números entre sí de manera relativa (no para decir cuál es mayor o menor), lo que implica interpretar qué proporción de uno representa respecto del otro (Godino, Batanero, 2006). La interpretación implica reconocer que la comparación es 3 de 100 y que hay una relación cuaternaria.

Anomalía	Recién nacidos
3	100
x	1000

Tabla 2.

El operador escalar, entre espacios de medidas es x 10 y el operador funcional entre espacios de medida

$$\text{es } \div \frac{3}{100}$$

Pertinencia y validez de la solución. La equivalencia semántica de las cantidades intensivas permite afirmar que la solución pertinente y válida es *30 recién nacidos de cada 1.000 padecerán problemas de bronco aspiración*.

Situación 2

Un medicamento debe administrarse en dosis de 0.075 gr por cada 1.500 gr de peso corporal. ¿Cuál es la dosis para una persona que pesa aproximadamente 52 kg?

El enunciado evoca un evento de cálculo de dosis que relaciona la magnitud Peso, pero con referentes distintos; en la expresión 0.075 gr la unidad gramo es el peso del medicamento y en la expresión 1.500 gr los gramos corresponden al peso corporal, es decir, peso del paciente. El significado de las expresiones medicamento, dosis y peso corporal son conocidas por el sujeto.

Equivalencia numérica. En esta situación el dato 0.075 gr corresponde al peso del medicamento y 1.500 gr y 52 kg al peso corporal; la relación entre los datos establece una correspondencia de tal manera que las medidas de los pesos del medicamento y el peso corporal forman dos series de números proporcionales entre sí (Godino y Batanero, 2006); es decir, existe una fun-

ción lineal de cantidades. *Los valores numéricos de las cantidades son múltiplos de cinco.*

La estructura corresponde a una situación de cuarta proporcional que se representa en un registro tabular:

Peso medicamento (gr)	Por cada gr de peso corporal
0.075	1.500
x	52.000

Tabla 3.

Equivalencia semántica. La cantidad intensiva *0.075 gr por cada 1500 gr de peso corporal* determina que se interprete el valor 52 kg, pues se refiere el peso total del paciente, y el medicamento se administra *por gramo de peso corporal*.

Solución. La solución más efectiva es identificar el operador funcional, tanto por las características de los valores numéricos, múltiplos de 5, como porque se reconoce una función lineal $f(x) = mx$ en la cual se conoce un valor numérico particular de esta función

$f(0.075) = 1.500$. El operador funcional es $\div \frac{1}{20}$.

El operador escalar es más dispendioso de calcular por el tipo de valores decimales.

Pertinencia y validez de la solución

Tal como se ha descrito, la interpretación de la cantidad intensiva 0.075 gr por cada 1.500 gr de peso corporal conduce a que la respuesta se identifique también como una *cantidad intensiva que especifique la correspondencia 2.6 gr por cada 52.000 grs de peso corporal*.

Situación 3

En un experimento de laboratorio se mezclan dextrosa y agua en varios recipientes, con la condición que la concentración de dextrosa debe ser igual en todos los recipientes
Juan tiene un recipiente que contiene 18dl de agua
Pedro tiene un recipiente que contiene 10dl de agua
David tiene un recipiente que contiene 8dl de agua
Isabel tiene un recipiente que contiene 20dl de agua
Berta tiene un recipiente que contiene 16dl de agua
Laura tiene un recipiente que contiene 6 dl de agua
El resultado es el siguiente:
Juan agrega al recipiente 45 gr de dextrosa
Pedro agrega al recipiente 25 gr de dextrosa
David agrega al recipiente 20gr de dextrosa
Isabel agrega al recipiente 50 gr de dextrosa
Berta agrega al recipiente 35 gr de dextrosa
Laura agrega al recipiente 15 gr de dextrosa

En la experiencia, uno de los participantes ha cometido un error. ¿Quién se ha equivocado?

Estructura del enunciado. El enunciado evoca una situación mezcla de líquidos, está formulado con el trasfondo de una relación funcional implícita.

Equivalencia numérica. La relación de correspondencia entre agua y dextrosa se traduce en una representación tabular. Los valores numéricos de las cantidades no permiten inferir el valor numérico de la razón escalar ni de la razón funcional.

Equivalencia semántica. La relación entre agua y dextrosa está determinada por la expresión *la concentración de dextrosa debe ser igual en todos los recipientes*, esta norma dos series de números proporcionales entre sí.

Pertinencia y validez de la solución. La solución exige explicitar la relación entre la dextrosa y el agua.

Análisis e interpretación de las respuestas. Una vez obtenidos los registros de las respuestas de los estudiantes al cuestionario se realizó un análisis del cual surgieron las siguientes categorías:

Traducción del Enunciado	a. Traduce el enunciado en una representación que visualiza la relación cuaternaria b. Traduce el enunciado en una representación que visualiza la relación cuaternaria incluyendo dimensiones de la cantidades en cada espacio de medida
Soluciones aritméticas	Resuelven utilizando esquemas de multiplicación o división
Soluciones de razonamiento proporcional	Razona sobre las relaciones numéricas y utiliza los operadores escalares y/o funcionales para solucionar el problema, incluyendo el análisis dimensional
Validación y pertinencia de la solución	La semántica de las cantidades intensivas determina la pertinencia y validez de la solución.

Tabla 4.

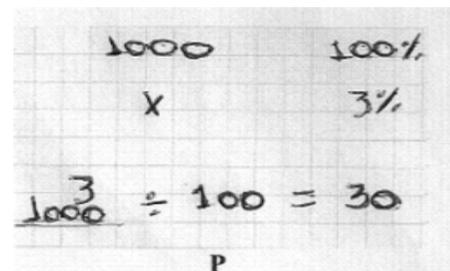


Figura 1.

Respecto a la variable, Traducción del enunciado, con sus indicadores a y b, se encuentra que esta clasificación se distribuye de acuerdo a cada situación. Para la situación 1, el 45% traduce el enunciado en una representación cuaternaria, mientras que el 55% no lo hace. Para las situaciones 2 y 3 el 95% de los estudiantes formula una representación cuaternaria, incluyendo la dimensión de cada cantidad en cada espacio de medida, el uso de flechas visibiliza la correspondencia entre cantidades extensivas.

$$\begin{array}{l} 100\text{mg} \rightarrow 2\text{ml} \\ 75\text{mg} \rightarrow x \\ x = \frac{75\text{mg} \times 2\text{ml}}{100\text{mg}} = 1.5\text{ml en cada dosis hidrometana} \end{array}$$

Figura 2.

Se evaluó Berta		
Juan	18 dl H ₂ O	45gr Dex
Pedro	10 dl	25gr
David	8 dl	20gr
Isabel	20 dl	30gr
Berta	16 dl	35gr
Laura	6 dl	15gr

$$\begin{array}{l} 18\text{ dl} \rightarrow 45\text{gr} \\ 16\text{ dl} \rightarrow x \end{array} \quad x = 40\text{gr.}$$

Berta tenía que agregar 40 y agrego 35gr Dex.

Figura 3.

En los dos protocolos se observa el uso de las flechas para indicar la correspondencia entre cantidades, esta representación orienta a los estudiantes para identificar el lugar de la incógnita. En el apartado 1.2 se describe cómo en el aprendizaje del uso de la proporción en los programas de Enfermería se prioriza la enseñanza de

Reglas, como: *Para encontrar el valor de x escriba los datos que se tienen en el formato de dos puntos, multiplique.* La exigencia para que se escriban los datos, es identificar el lugar de la incógnita para proceder a aplicar la regla *multiplique extremos por medios*, que es la regla con la que se obtiene la solución numérica.

Respecto a los tipos de solución, se encuentra que el 97% soluciona aritméticamente, es decir, realiza todos los cálculos aritméticos, incluidas las operaciones de multiplicación y división, como en la siguiente solución, donde el estudiante efectúa la división por 100.

$$\frac{3000}{100} \quad x \rightarrow 30 \text{ neotas la puerca puede}$$

Figura 4.

Sólo un estudiante presenta una solución distinta. Esta solución se realiza con el procedimiento doblar o sacar mitad, que algunos investigadores han llamado el procedimiento escalar intuitivo en el razonamiento proporcional, puesto que se busca conocer el peso necesario para la unidad. En la solución se observa que el estudiante deduce de la relación $0.075 \rightarrow 1.500 \Rightarrow 0.025 \rightarrow c/500g$ y dobla para encontrar la dosis para cada kilogramo de peso corporal.

$$\begin{array}{l} 0.075g \rightarrow 1500g \text{ kg de peso} \\ 0.025g \rightarrow c/500g \text{ de peso} \\ 0.050g \rightarrow 4/kg \text{ de peso} \end{array} \quad 52 \times 0.050 = 2,6 \text{ gramos}$$

debe administrar una dosis de 2,6 gramos

Figura 5.

En cuanto a la validez y pertinencia de la solución, en el 78% de los estudiantes, las soluciones muestran la pertinencia de las respuestas, puesto que la respuesta numérica esta asociada con los referentes que le dan

$$\frac{3000}{100} \quad x \rightarrow 30 \text{ neotas la puerca puede}$$

Figura 6.

sentido a los valores numéricos, o como en la siguiente solución.

X ESPERA Q 30 NIÑOS PODERAN DE SERUCOPIRACION

Figura 7.

Dosis 0.075 gr
 1500gr de peso = 1.5 kg
 52 kg peso

0.075 gr \rightarrow 1.5 kg
 52 kg

$0.075 \text{ gr} \times \frac{52 \text{ kg}}{1.5 \text{ kg}} = 2.6 \text{ gr}$

Figura 8.

Cabría señalar que a partir del análisis de los procedimientos se generaron otras variables que permiten analizar los modos de comprensión del papel de las cantidades intensivas y extensivas y su papel en la validez y pertinencia de la solución. Por ejemplo, en la solución de la izquierda, se simplifica las cantidades Kg, que son cantidades referidas al peso corporal, mientras que los gr son referidos al peso de la dosis.

CONCLUSIONES

Se observa que si bien la mayoría de los estudiantes reconocen explícitamente la existencia de una relación cuaternaria en las situaciones de cálculo de dosis, y que ostensivamente muestran esta relación en la modelización del enunciado, también es cierto que a pesar de que la variable numérica en los enunciados no permite inferir el operador escalar ni el operador funcional, en la mayoría de las soluciones no se evidencia este tipo de solución, pues los estudiantes prefieren usar la concebida regla de productos de medios y producto de extremos. Lo que conduce a inferir que posiblemente el uso ostensivo de la relación cuaternaria es para situar con mayor claridad el sitio de la incógnita. Sorprende el uso de procedimientos aritméticos, en el sentido del cálculo uno a uno de las operaciones aritméticas, en estudiante universitarios porque se esperaría el uso de competencias generalizadoras y por tanto que economicen y se muestren más eficaces en la situaciones de cálculo de dosis.

Los resultados de este estudio nos llevan, como lo señalamos en la presentación de este estudio, a elaborar propuestas didácticas para mejorar las competencias matemáticas de los estudiantes de Enfermería.

REFERENCIAS

- Boyer, M. J. (2006). *Matemáticas para enfermeras. Guía de Bolsillo para cálculo de dosis y preparación de medicamentos*. (Monteón, I. de J., Trad.). México, D. F.: Editorial El Manual Moderno.
- Spinillo, A. G. (2002). O papel de intervenções específicas na compreensão da criança sobre proporção. *Psicologia: reflexao e Critica* 15(3), 475-487 tomado de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/188/18815303.pdf>.
- Godino, J. & Batanero, C. (2006) La proporcionalidad. Matemáticas y su Didáctica para Maestros. Proyecto Edumat – Maestros www.ugr.es/local/jgodino/edumat-maestros/
- Harel, G., Behr, M., Post, T. & Lesh, R. (1991). Variables Affecting Proportionality: Understanding of Physical Principles, Formation of Quantitative Relations, and Multiplicative Invariance. En F. Furinghetti (Ed.) *Proceedings of PME XV Conference* (pp. 125-133). Assisi, Italy: PME.
- Lesh, R., Post, TH., Behr, M. (1988) *Proportional reasoning*. Hilbert J., Behr, M (Edit) Vol 2 Number concepts and operations in the middle grade: Lawrence Erlbaum associates. NCTM
- Kaput, J. and West, M. (1994). Missing-value proportional reasoning problems: factors affecting informal reasoning patterns. En: G. Harel, and J. Confrey (Eds.), *The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics*, State University of New York press, pp. 237-287.
- Verganud, G. (1994). *Multiplicative Conceptual field: What and why?* En G Harel & J. Confrey (Ed), *The development of multiplicative reasoning en the learning of mathematics*. Library of Congress. Albany, New York: State University of New York Press.