

ENSEÑAR MATEMÁTICA A LOS NO MATEMÁTICOS

Propuesta Didáctica para el Aprendizaje Significativo de la Matemática en Bioanálisis basada en la contextualización de los contenidos

María Victoria Moroño; Maideé Rodríguez, Universidad de Carabobo

RESUMEN

*El propósito principal del presente estudio consistió en diseñar una propuesta didáctica dirigida a los docentes de Matemática en carreras vinculadas con el área de Ciencias de la Salud, específicamente Bioanálisis, sustentada en la contextualización como elemento facilitador de aprendizajes significativos. El diseño utilizado correspondió a la modalidad de proyecto factible. El estudio se desarrolló en tres fases las cuales sirvieron para diagnosticar la necesidad de diseñar la propuesta, analizar su factibilidad y finalmente elaborarla. Se aplicó un instrumento a la totalidad de los profesores que dictan la asignatura en las escuelas de Bioanálisis de la Universidad de Carabobo (cinco sujetos) y los resultados indicaron que un porcentaje alto (80%) de los docentes consultados privilegian: la abstracción y el formalismo matemático, los conceptos matemáticos elaborados y los ejercicios de repetición. No incluyen en sus clases elementos contextuales significativos para el estudiante. Se examinaron un total de cinco textos de matemática y un texto de matemática para biocientíficos y se encontró que mayoritariamente no presentan los conceptos, ejemplos y ejercicios vinculados a fenómenos o situaciones relacionadas con la salud. Las implicaciones de estos resultados para la práctica pedagógica de los profesores de Matemática que forman profesionales en áreas no vinculadas directamente con esta asignatura sugieren la necesidad de evolucionar desde modelos didácticos tradicionales a formas innovadoras de enseñanza que incorporen elementos contextuales extraídos de la realidad sociocultural de sus estudiantes que les sirvan a éstos a “aprender significativamente”. **Palabras Clave:** aprendizaje matemático significativo, enseñanza contextualizada, educación matemática, Bioanálisis.*

INTRODUCCION

Tradicionalmente el aprendizaje de la Matemática se vincula con procesos intelectuales altamente complejos y en muchos casos inaccesibles para la mayoría de los estudiantes; más aún cuando se estudia esta asignatura en carreras universitarias o técnicas que forman profesionales en áreas no vinculadas directamente con ella, como es el caso del Bioanálisis. En tales carreras, sus estudiantes

(que no serán matemáticos profesionales) perciben los contenidos matemáticos sin utilidad práctica y sin sentido para su vida cotidiana y futuro desempeño profesional.

Coincidiendo con el planteamiento anterior, algunos autores indican que una de las principales deficiencias del proceso educativo de la Matemática en estas carreras es la falta de claridad por parte del estudiante, en cuanto al papel y relevancia que tiene ésta en su carrera, su valor instrumental y formativo, su baja

articulación con el ciclo profesional y en general la poca o ninguna conexión que le encuentran los estudiantes, con las situaciones y problemas cotidianos (Lecich y Esteibar, 2004; Azcárate citado por Mora, Rivera, Reverand, Beyer, Serrano, Brito y Torres, 2004).

Enmarcado en este contexto, se encuentra el presente estudio que considera el caso particular del bionalista cuya formación profesional implica la necesaria inclusión de asignaturas como la Matemática, cuyas conexiones y/o vinculaciones con la carrera no son claramente explicitables por el docente y menos aún percibidos por el estudiante.

Vale agregar a lo expuesto hasta ahora, que esta situación podría estar vinculada a las formas de enseñar la Matemática no sólo en esta carrera, sino que de manera general en otros escenarios de formación profesional, persiste un modelo de enseñanza que no atiende a la necesidad de vincular esta asignatura con situaciones reales, próximas al estudiante. En este sentido, algunos estudios realizados plantean que existe un predominio de la enseñanza bajo un esquema repetitivo, memorístico y descontextualizado con la realidad sociocultural del estudiante. Tal como lo plantea González (1997), cuando señala que el paradigma tradicional para enseñar Matemática se basa en la transmisión de conocimientos ya elaborados; el cual tiene como deficiencias, que se hace una presentación reduccionista del conocimiento matemático sin tomar en cuenta los aspectos histórico-sociales asociados al contenido y las preconcepciones de los alumnos.

Otros autores comparten el planteamiento anterior en cuanto a las dificultades que acarrea una enseñanza desvinculada con la realidad. Lange (citado por Mora et al., 2004) plantea que un defecto del enfoque actual de la enseñanza de la Matemática es que frecuentemente los contenidos matemáticos no se presentan relacionados con el mundo real, lo que según Alvarado (1989) podría resumirse como la tendencia a descontextualizar los conocimientos y a hacerles perder su valor formativo. Este autor señala que el estudiante se limita a aprender un cúmulo de hechos sin perspectiva, lo cual muchas veces se reduce al estudio de una serie de fórmulas y recetas algorítmicas de carácter procedimental que desestiman la temporalidad y espacialidad de la ciencia; el por qué se estudia un determinado contenido y cuál es su contexto histórico de origen.

Las consideraciones anteriores hizo posible que las autoras reflexionaran acerca de la enseñanza de la Matemática en contextos significativos, sustentada en un enfoque didáctico constructivista que privilegie la significatividad lógica y psicológica de lo que se aprende, y de este modo se formularon las siguientes interrogantes: ¿Es necesaria una metodología de enseñanza de la Matemática basada en elementos contextualizadores? ¿Es posible recrear espacios de discernimiento en los cuales los conceptos sean presentados al alumno contextualizados a su propia realidad, intereses y/o motivaciones intrínsecas?, ¿Qué situaciones o fenómenos biológicos pueden ser matemáticamente adaptados a los contenidos que se dictan en la asignatura?, ¿Cuáles

elementos deben ser considerados para la elaboración de una propuesta que tome en cuenta la contextualización de los contenidos matemáticos en áreas de interés para los estudiantes de Bioanálisis?

La experiencia docente de quienes participaron en esta investigación fue propicia para dar respuesta a las interrogantes anteriores, intentando aportar una solución al desempeño deficitario de los estudiantes de carreras no específicamente matemáticas, como es el caso de Bioanálisis, es por ello que se planteó como propósito general: diseñar una propuesta didáctica dirigida a los docentes de Matemática en carreras vinculadas con el área de Ciencias de la Salud, específicamente Bioanálisis, sustentada en la contextualización como elemento facilitador de aprendizajes significativos.

El desarrollo de la investigación y fundamentalmente la elaboración de la propuesta supuso la necesidad de tomar como referentes teóricos algunas nociones y aportes provenientes de los siguientes enfoques educativos:

- *Teoría del Aprendizaje Significativo*: se considera que el aprendizaje humano puede ser significativo cuando el individuo es capaz de relacionar sustancialmente la nueva información con conocimientos previamente adquiridos, lo aprendido entonces tendrá “sentido” para él, por el contrario puede ser memorístico o repetitivo si el alumno no puede vincular lo nuevo con lo ya existente en su estructura cognoscitiva, en este caso la información nueva será incorporada mecánicamente a ésta de forma arbitraria y mecánica (Ausubel, Novak y Hanesian

,1983; Ausubel y Sullivan, 1983; De Zubiría, 1994). Algunos investigadores del aprendizaje significativo (De Posada y Gadanidis citados por Rioseco y Romero, 1997) plantean que esta forma de aprendizaje podría facilitarse si los contenidos son presentados en conexión con la realidad próxima del estudiante, lo que conlleva la posibilidad de que éste la identifique como propia y sienta deseos de apropiarse de ella.

- *Perspectiva Socio-Cultural y el Paradigma de la Cognición Situada*: se ha tenido en cuenta que aprender Matemática es hacer Matemática. Esto quiere decir que la actividad matemática no puede ser reducida a un conjunto de algoritmos, reglas y fórmulas vacías de significado, por el contrario, aprender Matemática, lleva consigo una necesidad implícita de encontrar significado y aplicación a los conceptos matemáticos, esto le plantea al docente la necesidad de *situar* la información dentro de un significado compartido, por medio de la recreación de situaciones tomadas del contexto sociocultural del estudiante, que incrementen su motivación y disposición al aprendizaje significativo. Del mismo modo al estudiante le corresponde echar mano de la situación, para aprender del contexto sociocultural, más allá del simple conocimiento neutral, sin significado ni interés alguno (Brown, Collins y Duguid, 1989; Díaz-Barriga, 2003).

- *Matemática contextualizada*: la contextualización en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Matemática plantea la vinculación de los objetos matemáticos con situaciones extra matemáticas o tomadas del mundo real

(D'Ambrosio; Gerdes; Mora y Bishop citados en Mora, 1999). Algunos investigadores señalan que la didáctica matemática centrada en la utilización de tales contextos extra matemáticos (matematización, modelación matemática basada en aplicaciones, Matemática realista) despiertan en el estudiante el interés y la motivación hacia su estudio y además contribuyen a desarrollar la competencia matemática (Ruiz, 2001; Lange citado por Mora et al., 2004; Informe Pisa, 2003). En este trabajo la contextualización tiene la finalidad de presentar al estudiante una visión más humana, próxima y utilitaria de la Matemática, en correspondencia con la realidad que los circunda y las necesidades que como estudiantes y ciudadanos tienen de la misma.

METODOLOGÍA

El presente estudio se inscribe en la modalidad de proyecto factible, y el mismo se llevó a cabo por medio de una investigación de campo y una documental.

Sujetos participantes del Estudio

En este estudio se trabajó con dos grupos de sujetos:

-Grupo 1.

Conformado por la población total de cinco profesores que dictaron la asignatura Matemática en las Escuelas de Bioanálisis de la Universidad de Carabobo, Venezuela en los Estados Carabobo y Aragua, en el período 2006, sin incluir a las autoras del presente proyecto.

-Grupo 2.

Población: Conformada por los diecinueve profesores de la Escuela de Bioanálisis sede Carabobo, que dictaron en

el período 2005 o 2006, las siguientes asignaturas: Física, Química Analítica, Fisicoquímica, Análisis Instrumental, Fisiología, Citología y Microbiología General y Bacteriología y Hematología.

Muestra: Se trabajó con una muestra estratificada con afijación simple, en la que los estratos son las distintas asignaturas de la población (del grupo 2), y se seleccionó un profesor de cada una de ellas, con la cual la muestra quedó constituida por 8 profesores, que representan el 42% de la población. En este estudio, la selección del profesor de cada asignatura no se hizo aleatoria, la misma fue intencional, considerando apropiado el que los profesores fuesen los coordinadores de la asignatura respectiva.

Fuentes de carácter documental

Fueron seleccionados seis libros de Matemática: cinco de Cálculo Diferencial e Integral, a nivel general, y uno dirigido a biocientíficos. Respecto a las otras asignaturas consideradas en el estudio, se trabajó con diversas fuentes, entre las que se encuentran: libros, guías de clase elaboradas por profesores de la Escuela, informes de laboratorio de estudiantes y artículos hallados en Internet.

Descripción de los Instrumentos

- Instrumento 1.

Consistió en un cuestionario estructurado, con una parte de 26 ítems de selección simple con cuatro opciones (Siempre, casi siempre, algunas veces, nunca) y una columna de observaciones para cada ítem (para el caso de que el docente quisiera agregar algún comentario y/o sugerencia) y otra parte, con tres ítems de

selección simple con dos opciones y preguntas abiertas. Para su construcción se establecieron las siguientes dimensiones: (1) manera en que se presentan los conceptos matemáticos; (2) ejemplos que el profesor utiliza en clases; (3) ejercicios que el profesor propone a los estudiantes; (4) cierre de los temas de Matemática; (5) intercambio entre pares académicos y (6) posibilidad de incorporación de elementos contextualizadores para ser utilizados en las clases de Matemática.

- *Instrumento 2*

Es una ficha de registro que se utilizó para guiar la revisión de textos de Matemática. Allí se incluyeron datos como: (a) forma como se presentan diferentes conceptos o temas matemáticos correspondientes al programa de Matemática de la Escuela de Bioanálisis (Sede Valencia), y (b) los fenómenos, situaciones y ejercicios de áreas relacionadas con Bioanálisis.

- *Instrumento 3*

El instrumento 3, es una ficha que se utilizó para registrar las situaciones o fenómenos biológicos presentes en libros de otras áreas del conocimiento relacionadas con Bioanálisis, que pudieran ser adaptados a los contenidos que se dictan en la asignatura Matemática en la Escuela de Bioanálisis (Sede Valencia)

Validez y confiabilidad

En el cuestionario elaborado (Instrumento 1), se estableció su validez de contenido en forma externa, por medio del juicio de tres expertos. Los instrumentos 2 y 3 también fueron presentados a los expertos que evaluaron el instrumento 1, a fin de que los revisaran y corrigieran. La confiabilidad

del instrumento 1 se midió por test-retest, obteniéndose un coeficiente de 0.95.

Procedimiento Metodológico

Fase I. Diagnóstico de la necesidad

Para el diagnóstico se consideraron los elementos teóricos que apoyan la contextualización y además se llevaron a cabo las siguientes actividades:

1) Aplicación de un cuestionario (Instrumento 1) a los profesores que dictaron la asignatura Matemática en las escuelas de Bioanálisis de la Universidad de Carabobo, Venezuela en los estados Carabobo y Aragua, en el período 2006 (grupo 1).

2) Revisión de textos de Matemática de nivel y contenido similar al que tiene la asignatura Matemática en la carrera de Bioanálisis en la Universidad de Carabobo, para conocer de qué manera son presentados los contenidos matemáticos y si en ellos se plantea la aplicabilidad de los conceptos matemáticos en áreas vinculadas con el Bioanálisis.

Fase II. Análisis de la factibilidad

Las autoras de este trabajo consideran en principio, imprescindible, dado el alto índice de fracaso que experimentan los estudiantes en el aprendizaje de la Matemática, así como también por la tendencia que exhiben mayoritariamente los profesores de esta asignatura, de presentarla desvinculada de la realidad del estudiante (Lecich y Esteibar, 2004; Azcárate citado por Mora, et al., 2004; González, 1997; De Lange citado por Mora et al., 2004) que se produzca un replanteamiento de las formas tradicionales de enseñanza hacia otras más efectivas. Por ello se planteó una propuesta didáctica, que según el análisis realizado de los recursos humanos y materiales

necesarios para diseñarla, es factible de elaborar.

Fase III. Elaboración de la propuesta.

Se elaboró la propuesta la cual incluyó: fundamentación, justificación, objetivos, estrategia propuesta, ejemplificación y un banco de situaciones. Para elaborar el banco de situaciones se realizaron las siguientes actividades: revisión minuciosa de cinco ejemplares de textos de Cálculo, uno de Matemática dirigido a biocientíficos, y textos de las asignaturas: Física, Fisicoquímica, Análisis Instrumental, Fisiología, Microbiología General y Bacteriología y Hematología, a fin de ubicar en ellos relaciones entre los contenidos de Matemática y áreas de la salud o biológicas.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Resultados de la Aplicación del Instrumento 1 a los profesores de Matemática de la Escuela de Bioanálisis, sedes Carabobo y Aragua

Dicho instrumento se aplicó a fin de identificar algunos rasgos caracterizadores de la práctica docente de los profesores de Matemática que imparten clases en las escuelas de Bioanálisis de la Universidad de Carabobo (Sedes Valencia y Aragua). A continuación se presentan los resultados y discusiones asociados a las dimensiones de esta variable.

Según la opinión de los profesores de Matemática consultados, cuando ellos

presentan los conceptos matemáticos hacen una introducción (100%), dentro de la cual sólo en escasas ocasiones incluyen elementos de aplicación en el área de la salud y en otras áreas distintas de ésta. Otro aspecto que un porcentaje importante (80%) de los consultados señaló es que se le presenta el concepto matemático ya elaborado al estudiante, haciendo uso principalmente de términos exclusivamente matemáticos, y en muy pocas ocasiones se parte de situaciones del área de la salud o de la Biología.

Con respecto a los ejemplos que el profesor utiliza en clases y a los ejercicios y problemas que proponen en clase o asignan para que sean trabajados fuera del aula, la mayoría de los docentes consultados (80%) respondieron que siempre presentan ejemplos para ilustrar los conceptos matemáticos, y no siempre se resuelven ejercicios y/o problemas en clase, sin embargo tanto para los ejemplos como para los ejercicios y/o problemas, el total de los profesores coincidieron en que sólo algunas veces involucran situaciones o fenómenos biológicos o de salud, notándose que algunos profesores utilizan más ejemplos de otras áreas de conocimiento no relacionadas con Bioanálisis como economía, ingeniería, etc.

Se observa además que el 40% de los consultados reconoció que pocas veces propone ejercicios y/o problemas para que los estudiantes resuelvan fuera de clases, y también en muy raras ocasiones o nunca tales ejercicios y/o problemas están relacionados con áreas de conocimiento afines a la carrera de Bioanálisis como Biología, Física, Química, Fisiología entre otras.

Relacionado al cierre de los temas en las clases de Matemática, los docentes consultados opinaron mayoritariamente (60%) que siempre hacen un cierre del tema tratado en la clase, sin embargo muy raramente o nunca llevan a cabo esta actividad utilizando elementos de aplicación en el área de la salud. Por el contrario se observa una marcada tendencia (80% de los consultados) a cerrar los temas de la clase, con elementos predominantemente matemáticos.

Otras preguntas que se hicieron a los docentes pretendían complementar la información dada por ellos con los otros ítems, en relación a la búsqueda y al uso de situaciones biológicas o de salud en las clases de Matemática. En éstas se evidencia por una parte que el 60% de los consultados sólo en algunas oportunidades considera la realidad sociocultural del estudiante, tanto para la planificación de las actividades de enseñanza y aprendizaje como para su utilización en la construcción de situaciones de aprendizaje. Es importante destacar que un porcentaje alto (80%) de los consultados señalan que sólo en escasas ocasiones encuentran en los libros de texto u otros medios instruccionales, situaciones o fenómenos vinculados con el área de la salud, que pudieran ser utilizados por ellos en sus clases.

Otros aspectos relacionados con la propuesta fueron consultados a los profesores, quienes opinaron en su totalidad que era necesario avanzar siguiendo una

orientación constructivista y significativa del aprendizaje, que le aporte al estudiante la posibilidad de establecer relaciones entre la Matemática y el área de conocimiento de su futuro desarrollo profesional y así mismo consideran que las estrategias didácticas que privilegian la vinculación de los contenidos matemáticos y la realidad de los estudiantes, contribuyen a despertar su interés y motivación por el estudio de la Matemática. De igual manera manifestaron su disposición a implementar estrategias didácticas que utilicen la contextualización de los contenidos matemáticos, sin embargo plantearon la necesidad de recibir previamente algún entrenamiento u orientación de naturaleza didáctica para la ejecución de la propuesta. También sugieren llevar a cabo estudios comparativos (cualitativos y cuantitativos) que permitan evaluar la efectividad de tales estrategias.

Resultados de la Revisión de textos de Cálculo

Se revisaron cinco libros de Cálculo Diferencial e Integral, y de ellos se seleccionaron 210 secciones correspondientes al contenido que se dicta en la asignatura Matemática en la Escuela de Bioanálisis. En la tabla 1 se presenta el porcentaje de las secciones consultadas que en cada libro presentan ejemplos y ejercicios en el área de la salud o Biología, notándose que el porcentaje de secciones con estas características es inferior a 22 % en los libros revisados

Tabla 1. Secciones de los libros de Matemática que presentan ejemplos y ejercicios en las áreas de la salud y/o Biología.

Libro	Secciones del libro Consultadas	Número de secciones con ejemplos en el área de la salud o biológica	Porcentaje	Número de secciones con ejercicios en el área de la salud o biológica	Porcentaje
1	33	2	6.06 %	5	15.15 %
2	45	8	17,78 %	9	20 %
3	25	0	0 %	0	0 %
4	37	7	18.92 %	8	21.62 %
5	70	0	0 %	0	0 %

Fuente: datos de la presente investigación

En la revisión de los libros se encontró que en apenas 8 de 210 (3.81%) secciones consultadas, se hace referencia a la relación de los temas con áreas vinculadas a la salud o a la Biología.

También se analizó la manera en que en cada texto consultado se presentan los contenidos a los lectores, y se encontró que en la mayoría de las secciones consultadas (75,71%) se presenta el contenido en forma abstracta, esto es en lenguaje matemático o como una descripción verbal sin que se presenten ejemplos, un 18.10% presenta el contenido a partir de un ejemplo matemático, el cual en algunos casos es una función o gráfica sin que se mencione su significado y en otros casos tiene un significado tal cómo área o volumen pero en un problema matemático, y en un porcentaje inferior, 6.19% (13 de 210 secciones consultadas) se utiliza una situación con sentido para introducir el concepto

matemático correspondiente, de estas secciones sólo dos (2) tienen relación con la salud o la Biología, que constituyen un 0,95 % del total.

Discusión de los resultados

De los resultados obtenidos con la aplicación del instrumento 1, se aprecia que la mayoría de los docentes consultados enseñan la Matemática desvinculada de la realidad socio-cultural del estudiante. Esto quiere decir que prácticamente no se incorporan elementos contextualizadores en los contenidos matemáticos, por el contrario se enseña la asignatura privilegiando el rigor formal y la abstracción. Sin embargo se encuentra que tales docentes valoran positivamente el aprendizaje significativo y contextual de la Matemática, mostrando una tendencia favorable a incorporar estrategias metodológicas innovadoras que respondan positivamente a sus expectativas.

De los resultados obtenidos en la revisión de los textos, se encuentra que en tales libros no se enfatiza sobre la importancia que tienen los temas matemáticos en áreas que puedan resultar de interés para los lectores. Este sesgo se presenta de forma más acentuada en las relacionadas con Bioanálisis. Además, se aprecia que la modalidad más utilizada de presentar los nuevos contenidos es a partir de otros conocimientos matemáticos, y en muy escasas ocasiones se encontró que se partiera de una situación relacionada con algún aspecto de la vida.

Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de crear una propuesta orientada a los docentes de Matemática, basada en la contextualización de los contenidos de esta asignatura en áreas relacionadas al Bioanálisis, y también de brindarles un conjunto de situaciones, ejercicios y/ o problemas que les faciliten la aplicación de la misma. Tal propuesta constituye la producción central de este proyecto factible. A continuación se presenta un resumen de la propuesta.

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA MATEMÁTICA EN BIOANÁLISIS BASADA EN LA CONTEXTUALIZACIÓN DE SUS CONTENIDOS

Objetivo General

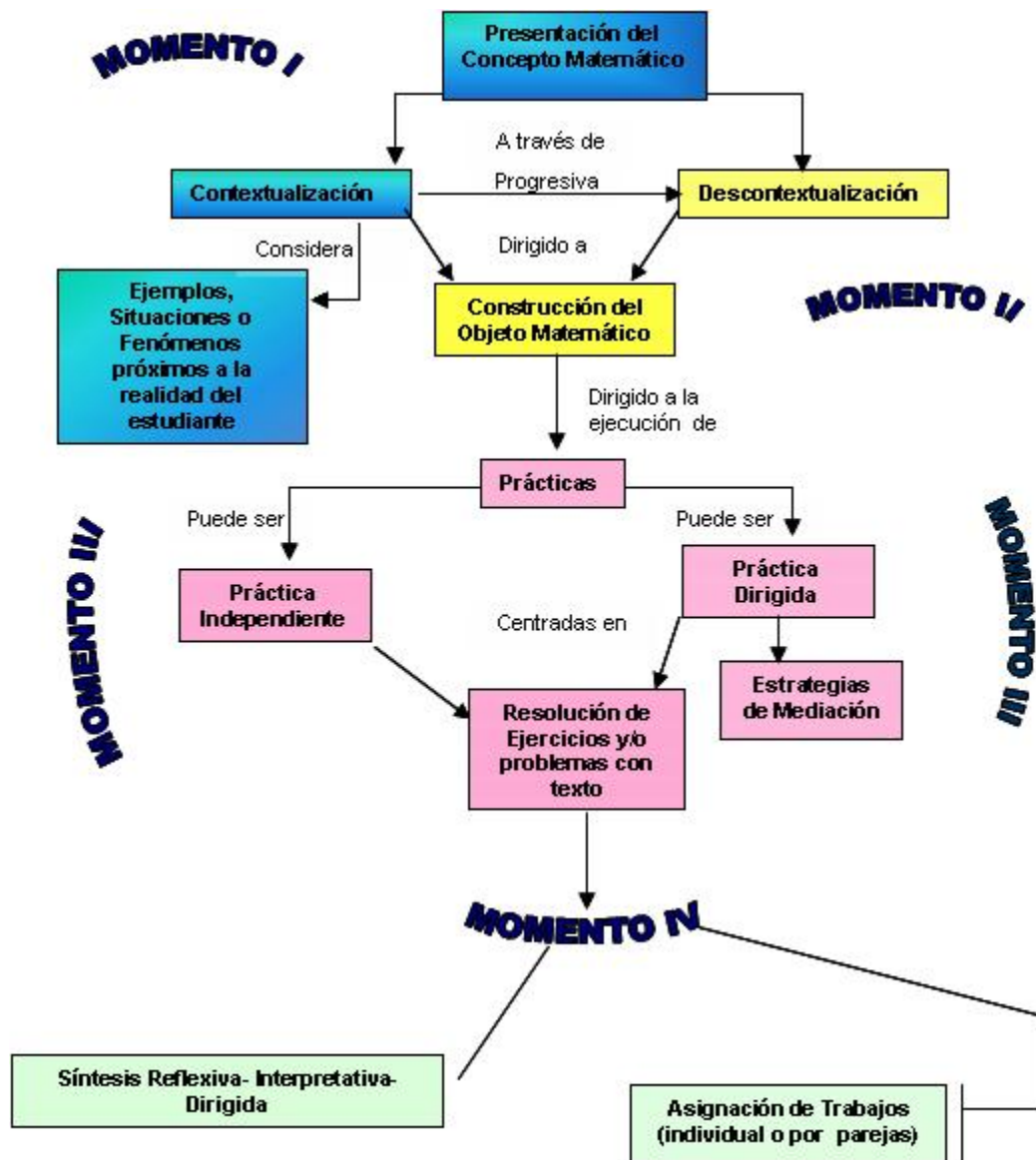
Esta propuesta pretende proporcionar a los docentes que dictan la asignatura Matemática en contextos de formación vinculados con el área de Ciencias de la Salud, una estrategia metodológica sustentada en referentes teóricos provenientes del Aprendizaje Significativo y las perspectivas socioculturales del aprendizaje, que considere con énfasis especial la presentación de contenidos matemáticos contextualizados, considerando

para ello los ámbitos de interés de los estudiantes.

Estrategia Metodológica

Organización de las actividades de clase:

La estrategia se organizará siguiendo un esquema de cuatro momentos y la implementación por parte del docente dependerá de los objetivos de la clase.



- **Primer Momento o Introducción:** se presentarán los conceptos a partir de una situación y/o fenómeno biológico, físico, físico-químico o bioquímico, ligados a la naturaleza, al comportamiento del cuerpo humano o relacionado con tareas propias del quehacer diario de los estudiantes. En este caso se sugiere utilizar *problemas de contexto evocado introductorios* (según la clasificación que hace Font, 2006) ya que

éstos se diseñan especialmente para que queden dentro de la zona de desarrollo próximo y sirvan de ese modo a que el estudiante sea capaz de construir adecuadamente el concepto matemático nuevo que corresponde con el objetivo de la clase

- **Segundo Momento o Formalización:** el docente progresivamente descontextualizará

el objeto matemático, introduciendo símbolos, signos, gráficas, ecuaciones algebraicas, algoritmos y fórmulas, que tanto representan formalmente a tal objeto, así como también hacen posible operar matemáticamente en abstracto diferentes situaciones que no implican necesariamente una vinculación directa y ostensible con la realidad.

- **Tercer Momento o Práctica:** se propondrán a los estudiantes situaciones problemáticas dentro de un contexto de argumentaciones y contrastes en las alternativas de solución. Las situaciones problemáticas propuestas serán del tipo evocado de aplicación o de consolidación (Font, 2006) para que el estudiante aprecie la utilización del concepto en contextos cercanos a su realidad o para consolidar éstos. La dinámica de la clase se desarrollará de la siguiente manera: se presenta el problema, se le asigna un tiempo para la resolución. Tales prácticas se harán según las siguientes modalidades: según el número de resolutores: (a) práctica individual, (b) práctica en pareja; (c) práctica en grupo total. Según la intervención del docente: (a) independiente (no concurrentemente mediada); (b) dirigida (concurrentemente mediada).

- **Cuarto Momento o Cierre:** será mediado por el profesor, se iniciará después de concluidas las prácticas, procurando crear un escenario dentro del cual, se abra un espacio para el intercambio de experiencias en los procesos resolutorios seguidos por los participantes, construcción (a cargo del docente-experto) de un discurso de carácter interpretativo y sintético que considere los aportes, opiniones, ideas, observaciones que

emiten los estudiantes, enriquecido por el criterio experto del docente. Se asignarán trabajos (individual o por parejas) que contemple: resolución de problemas, indagación de conceptos, situaciones o fenómenos biológicos y/o relacionados con la salud, posibles conexiones con la Matemática y reflexiones personales acerca de lo estudiado y/o vivenciado durante la sesión de práctica.

El banco de situaciones de la propuesta presentada a los docentes dispone de una tabla que contiene la fuente bibliográfica de la que fue obtenida la situación o fenómeno biológico, descripción de éstos, concepto matemático vinculado, problemas relacionados y en algunos casos se incluye la ejemplificación didáctica. A continuación se presenta una de las situaciones/modelo que se incluyen en la propuesta.

Ejemplo 2. Crecimiento de una población de bacterias y Ecuaciones Diferenciales

1. Información del fenómeno biológico

Situación 7

Tomada de:

Prescott y otros (2004). Microbiología. McGraw-Hill. Madrid. (5ª ed).

Phillips, H. (1967). Ecuaciones Diferenciales.

Leithold, L. (1978). El Cálculo con Geometría Analítica

Situación o concepto: Microorganismos (Crecimiento exponencial simple)

Matemática: Función exponencial

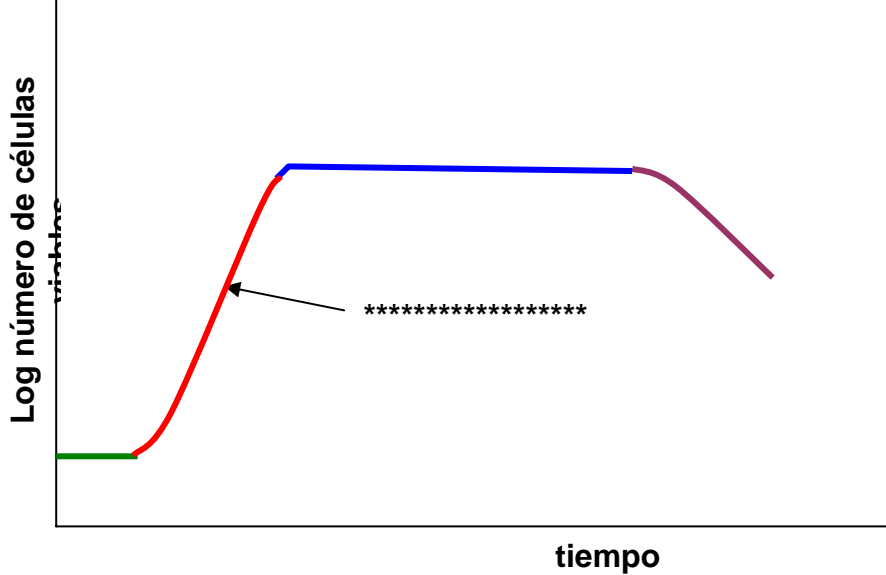
Algunos conceptos, fórmulas y procedimientos relacionados con la situación

Prescott y otros (2003). Microbiología

Crecimiento microbiano p.115

- Cuando se cultivan microorganismos en un medio líquido cerrado (no se incorporan más medio), las concentraciones de nutrientes disminuyen y los residuos aumentan.
- El crecimiento de los microorganismos que se multiplican por fisión binaria puede representarse en una curva del log del número de bacteria con el tiempo, la cual presenta cuatro fases: de latencia, de crecimiento exponencial (logarítmico), estacionaria y de muerte.
 - Fase de latencia: al introducir microorganismos en un medio de cultivo normalmente no se produce un aumento inmediato del número de células o masa (en este período las células están sintetizando nuevos componentes pero no hay división celular). La duración de esta fase es variable en función del microorganismo y el medio, y la misma no se produce o se acorta cuando se transfiere un cultivo en fase exponencial).
 - Fase exponencial o logarítmica: los microorganismos crecen y se dividen hasta el máximo posible, la velocidad de crecimiento es constante durante la fase exponencial (los microorganismos se dividen y duplican en número a intervalos regulares)
 - Fase estacionaria: la limitación de nutrientes y la acumulación de residuos tóxicos provoca la fase estacionaria, en que se mantiene constante el número de microorganismos viables (puede ser por equilibrio entre división y muerte o por que la población deje de dividirse aunque siga activa metabólicamente). Las bacterias llegan normalmente a esta fase cuando tienen aproximadamente 10^9 cel/ml.
 - Fase de muerte: luego de la fase estacionaria ocurre la fase de muerte en la cual disminuyen las células viables, de forma logarítmica (muere una cantidad constante de células en cada unidad de tiempo).

Curva del crecimiento microbiano de un sistema cerrado (fig 6.1, p.115)



En la fase exponencial

No= número inicial de la población

Nt= número final de células en un tiempo t

n= número de generaciones en un tiempo t

k= constante de velocidad media del crecimiento (número de generaciones por unidad de tiempo)

g= tiempo medio de generación o duplicación.

$$N_t = N_0 \cdot 2^n \quad \text{aplicando logaritmo} \quad n = \frac{\log N_t - \log N_0}{0.301}, \quad k = \frac{n}{t} \quad (n = k \cdot t), \quad g = \frac{1}{k}$$

Tiempos de generación para microorganismos seleccionados (Tabla 6.2. Pág.118)

Microorganismo	Temperatura °C	Tiempo de generación (h)	Microorganismo	Temperatura °C	Tiempo de generación (h)
Bacterias			Algas		
Beneckea natriegens	37	0.16	Chlorella pyrenoidosa	25	7.75
Escherichia coli	40	0.35	Scenedesmus quadricauda	25	5.9
Bacillus subtilis	40	0.43	Asterionella formosa	20	9.6
Clostridium botulinum	37	0.58	Skeletonema costatum	18	13.1
Mycobacterium tuberculosis	37	12	Ceratium tripos	20	82.8

Continúa

Tiempos de generación para microorganismos seleccionados (Tabla 6.2. Pág.118) (continuación)

Microorganismo	Temperatura °C	Tiempo de generación (h)	Microorganismo	Temperatura °C	Tiempo de generación (h)
Anacystis nidulans	41	2	Euglena gracilis	25	10.9
Nabaena cilíndrica	25	10.6	Protozoos		
Rhodospirillum rubrum	25	4.6-5.3	Acanthamoeba castellanii	30	11-12
Hongos			Paramecium caudatum	26	10.4
Sacchoromyces ceravisae	30	2	Tetrahymena geleii	24	2.2-4.2
Monilinia fructicola	25	30	Leishmania donovani	26	10-12
			Giardia lamblia	37	18

$Nt = N_0 \cdot 2^{k \cdot t}$ en la fase exponencial

Si asumimos que las bacterias llegan normalmente a la fase estacionaria cuando tienen aproximadamente 10^9 cel/ml. entonces habría que calcular el tiempo en la fase exponencial para así tener el dominio de t para esa fase. Faltaría averiguar cuanto puede durar la fase de latencia, para tener el dominio completamente restringido desde el inicio de la siembra del cultivo.

Por ejemplo en el caso de la bacteria bacillus subtilis en la tabla 6.2. p. 118, dice que a los 40°C , $g = 0.43$, por lo tanto $k = 1/0.43 = 2,33$.

Ahora si asumimos que $N_0 = 10^2$ y que el medio de cultivo tiene 4 ml, entonces la fase exponencial terminará cuando hayan $4 \cdot 10^9$ cel y esto ocurrirá en un tiempo t_e

$Nt = N_0 \cdot 2^{k \cdot t}$ entonces $4 \cdot 10^9 = 10^2 \times 2^{2,33t}$ al despejar t , $t_e = 10,84$ h. Esto es importante para el cálculo de límites, ya que a partir de este tiempo la fórmula varía porque la variación de la población entra en otra fase (es una función por trozos)

CONCLUSIONES

A la luz de los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- Sin pretender generalizar respecto a la población de los profesores de Matemática que enseñan esta asignatura en carreras universitarias vinculadas al área de la salud como el caso particular estudiado (Bioanálisis) y lo que acontece en sus aulas, este trabajo permitió conocer algunas tendencias y características de su práctica

didáctica cotidiana. En cuanto a los elementos de naturaleza contextual utilizados en sus clases, ellos mismos opinaron que son escasos lo que dificulta que el estudiante pueda sino aplicarla, al menos sentir interés y motivación por su estudio.

La metodología que según los propios docentes, es utilizada por ellos en las clases de Matemática, refleja un predominio de las formas tradicionales de enseñar Matemática.

El privilegio asignado por los docentes consultados al formalismo y a la abstracción matemática, en desmedro tanto de sus aplicaciones en otros campos del conocimiento como a sus vinculaciones con situaciones próximas a la realidad de los estudiantes, podría responder a varias razones, por una parte se evidenció que existe un bajo volumen de publicaciones disponibles (textos, materiales instruccionales, etc.) dirigidas concretamente a la enseñanza de la Matemática en Bioanálisis y también se encontró que los docentes no conocen el contexto científico interdisciplinario de esta asignatura, es decir no conocen en tales programas de estudio, dónde el estudiante va a utilizar los contenidos matemáticos, cómo los va a utilizar, qué contenidos son para aplicarse y qué contenidos tienen que estar ahí para darle la estructura lógica al conocimiento de tal programa de estudio. Sin embargo resulta interesante y por demás prometedor la disposición favorable de los docentes consultados a incorporar en sus clases estrategias metodológicas innovadoras como las que se proponen en este trabajo.

- El examen minucioso y pormenorizado de los textos consultados sirvió, como se pretendía, para poner en evidencia las limitaciones que confrontan los docentes de Matemática que forman profesionales de áreas no afines con esta asignatura, en cuanto al bajo volumen detectado de ejercicios y problemas vinculados (en este caso concreto) con el área de la salud. Asimismo se encuentra que en tales textos, se presentan los conceptos matemáticos desvinculados de la realidad, es

decir se privilegia la abstracción y el formalismo matemático.

En atención a lo planteado anteriormente se espera llevar prontamente esta propuesta a su implementación didáctica en las aulas de Matemática en Bioanálisis para su respectiva evaluación y revisión a fin de proseguir el arduo camino de conseguir que la actividad matemática escolar sea decididamente significativa y en contexto vinculado a la realidad del estudiante.

REFERENCIAS

- Alvarado, M. (1989). Propuesta Didáctica para la Formación Docente en una Disciplina. *Perfiles Educativos*, 43-44, 62-67.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México. Trillas.
- Ausubel, D. y Sullivan, E. (1983). *El desarrollo infantil*. Buenos Aires, Ed. Paidós. 1era. Edición en castellano.
- Brown, J., Collins, A. y Duguid, P. (1989). Situated cognition ant the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- De Zubiría, J. (1994). *Tratado de pedagogía conceptual. Los Modelos Pedagógicos*. Famdi. Bogotá, Colombia.
- Díaz-Barriga F (2003). *Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo*. Revista Electrónica de Investigación Educativa. Conferencia presentada en el Tercer Congreso Internacional de Educación. 5(2). 105-117.