

Habilidades en lecto-escritura matemática en estudiantes del área ciencias de la salud. Prueba de sondeo.

Rafael Antonio Vargas Vargas

Fecha de recepción: 22/10/2012

Fecha de aceptación: 10/06/2014

<p>Resumen</p>	<p>Este trabajo presenta los resultados de una prueba de sondeo realizada a dos grupos diferentes de estudiantes del curso de farmacología, del área de la salud. Aquí se intenta evaluar las habilidades y debilidades en matemática básicas. A pesar de la importancia de las matemáticas en el área de la salud se observan deficiencias en la manipulación de la información matemática, que probablemente está relacionado con deficiencias tempranas en la formación. Con este trabajo se llama la atención sobre el impacto de la educación matemática temprana en la vida de estudiantes avanzados y en su éxito profesional.</p> <p>Palabras clave: Cerebro, notación matemática, ciencias de la salud.</p>
<p>Abstract</p>	<p>This paper presents the results of a survey conducted in two different groups of students of pharmacology course. The survey explores skills on reading and writing of mathematical data. Despite the importance of mathematics in the health field, it observed deficiencies in the manipulation of mathematical data that is probably related to deficiencies in early mathematical training. This is intended to draw attention to the impact of early mathematics education in the life of advanced students and their professional success.</p> <p>Keywords: Brain, mathematical notation, health sciences</p>
<p>Resumo</p>	<p>Este artigo apresenta os resultados de um teste em dois grupos diferentes de alunos do curso de farmacologia, área da saúde. É avaliado os pontos fortes e fracos em matemática básica. Apesar da importância da matemática na área da saúde, são observados deficiências na manipulação de informações matemáticas, o que provavelmente está relacionado com deficiências da formação inicial. A intenção é chamar a atenção para o impacto da educação matemática no início da vida de estudantes avançados e seu sucesso profissional.</p> <p>Palavras-chave: Cérebro, notação matemática, ciências da saúde</p>

1. Introducción

El uso de las matemáticas es fundamental para nuestro desempeño cotidiano, casi todas las actividades humanas están permeadas por las matemáticas; desde que nos levantamos y vemos la hora en el reloj y planeamos nuestro día, hasta cuando programamos el despertador y nos acostamos. Según la actividad que realicemos las matemáticas son más o menos importantes y en algunos situaciones pueden convertirse en elementos vitales que determinan la vida o la muerte de un individuo (Rodríguez, Milagros, 2011). Este es el caso del papel de las matemáticas en el área de la salud en donde la información numérica es

clave, pues es la base de procedimientos cotidianos tan simples como la medición de signos vitales (frecuencia cardíaca, presión arterial, temperatura, frecuencia respiratoria), el cálculo en la administración de medicamentos, la programación de su administración, los datos de exámenes de laboratorio, hasta trabajos y procedimientos mucho más complejos que incluyen el análisis de información en diversos tipos de estudios clínicos y epidemiológicos (Olmedo, Victor & Ariza, Raúl, 2012). A pesar de la importancia de las matemáticas con frecuencia los programas académicos no incluyen preparación específica en este tema, pues muchos de los conceptos de matemática aplicada están incorporados en las diversas asignaturas: biofísica, bioquímica, fisiología, farmacología, áreas clínicas, etc. Se asume que el estudiante de pregrado ingresa con un bagaje adecuado en términos de lectura, escritura y conocimiento matemático, y no se tiene en cuenta la probable desigualdad en los niveles de formación entre los estudiantes, debido a diferencias biológicas, sociales, culturales y económicas entre otras (Hutton, 1998a). Pasar por alto este tipo de diferencias puede impactar negativamente tanto el desempeño académico del estudiante universitario del área de ciencias de la salud, como el desempeño laboral del futuro profesional, lo cual en últimas y tal vez esto sea lo más importante, puede impactar negativamente la calidad en la atención de los pacientes que serán atendidos por estos futuros profesionales.

2. Problema

En la práctica clínica los errores de los profesionales de la salud son frecuentes y con frecuencia la mortalidad por esta razón, es más alta que la mortalidad por otro tipo de eventos como los accidentes de tránsito. Muchos de estos errores no son reportados, ni registrados en las historias clínicas de los pacientes, o si son registrados nunca son identificados como causa de muerte dada la gran cantidad de información que a diario se anota en una sola historia clínica. Gran parte de estos errores están relacionados con problemas en lectura e interpretación de datos, muchos de ellos datos matemáticos, que incluyen cifras y unidades de medida, cuya lectura incorrecta trae como consecuencia que la ejecución de las órdenes médicas o de enfermería se realice en forma incorrecta. La falla en los cálculos ocasiona que con relativa frecuencia al paciente se le aplican cantidades insuficientes de medicamentos, con lo que se falla en la terapia, o se administran dosis excesivas de fármacos que pueden causar toxicidad. Tales errores se incrementan en ambientes de alto flujo de pacientes, con alta sobrecarga laboral, como sucede en áreas de urgencias, salas de cirugía, salas de partos, unidades de reanimación y unidades de cuidados intensivos, entre otras, que asociado al estrés del personal, llevan a que el tiempo de lectura y ejecución de las órdenes registradas en la historia clínica sea corto, lo que incrementa la probabilidad de errores. Muchos de estos errores también están relacionados con la deficiente formación en matemáticas del personal, área que en muchas ocasiones es vista con desdén en carreras del área de la salud, en donde se considera que no debe estar incluida en los programas de formación profesional, pues se asume que la formación matemática no es una prioridad y que es más necesaria en las áreas de ingeniería (Bacelli, Sandra, Anchorena, Sergio, Moler, Emilce, & Aznar, María

Andrea, 2013). El resultado de todo esto es que el nivel en formación matemática de muchos egresados del área de la salud sea débil y con bastantes vacíos, lo que puede incidir negativamente en el desempeño de sus funciones (Wright, 2010). Para explorar las habilidades o debilidades de lecto-escritura matemática en estudiantes de la salud realizamos con frecuencia un sondeo al inicio del semestre del módulo de farmacología para estudiantes de Ciencias Naturales y Enfermería. Esto con el fin de identificar deficiencias y hacer notar, en los mismos estudiantes, la importancia de la lectura y la notación matemática en el estudio de la farmacología en particular.

3. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es realizar un sondeo acerca de las habilidades de lecto-escritura matemática de estudiantes del área de la salud. En la prueba se incluye tanto la representación alfabética, como la simbólica de datos y procedimientos matemáticos.

4. Metodología

Se diseñó una prueba con el fin de explorar como los individuos se desempeñan con tareas de procesamiento de la información matemática. La prueba contiene 14 preguntas dividida en dos sesiones: en la primera se pide que se escriban cifras o se realicen procedimientos empleando el lenguaje alfabético (frases o texto) con lo que se pretende evaluar principalmente la actividad del hemisferio izquierdo, el cual es responsable del lenguaje verbal y escrito (figura 1A). En la segunda sesión se piden que a partir de textos se escriban cifras o procedimientos empleando lenguaje simbólico matemático (números, símbolos) con lo que se intenta explorar principalmente la actividad del hemisferio derecho (figura 1B). El tiempo para desarrollar la prueba fue de 10 minutos y no se permitió el empleo de calculadora. La prueba se aplicó en dos grupos de estudiantes: un grupo que ingresa al curso de farmacología por primera vez (nuevos; n=63) y un grupo que tiene conocimientos de farmacología básica (avanzados; n=30). La respuesta a cada pregunta se calificó como acierto (1) o error (0). Como acierto se consideró aquellas respuestas que estaban de acuerdo a la orden y error como aquellas que carecían de respuesta, con respuestas falsas o que sin ser falsas iban en contra de la orden, es decir que por ejemplo la orden indicaba escribir en letras y escribían en números (o viceversa), aunque la información fuera correcta, la respuesta se consideró como error.

A Escriba en letras las siguientes expresiones numéricas:

Ejemplo: 82 ochenta y dos

69754 _____

0,52 _____

3/8 _____

Ln 32 _____

12² _____

Realice las siguientes operaciones (resultado en letras):

6 - 2,45 _____

Que número sumado al 16 da 85? _____

B Escriba en números las siguientes expresiones numéricas:

Ejemplo: ochenta y dos 82

Tres mil cuatrocientos dos _____

Cuarenta y tres milésimas _____

Raíz cuadrada de cien _____

Dos enteros un tercio _____

Tres menor que ocho _____

Realice las siguientes operaciones (resultado en números):

8 - 2,45 _____

A cuanto equivalen noventa y seis mg en gms? _____

Figura 1. Prueba para evaluar función de los hemisferios cerebrales. A - Datos para evaluar hemisferio izquierdo. B – Datos para explorar la actividad del hemisferio derecho. Cada bloque de datos se presentó en hojas independientes.

Para evaluar si se presentó dominancia de un hemisferio sobre otro se realizó una resta simple entre el total de la prueba para hemisferio izquierdo menos el total de la prueba para hemisferio derecho (figura 8). Un resultado positivo (1 a 7) se interpretó como dominancia del hemisferio cerebral izquierdo (HI) y un valor negativo (-7 a -1) se interpretó como dominancia del hemisferio cerebral derecho (HD).

Dominancia cerebral = HI – HD > 0 Dominancia hemisferio cerebral izquierdo
< 0 Dominancia hemisferio cerebral derecho

Hemisferio izquierdo	Pregunta	Nuevos	Avanzados

(verbal alfabético)			
	1	97%	86%
	2	1,6%	3%
	3	83%	66%
	4	30%	10%
	5	81%	59%
	6	35%	24%
	7	52%	41%
Hemisferio derecho (simbólico numérico)			
	1	95%	79%
	2	7,9%	17%
	3	71%	69%
	4	60%	55%
	5	68%	45%
	6	52%	38%
	7	29%	14%

Tabla 1. Resultado sondeo habilidades matemáticas. La tabla expresa el porcentaje de aciertos en cada grupo para cada pregunta.

5. Resultados

El desempeño de ambos grupos fue similar Tabla 1. Los errores más frecuentes se presentaron con la información que incluye números decimales, preguntas 2 del bloque A y pregunta e del bloque B (figura 1). Esta información fue presentada como números o letras, pero los errores fueron más frecuentes especialmente cuando los valores se expresan en letras (figuras 2 y 3). Aparentemente el concepto de número decimal no es claro, lo cual es difícil de explicar pues es un concepto que en la vida cotidiana se emplea en forma corriente cuando empleamos el dinero, por ejemplo. Los intentos por expresar un número decimal fueron muy variados y discordantes (ver figuras 2 y 3).

Cuarenta y tres milésimas	<u>43'</u>
Cuarenta y tres milésimas	<u>40.03</u>
Cuarenta y tres milésimas	<u>10.03</u>
Cuarenta y tres milésimas	<u>03 m'</u>
Cuarenta y tres milésimas	<u>43.000</u>
Cuarenta y tres milésimas	<u>000,43</u>
Cuarenta y tres milésimas	<u>4300000000000</u>
Cuarenta y tres milésimas	<u>40.03 0'00"43.</u>

Figura 2. Expresión numérica. En este ejercicio se ordena expresar texto en números. Aquí diferentes intentos por expresar el término “cuarenta y tres milésimas” en forma numérica.

3/8	<u>tres enteros sobre ocho.</u>
3/8	<u>Cero, tres</u>
0,52	<u>Cincuenta y dos décimas</u>
0.52	<u>Cero cincuenta y dos</u>
Ln 32	<u>longitud de treinta y dos.</u>
Ln 32	<u>Ele ené treinta y dos</u>

Figura 3. Expresión de datos numéricos en letras. En este ejercicio se pide que se escriban en texto los datos numéricos que aparecen: fracciones, decimales y logaritmos.

También se observaron errores al escribir términos matemáticos de uso universal como el logaritmo natural y radicación (figuras 3 y 4). En algunos casos se confunde el significado con otros términos y símbolos o no se entiende. Probablemente este tipo de errores se presenta porque estos son términos y notaciones tienen menos uso y sobre estos se hace menos énfasis en los programas escolares. Adicionalmente se observaron errores en declaraciones matemáticas que incluyen términos de relación como en las desigualdades (figura 4) y en el momento de expresar múltiplos o submúltiplos de unidades de medición. Todos estos conceptos también son de uso corriente en el lenguaje cotidiano (mayor que, menor que, igual, miligramos, microlitros), pero aparentemente no se logran relacionar las frases con los conceptos matemáticos.

Raíz cuadrada de cien

10.

Raíz cuadrada de cien

$\sqrt{10}$

Raíz cuadrada de cien

$\sqrt[3]{100} = 50$

Tres menor que ocho

-5

Tres menor que ocho

378

Tres menor que ocho

$8 - 3 = 5$

Figura 4. Expresiones en números. En este ejercicio se pide que se escriba en números los valores que aparecen en letras.

Escriba en números las siguientes expresiones numéricas:

Ejemplo: ochenta y dos	<u>82</u>
Tres mil cuatrosientos dos	<u>300.402</u>
Tres mil cuatrocientos dos	<u>3.402.00</u>
Dos enteros un tercio	<u>$3 + 3 + 3 = 9$ ^{UN TERCIO.}</u>
Dos enteros un tercio	<u>213</u>
Dos enteros un tercio	<u>$31 \frac{1}{3}$</u>

Figura 5. Expresiones en números. Otros intentos por expresar diferentes términos en forma numérica: números enteros, mixtos y fracciones.

De igual forma se observaron errores, aunque en menor proporción, con números enteros, fraccionarios y mixtos (figura 5). En cuanto a procedimientos matemáticos sencillos que incluyen sumas o restas con números decimales, o que involucran conversión de unidades, también fueron frecuentes los errores y con frecuencia los participantes expresaban en letras lo que se debía expresar en números o viceversa (figura 6 y 7).

Al solicitar que escriban en letras o símbolos matemáticos cifras o procedimientos se buscaba la participación de ambos hemisferios, pero en forma secuencial y realizando la participación del hemisferio que determina la respuesta, empleando lenguaje alfabético (hemisferio izquierdo) o lenguaje simbólico (hemisferio derecho). La lectura de cifras en texto implica el uso del hemisferio izquierdo y la expresión de cifras con números implica emplear el hemisferio derecho. Lo opuesto la lectura de números implica trabajar con hemisferio derecho y expresarlas en texto implica el uso del hemisferio izquierdo. De acuerdo a los resultados el pasar información de un hemisferio a otro representa un esfuerzo que en algunos casos genera confusión (figuras 6 y 7). Aunque esta parte del ejercicio intentaba evaluar la presencia de dominancia hemisférica, los resultados no permiten llegar a una conclusión acerca de si hay dominancia hemisférica, pues aunque se observa que en algunos participantes predominan la habilidad para interpretar símbolos y en otro para interpretar textos, esto puede estar alterado por muchas causas, en especial la ausencia de respuesta en algunos casos (ver figura 8).

Realice las siguientes operaciones (resultado en números):

8 - 2,45

A cuanto equivalen noventa y seis mg en gms?

5 unidades 55 decimas

noventa y seis milésimas

8 - 2,45

A cuanto equivalen noventa y seis mg en gms?

-6.45

0.96gm

8 - 2,45

A cuanto equivalen noventa y seis mg en gms?

Cinco coma cincuenta y cinco

9,6gms

8 - 2,45

A cuanto equivalen noventa y seis mg en gms?

2,37

96 000 mcg

8 - 2,45

A cuanto equivalen noventa y seis mg en gms?

5.55

96.000 mcg.

Figura 6. Resultados de procedimientos expresados en números. En este ejercicio se ordena realizar una operación y expresar sus resultados en números.

Realice las siguientes operaciones (resultado en letras):

6 - 2,45

Que número sumado al 16 da 85?

2,39

101

Realice las siguientes operaciones (resultado en letras):

6 - 2,45

Que número sumado al 16 da 85?

2,39

69

Figura 7. Resultados de procedimientos expresados en letras. En este ejercicio se ordena realizar una operación y expresar sus resultados en texto.

6. Análisis y discusión

Aunque el sondeo es pequeño y puede tener algunas fallas que incluyen heterogeneidad en las preguntas, el sesgo de la copia de las respuestas entre los participantes, el uso de calculadora (no permitido) en algunos casos, el estrés de los participantes (aunque siempre que se aplica se advierte que no es una evaluación, que no es calificable), el no responder la totalidad de la prueba, entre otras; el resultado si permite hacer un llamado de atención sobre la educación en general y la formación matemática en particular.

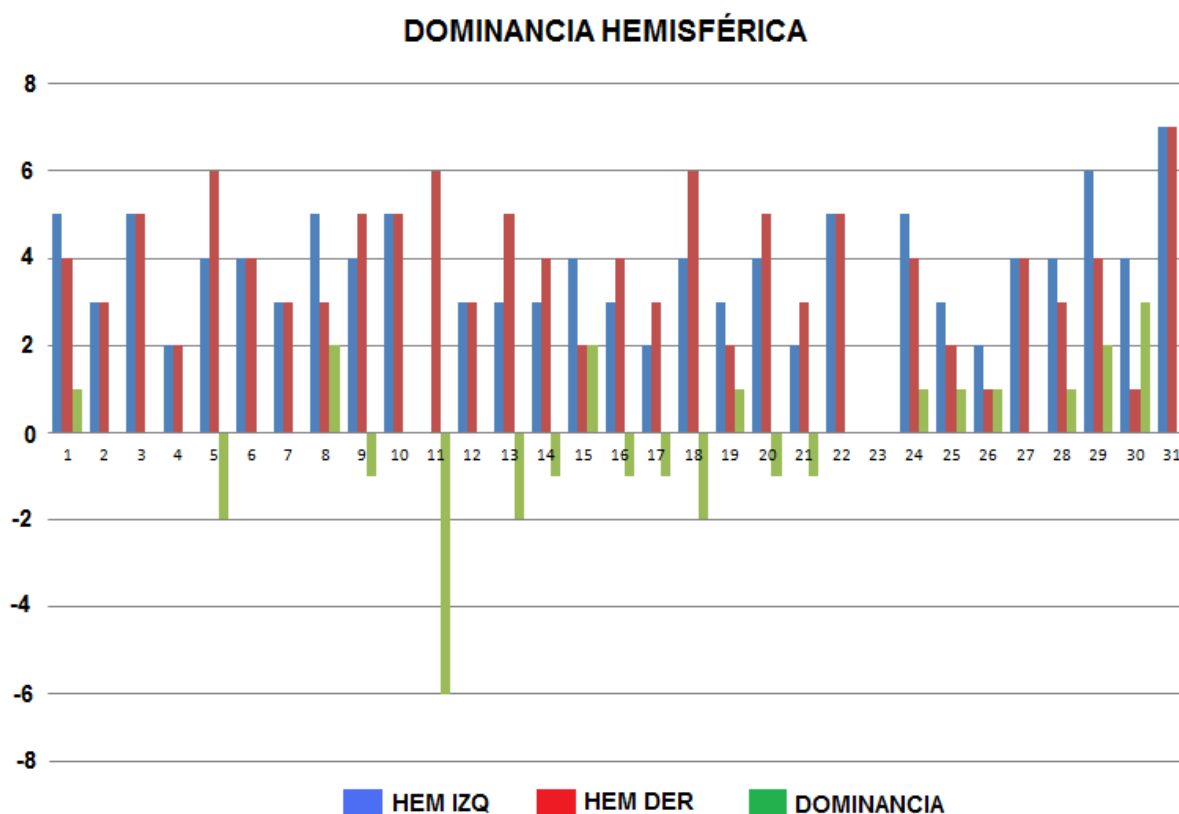


Figura 8. Dominancia hemisférica. El puntaje máximo fue de 7 para cada bloque de preguntas de la prueba, un desempeño máximo en ambas pruebas genera no dominancia sujeto 31 (teórico). Ninguno de los evaluados alcanzo el máximo puntaje. El valor de 0 en algunas pruebas puede corresponder a evaluados que no respondieron esa parte de la prueba.

Diversos autores han planteado que el pensamiento matemático se desarrolla progresivamente con la maduración cerebral determinado por factores biológicos pero también del entorno y que la forma más temprana, o inicial, de este pensamiento involucra el desarrollo de la capacidad de interpretar símbolos y realizar estimaciones o aproximaciones (Butterworth, 2000; De Smedt, Holloway, & Ansari, 2011; Gordon, 2004; Lourenco & Longo, 2010). Esta tarea de realizar estimaciones e interpretar símbolos, depende principalmente del hemisferio cerebral derecho. En forma más tardía, y debido a la educación, se empieza a desarrollar el pensamiento matemático formal, que va paralelo al desarrollo de habilidades y control motor, así como de la adquisición de habilidades comunicativas: lectura, escritura. Estas habilidades incluyen el aprendizaje de símbolos, conceptos, reglas, procedimientos y operaciones matemáticas (Ardila, 2006, 2006; Gallistel & Gelman, 1992; Lourenco & Longo, 2010; Park, Park, & Polk, 2012; Zarnhofer et al., 2012). El desarrollo de las capacidades intelectuales va paralelo al desarrollo de habilidades motoras (movimiento de manos y conteo de dedos, marcha) y la dominancia corporal (zurdo, diestro). En este proceso la apropiación de conceptos como izquierda – derecha, arriba – abajo son claves, en especial en la cultura occidental, pues la escritura tiene una direccionalidad, pues se desarrolla de izquierda a

derecha y de arriba hacia abajo (Fischer & Brugger, 2011; Moeller, Martignon, Wessolowski, Engel, & Nuerk, 2011; Price, Mazzocco, & Ansari, 2013). Pero también esto es fundamental en matemáticas pues la posición de los números es clave en cifras de más de un dígito, para construir múltiplos o submúltiplos: unidades, decenas, centenas o decimas, centésimas, milésimas, etc, dependen de estos conceptos. Fallas en el desarrollo psicomotor del individuo, que depende de aspectos biológicos (genes, enfermedades) y ambientales (nutrición, afecto, estrés, sistema educativo), podrían ser razones para que con el tiempo se presenten dificultades, por ejemplo, para la notación de cifras decimales (figuras 2 a 4), un concepto que es clave en el trabajo del personal de salud, cuando realiza mediciones. De igual forma algunos autores plantean que existe una división del trabajo cerebral y que la actividad matemática esta segregada en los hemisferios cerebrales, esto no es fácil identificar dado el trabajo integrado que realizan las diferentes áreas cerebrales. El hemisferio derecho aparentemente realiza actividades relacionadas con estimación de valores y datos e interpretación de símbolos matemáticos, habilidad que se desarrolla en etapas tempranas de la vida, y que algunos autores plantean podría ser una habilidad de otras especies. El hemisferio izquierdo al parecer se encarga de tareas formales relacionadas con operaciones matemáticas (Price et al., 2013; Vallentin, Bongard, & Nieder, 2012) y la verbalización de la información matemática, al emplear el lenguaje alfabético oral o escrito (Zarnhofer et al., 2012). Fallas en la maduración de procesos de estimación y cálculos podrían explicar las notaciones de cifras totalmente desproporcionadas (ver figura 2).

Un adecuado desempeño en tareas matemáticas depende de muchos factores, que pueden estar presentes desde antes del nacimiento. Se requiere de un desarrollo neurológico adecuado (control prenatal, nutrición, desarrollo armónico postnatal), pero que además se tenga formación permanente y estímulos adecuados que generen en el individuo aprecio por el área (depende del entorno, del ambiente familiar, la educación y el entorno social). Sin embargo estas condiciones no siempre son óptimas lo cual puede afectar el desarrollo de un pensamiento matemático. Por otro lado la educación que es clave y las matemáticas, como componente fundamental en todo proceso educativo, con el sinnúmero de reglas, leyes, proposiciones, teoremas, se ve más como una carga en el mundo escolar, que como una herramienta fundamental para que el individuo tenga un desempeño adecuado en sus labores cotidianas. Dado que el conocimiento matemático es un proceso continuo y progresivo, pero que tiene periodos críticos, requiere de estímulo y motivación permanente y fallas durante las diferentes etapas del proceso enseñanza-aprendizaje, en especial durante la infancia y la adolescencia, donde el proceso de aprendizaje es clave y máximo, puede traer consecuencias nefastas. El resultado es que adolescentes y adultos tengan fallas en sus capacidades para entender y resolver tareas matemáticas, lo que pueden incidir negativamente no solo en su formación universitaria, sino en su vida profesional futura. Hasta el momento no existen estudios que demuestren esta relación conocimiento-mal desempeño, y documentar esto puede ser difícil pues reconocer este tipo de errores tiene implicaciones legales, por lo cual debe existir subregistros al respecto. Esto también dificulta que sea identificado como un problema, por lo que corregir fallas en la formación matemática en un nivel de

educación superior puede ser una tarea difícil de abordar. Por supuesto no es una tarea imposible, pero si demanda tiempo y esfuerzos institucionales e individuales, dos elementos con los que pocas veces se cuenta, en especial por parte del estudiante universitario dadas las múltiples cargas y compromisos académicos que tiene. Igual cosa sucede con el profesional de la salud, que en muchas ocasiones debe responder por más de un trabajo y/o el hogar; y la capacitación que en pocas ocasiones recibe, se centra en adquirir y desarrollar habilidades prácticas. De igual forma para corregir fallas en procedimientos que requieran el uso de matemáticas, es necesario detectarlas y reconocerlas, lo cual no siempre es fácil, y una vez detectadas tener la voluntad de corregirlas, lo cual tampoco es fácil. Por lo tanto es necesario insistir por una formación matemática bien estructurada, desde los niveles preescolar, básico y secundario, que brinde al ciudadano del futuro la posibilidad y la habilidad de emplear en forma adecuada los conocimientos matemáticos tanto en su vida cotidiana, como en su desempeño profesional.

7. Conclusiones

Aunque en el presente trabajo se muestra el resultado de un sondeo pequeño y se requieren estudios más amplios, se observa deficiencias de lecto-escritura matemática, lo que está acorde con datos de estudios internacionales como PISA que indican que el nivel de formación de estudiantes de países en vías de desarrollo, son bajos, en especial en pruebas de lectura, escritura y razonamiento matemático (Froemel, JE, 2006). Muchos de estos estudiantes ingresan a la universidad con serias deficiencias que difícilmente pueden corregirse. Este problema es común en todas las áreas de formación: ingenierías, ciencias naturales, ciencias de la salud, ciencias sociales, etc. En un intento de corregir estas deficiencias muchos programas han incluido asignaturas orientadas a “nivelar” en conocimientos de matemática aplicada a los estudiantes del área de la salud (Escalona Fernández, González Serra, Tamayo Aguilar, & Velázquez Codina, 2013). Sin embargo, esta capacitación no es constante en todos los programas de salud e incluso la tendencia, en muchas instituciones, es la de eliminar dichas asignaturas en aras de ofrecer al estudiante asignaturas práctica que promuevan un contacto temprano del estudiante con su campo de acción profesional (Hutton, 1998b). Hasta el momento no existen estudios concluyentes que demuestren las bondades de una u otra tendencia en formación en salud (incluir o no cursos de nivelación matemática), por lo tanto es necesario enfatizar en la importancia de la formación temprana ofreciendo educación de calidad y la necesidad de reforzamiento permanente de dicha formación.

BIBLIOGRAFIA

Ardila, A. (2006). [The origins of language: an analysis from the aphasia perspective]. *Revista de neurologia*, 43(11), 690-698.

Bacelli, Sandra, Anchorena, Sergio, Moler, Emilce, & Aznar, María Andrea. (2013). Análisis exploratorio de las dificultades de alumnado de Ingeniería en la

resolución de problemas de optimización. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 84, 99-113.

De Smedt, B., Holloway, I. D., & Ansari, D. (2011). Effects of problem size and arithmetic operation on brain activation during calculation in children with varying levels of arithmetical fluency. *NeuroImage*, 57(3), 771-781. doi:10.1016/j.neuroimage.2010.12.037

Escalona Fernández, L. A., González Serra, Y. Y., Tamayo Aguilar, G. M., & Velázquez Codina, J. R. (2013). Resolución de problemas matemáticos aplicados a la medicina y su impacto en la formación del médico general. *Correo Científico Médico*, 17(2), 178-185.

Fischer, M. H., & Brugger, P. (2011). When Digits Help Digits: Spatial-Numerical Associations Point to Finger Counting as Prime Example of Embodied Cognition. *Frontiers in Psychology*, 2. doi:10.3389/fpsyg.2011.00260

Froemel, JE. (2006). Los estudios internacionales del rendimiento y los países en vías de desarrollo: participación, resultados y relevancia. *Revista de Educación*, 1, 131-152.

Gallistel, C. R., & Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 44(1-2), 43-74. doi:10.1016/0010-0277(92)90050-R

Gordon, P. (2004). Numerical cognition without words: evidence from Amazonia. *Science (New York, N.Y.)*, 306(5695), 496-499. doi:10.1126/science.1094492

Hutton, B. M. (1998a). Do school qualifications predict competence in nursing calculations? *Nurse Education Today*, 18(1), 25-31. doi:10.1016/S0260-6917(98)80031-2

Hutton, B. M. (1998b). Nursing mathematics: the importance of application. *Nursing Standard*, 13(11), 35-38. doi:10.7748/ns1998.12.13.11.35.c2567

Lourenco, S. F., & Longo, M. R. (2010). General Magnitude Representation in Human Infants. *Psychological Science*, 21(6), 873-881. doi:10.1177/0956797610370158

Moeller, K., Martignon, L., Wessolowski, S., Engel, J., & Nuerk, H.-C. (2011). Effects of finger counting on numerical development - the opposing views of neurocognition and mathematics education. *Frontiers in Psychology*, 2, 328. doi:10.3389/fpsyg.2011.00328

Olmedo, Victor, & Ariza, Raúl. (2012). Matemáticas en medicina: una necesidad de capacitación. *Medicina Interna de México*, 28(3), 278-281.

Park, J., Park, D. C., & Polk, T. A. (2012). Parietal Functional Connectivity in Numerical Cognition. *Cerebral Cortex*. doi:10.1093/cercor/bhs193

Price, G. R., Mazzocco, M. M. M., & Ansari, D. (2013). Why mental arithmetic counts: brain activation during single digit arithmetic predicts high school math scores. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 33(1), 156-163. doi:10.1523/JNEUROSCI.2936-12.2013

Rodríguez, Milagros. (2011). La matemática y su relación con las ciencias como recurso pedagógico. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 35-49.

Vallentin, D., Bongard, S., & Nieder, A. (2012). Numerical Rule Coding in the Prefrontal, Premotor, and Posterior Parietal Cortices of Macaques. *The Journal of Neuroscience*, 32(19), 6621-6630. doi:10.1523/JNEUROSCI.5071-11.2012

Wright, K. (2010). Do calculation errors by nurses cause medication errors in clinical practice? A literature review. *Nurse Education Today*, 30(1), 85-97. doi:10.1016/j.nedt.2009.06.009

Zarnhofer, S., Braunstein, V., Ebner, F., Koschutnig, K., Neuper, C., Reishofer, G., & Ischebeck, A. (2012). The Influence of verbalization on the pattern of cortical activation during mental arithmetic. *Behavioral and Brain Functions: BBF*, 8, 13. doi:10.1186/1744-9081-8-13

Autor/es: Rafael Antonio Vargas Vargas. Médico-cirujano e Ingeniero Electrónico. Magister en Fisiología y Doctor en Ciencias Biomédicas. Profesor asistente del Departamento de Ciencias Fisiológicas de la Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá. Contacto: rvargas3200@hotmail.com; rafael.vargas@javeriana.edu.co

DATOS DE CONTACTO:

Nombre: Rafael Antonio Vargas Vargas.

E-mail: rvargas3200@hotmail.com; rafael.vargas@javeriana.edu.co

Dirección postal: Cra 70F No. 78A 85. Bogotá, Colombia.

Teléfono: 57-3177749194

DATOS PARA LA PUBLICACIÓN

Títulos: Médico-cirujano. Universidad Nacional de Colombia. Ingeniero electrónico. Fundación Universidad Central. Magister en fisiología. Universidad Nacional de Colombia. PhD en Ciencias Biomédicas. Universidad Nacional Autónoma de México.

Institución: Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia

Lugar de residencia: Bogotá, Colombia

Publicaciones:

Rafael Antonio Vargas Vargas, 2013. Matemáticas y neurociencias: una aproximación al desarrollo del pensamiento matemático desde una perspectiva biológica. Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática. 36: 37 – 46. ISSN: 1815-0640.

A. Camargo, D. Gutiérrez, S. Gutiérrez, R. Vargas. 2012. Enfermería: simbología, estereotipos e imagen social. “Una visión transgeneracional” de enfermeras y médicos en la Fundación Santa Fe de Bogotá, un homenaje en sus 40 años. Actualizaciones en Enfermería 15(4): 8 – 20. ISSN: 0123-5583.

R. Vargas, I. Þ. Jóhannesdóttir, B. Sigurgeirsson, H. Þorsteinsson and K. Æ. Karlsson. 2011. Zebrafish brain a simple in vivo and in vitro model for studying spontaneous neural activity during development. Advances in physiology education 35(2):188-196. ISSN: 1522-1229.

R. Vargas, A. Camargo. 2011. El sueño un fenómeno biológico inspirador del arte. Actualizaciones en Enfermería 14(4): 34 – 39. ISSN: 0123-5583.

A. Camargo, R. Vargas. 2011. Ritmos circadianos: una realidad compleja implícita en algunas obras literarias. Actualizaciones en Enfermería 14(2): 42 – 47. ISSN: 0123-5583.