

The background is a dark teal collage of mathematical content. It includes various formulas such as  $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2+a^2}} = \ln|x + \sqrt{x^2+a^2}| + C$ ,  $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2-a^2}} = \ln|x - \sqrt{x^2-a^2}| + C$ , and  $\int \frac{dx}{x} = \ln|x| + C$ . There are also geometric diagrams, including a 3D pyramid with vertices labeled  $A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, F_1$  and a 2D coordinate system with points  $(x_1, y_1)$  and  $(x_2, y_2)$ .

# La modelación matemática: una visión interesada de la realidad

The background continues the mathematical theme with more formulas like  $\int (x^2 \pm a^2)^{n/2} dx = \frac{(2n-1)a^{1-n}}{8} \sqrt{x^2 \pm a^2} + \frac{(2n-3)}{8} \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 \pm a^2}}$  and  $\int \frac{dx}{\sqrt{4x^2+h^2}} = \frac{1}{h} \ln|x + \sqrt{x^2 + \frac{h^2}{4}}| + C$ . It also features a 3D diagram of a cylinder with radius  $r$  and height  $h$ , and a 2D diagram of a circle with radius  $r$  and angle  $\theta$ .

**Arnaldo Mendible Sánchez**

# La modelación matemática: una visión interesada de la realidad

## Introducción

Los retos que enfrentan los ciudadanos comunes en la sociedad moderna son cada vez mayores, y las herramientas de comunicación son cada vez más tecnificadas. Los recursos para imaginar, crear o recrear la realidad son cada vez más eficientes. Sin embargo, existen evidencias de mayor incomunicación entre las personas, hay insatisfacción en la manera de vivir o en la manera de producir, además hay una actitud acomodaticia que riñe con los recursos y la información que cada ciudadano posee. Hay actualmente la posibilidad de compartir con otras personas a través de las redes sociales. Se comparten ideas generales, imágenes familiares, ideas políticas y sociales, etc.; pero con la plataforma tecnológica, mediante la cual se logra esto, pareciera que no hubiera intención de educar, no posee fin. Es decir, su carácter teleológico está encerrado en sí mismo, sólo en lo comunicacional. Se presenta de esta forma un problema educacional.

Ante estos dilemas, urge a la academia y las instituciones de formación profesional, percibir ese problema, sus consecuencias y sus implicaciones como graves. En especial, los docentes comprometidos podrían actuar para contribuir a resolver los problemas que están planteados.

Por tanto, en una visión pedagógica asertiva, la realidad debería ser manejada como oportunidad para aprender, y por otro lado el educador debería desear que esa realidad fuese superada y transformada para aumentar la calidad de vida de las personas. Las universidades tomarían para sí esa responsabilidad y se anunciarían alternativas como las que en este artículo se presentan.

Adicionalmente, en cualquier nivel la educación matemática posee características propias. El pensamiento de los estudiantes y el desarrollo de competencias en matemática se han convertido en un asunto de estado y de seguridad nacional. Pero como es sabido, la tecnología y la ciencia crecen al mismo ritmo de la investigación en matemáticas.

Entonces, la educación debe garantizar un desarrollo continuo y sostenido de los niveles de comprensión en matemáticas para que se manifieste en consecuencia un aumento de la productividad académica, científica y tecnológica de cada nación. Además, se debe erigir una plataforma educativa sólida, con

una educación matemática que actúe sobre las mayorías ampliando la cultura, consolidando habilidades especiales para tratar lo cotidiano y transformar el medio ambiente y social del país.

En los problemas que de esto están planteados, algunos fundamentos y conceptos intervienen de manera estructural. Así surge la consideración de lo cognitivo, lo ético, lo social, lo económico, lo artístico, lo que propicia estos espacios de actuación, lo conceptual, los procedimientos que se requieren para concretarlos y los criterios que los hacen admisibles y apropiados. Al integrarlo todo se diseña un contexto, el cual es personal y con propósito hacia el problema y su solución. De esto se toma el sustrato que interviene como fuente didáctica para ubicar al estudiante en la situación, y así mismo mostrarle los recursos que le permitirían atender la problemática.

## **El Contexto**

Toda situación problemática se manifiesta en el mundo real y se recurre al mundo matemático para que de manera relativa se plantee alternativas de solución con el uso de la matemática (Niss, Blum y Galbraith, 2007). En este proceso consultivo entre estos mundos, aparecen el ambiente y los recursos tangibles o intangibles que colocan esa situación en contexto. A este proceso y su acción sobre las personas y sobre la naturaleza, se le identifica como la realidad asociada a esa situación.

Pero el sustrato de la realidad está en la realidad misma, y el educador debe diseñar ambientes académicos apropiados para el aprendizaje, utilizando para eso lo que de la realidad se pueda tomar. Tradicionalmente se planifica y se administran recursos didácticos para tal fin. Asimismo, al planificar se hace consideración de los tiempos, de los materiales, las actividades y la manera en que estratégicamente se dictan los contenidos, para que al final se evalúen los aprendizajes. Pero este esquema es unidireccional en buena medida. Con este proceso se logra transmitir información, que dependiendo de la madurez intelectual de cada estudiante, ella es procesada y comprendida, para que al final se evalúe el desempeño académico. Sin embargo, la realidad actúa categóricamente en el proceso de aprendizaje, ya que es a través de procesos multidimensionales, y experienciales como se lo asume y dinamiza.

Por lo mismo, en el caso de la educación matemática, tradicionalmente la

realidad se enuncia en los problemas, y aparecen acentuadas experiencias que se fundan en la idea de la formación de herramientas computacionales y de cálculo con modelos ya creados y normalizados. Para Vigostky (1995), “La ejecución del acto automático no plantea ningún problema y, por tanto, no procesa de conciencia” (p. 106) con lo que por esa vía, la mecanización en los procedimientos matemáticos aprendidos quedan sólo para expresar algunas habilidades parciales de cálculo algebraico, pero no interviene en la formación consciente de habilidades y destrezas en el estudiante.

Lo descrito puede ayudar al estudiante a reconocer las relaciones iniciales y superficiales con el planteamiento de un problema, pero para Vigostky (Op. Cit.), por medio de esta vía, se da el “pensamiento instrumental”, el cual se manifiesta en el desarrollo menos complejo del lenguaje. Pero, se reconoce que el lenguaje es el catalizador de esta operación, mientras la realidad se muestra ante el estudiante por medio de la necesidad de enfrentar el problema. Luego se opera en la persona, por medio del desarrollo del lenguaje y de manera no automática, mecanismos mentales que le hacen superar la visión inicial del problema, instrumentando soluciones.

Dentro de esta línea de pensamiento, Contreras (2013) manifiesta los propósitos que orientan este proceso, y corrobora algunos propósitos de la nueva visión de la educación matemática.

Aunque el objetivo directo de un curso de matemáticas son los conocimientos enunciados como lemas, proposiciones y teoremas, objetivo indirecto es el desarrollo del pensamiento que ayuda a:

1. Comprender lo que nos rodea.
2. Realizar instrucciones sabiendo para qué son.
3. Aumentar los conocimientos descubriendo relaciones al plantearse nuevas preguntas.
4. Decidir más libremente.
5. Innovar. (p. 117)

En relación a la formación de profesionales, los problemas reales que surgen al ejercer cualquier profesión están fuera del alcance de la matemática formal y mecanicista. En el ámbito educativo, esas situaciones problemáticas poseen una sustancia significativa que les son propias, sobre todo al tratar los problemas en contexto real (intra y extra cátedra), ellas dependen de cada persona y del desarrollo de habilidades del futuro profesional universitario. En ese sentido, para

cualificar y categorizar estos desarrollos, se hace indispensable que se diferencie lo real de lo abstracto, es decir, se debe resaltar qué es lo real o sustancial de lo formal y simbólico. Para Reid, Knipping y Crosby (2011), las matemáticas en el aula son contextos para el aprendizaje, los argumentos en ella están basados en la lógica en transición de la lógica diaria, que desde el estudiante se da en clases hacia la lógica matemática aceptada por el docente. Entendiendo eso, el contexto es el resultado de la interacción lógica y compleja descrita como realidad-matemática-estudiante-docente (Morin, 1990).

De todo esto nace la noción de “contexto”. Al contexto se le define entonces, como todo aquello que está relacionado con una situación problemática en el mundo real, que permita suministrar información para resolverla, sugiriendo reconocimiento de los elementos constitutivos de la situación misma, y la previsión de las consecuencias que se obtendrían una vez adoptada alguna propuesta, tomada alguna estrategia, o aplicado algún método para resolver lo planteado.

Interpretando lo anterior, y de manera complementaria, es necesario construir una teoría educativa que soporte la realidad, la matemática y las competencias personales y sociales como factor de cambio. Con esta teoría se debería promover un currículo y una didáctica que les sean compatibles y coherentes con la vida (individual y social) del estudiante. Así se acepta la modelación como teoría.

Adicionalmente, el contexto didáctico se extiende a un contexto curricular cuando se conjugan los propósitos (proposiciones), los conceptos (la teoría) y los procedimientos (las actividades), y se asumen como una innovación curricular. El factor que coloca, en un mismo propósito a estudiantes y docentes, en ese contexto curricular, es el diseño de algún dispositivo o constructo similar al que se realiza en el ejercicio profesional. Siendo esta contextualización una “... aplicación, ejecución y evaluación de un resultado o producción creativa que mejore o cambie de manera orientada e intencional los resultados, procesos o productos de algún hecho humano” (Hernández, 2013, p. 12).

## **Modelación**

De otra forma, también interviene la modelación. Ella se comprende como el método para estudiar el hecho educativo, además como herramienta didáctica. Se la entiende, además, como un proceso que se activa ante un problema o una

realidad, y se representa de alguna forma el comportamiento de los elementos que en dicha realidad se manifiestan. En ocasiones se le llama modelización, y se desarrolla en ambientes donde se conocen los elementos que componen lo que se desea representar (Biembengut y Hein, 2001). Del proceso mismo se obtiene un modelo como producto, el cual puede ser icónico, matemático (algebraico, geométrico, etc.), gráfico, pictórico, físico, sistémico, literario, etc.

De manera consecuente con lo planteado, lo que formularon Niss, Blum y Galbraith (2007) define al mundo real, como el mundo, que se considera al plantear una situación, fuera de las matemáticas, y conceptualiza además al mundo extra-matemático como una manera de indicar qué parte de ese “mundo real” es relevante a un asunto o problema particular y, en consecuencia, se supera la visión de aplicación para convertirla en una nueva construcción empírica y cognitiva. El tránsito entre esos mundos es cíclico y se le llama ciclo de modelación. Pero este ciclo no es ordenado de modo alguno, él se recorre de diversas maneras cuando se está resolviendo un problema o cuando se diseña o construye algo.

Este proceso de modelación se caracteriza porque es aproximado, predictivo, envolvente, interactivo, sistémico y de simulación, entre otras características. Esto se explica porque, el proceso se muestra amigable y con una lógica centrada en procesos de comunicación, con acercamiento a la realidad próxima, y por la interacción física de los estudiantes-docente-contexto.

### **Aproximado (no exhaustivo)**

El modelo que se obtiene en este proceso describe una parte de la realidad, al menos a juicio de quien lo diseña, se trata siempre de que en él aparezcan todos sus elementos y sus partes actuando todos como lo harían en situación real. Sin embargo, por la complejidad de lo que se desea modelar o la sencillez de las interacciones descritas en el modelo, o por las dimensiones del modelo, este no siempre se comporta como en la realidad. Lo que indica que debe considerarse algún factor no contemplado antes, que debe ser interpretado en contexto y en conocimiento de su inexactitud, etc. O también debe ser reacondicionado de manera sustancial, mostrando así algún hecho que no había sido considerado como cierto o falso en sus elementos. Utilizando una analogía en términos algebraicos, se puede afirmar que hay un isomorfismo entre la realidad (o una parte de ella) y el modelo.

### **Predictivo (por atributos)**

El proceso genera resultados y respuestas no aleatorios, el modelo es entonces un mecanismo que permite describir eventos y propiedades inherentes a la naturaleza de los elementos emulados. En consecuencia, las manifestaciones del modelo, cuando este funciona, predice resultados a través de los atributos que de él se conocen. Una forma de conocer los elementos del modelo y de evaluar su funcionamiento es la del reconocimiento, ensamblaje y evaluación teórica de los atributos de los elementos reales que se desean emular.

### **Envolvente (holístico)**

No sólo se representa algún aspecto de la realidad que se desea mostrar a través del modelo. También se representan las relaciones, los acoples entre los elementos diversos que lo componen, sus efectos externos, las fuerzas y energía que se consume, etc. Todo debido a lo exhaustivo que debe ser el modelo obtenido. Las interacciones, por tanto no deben ser casuales, sino causales, propositivas y holísticas (sin olvidar su carácter aproximado).

### **Interactivo (sensorial y ergonómico)**

Lo que se construye por medio del proceso de modelación y en contexto (real y didáctico), debe ser percibido o constatado sensorialmente. El objetivo es contribuir con el incremento de la calidad de vida de las personas y de toda la sociedad a la que está dirigido el producto empírico final. O en todo caso, lograr un esquema didáctico que sirva como plataforma para que el estudiante aprenda. En consecuencia el estudiante debe insertarse adecuadamente en esta planificación, así requiere ser respetado y considerado como usuario por excelencia de los resultados. El innovador debe acomodar el modelo, producto de este desarrollo, ajustado al ser humano, adaptándolo fisiológicamente para que no se afecten, ni la naturaleza ambiental, ni la naturaleza humana.

### **Sistémico (hermenéutico y dialéctico)**

Para que el modelo que se obtenga corresponda a la realidad y de respuestas

adecuadas a esa realidad, se debe interpretar y reproducir la esencia vital de sus componentes, haciendo cumplir a todos ellos un propósito y acoplándolos para responder adecuadamente. Se atiende al objetivo general cubriendo, sin fractura física de sus elementos ni incongruencias lógicas en sus funcionamientos, los objetivos parciales o específicos de sus partes. Al hacer que este sistema funcione en el contexto y en medio de la realidad física preestablecidos, se enuncian tesis, se revelan sus contrapartes y se manifiestan las conclusiones.

### **De simulación (representación medible o sensible)**

El profesional en particular y el estudiante en general, se benefician de un modelo cuando al suministrarle entradas, datos o pruebas físicas, da como resultado información, que en línea o tiempo real, permite decidir y reconocer opciones para la actuación y la toma de decisiones. El modelo brinda magnitudes y de manera acorde al diseño, muestra lo que ocurre al cambiar parámetros o datos, que indican la sensibilidad y efectividad del modelo, y así también demuestra su utilidad.

Entonces este proceso se transforma en otros que desarrollan habilidades y destrezas que se exponen en las acciones, en las actitudes (reconociendo las aptitudes) y en las producciones concretas de los estudiantes participantes de la modelación intencionada y dirigida por el docente.

Para Gómez (2005) y Mendible y Ortiz (2007a), se justifica el uso de la modelación ya que en este proceso se establecen interfaces relacionales con la “interdisciplinariedad” al servirle a diferentes carreras, las cuales pueden consultarse entre ellas. Entonces, por medio del contexto, y por el uso de las matemáticas a través de los conceptos matemáticos, más que un uso simple de conocimientos conceptuales y operacionales de las matemáticas, se reconocen nuevas maneras de producir o desarrollar soluciones.

Para que este mecanismo aproveche las características del medio donde se desarrolla, Mendible y Ortiz (2007b) y Cruz (2010) dicen que la modelación se da en esa realidad contextualizada, donde se gesta el acto creativo. Por esto, comprender el mecanismo de creación real, es tanto más urgente que adquirir y manipular la tecnología que lo facilita. Ante esta circunstancia, las Universidades Latinoamericanas, deberían aceptar el reto de distinguir esta necesidad, y tendrían que tomar posición respecto al acto creativo. En el caso de la ingeniería, en palabras de Ayuga, González y Grande (2010),



Se debe prestar atención a la praxis (la gestión de la calidad, habilidades de comunicación, trabajo en equipo, ética profesional, etc.) y a la técnica (diseño, creatividad, métodos de resolución de problemas, etc.), lo que combinado con la educación científica (fundamentos), que predomina en la actualidad en la mayoría de las ingenierías, y una más adecuada conexión entre la tecnología y la sociedad, aumentaría la eficacia de las actividades del ingeniero en el cumplimiento de su propósito: producir cosas útiles en beneficio de la humanidad.(p. 6)

En este discurso, los participantes, docentes y estudiantes, pueden y deben incorporar valores de solidaridad, de compromiso moral y social (Ramos, 2006). Para lograr esto, se requiere que los ejemplos dados en clases estén contextualizados, con los que el estudiante llegue de manera gradual a la destreza deseada, que al resolver problemas opere como lo sugieren los ejercicios (al principio en asignaciones en las cuales se realiza comparación con otros ejercicios ya resueltos, para que puedan notar diferencias y similitudes, relaciones, invariantes numéricos o conceptuales) mostrando lo relevante y la utilidad del proceso en otras aplicaciones, sugiriendo analogías con otras circunstancias problemáticas Así se ejemplificaría al proceso y no al modelo. Entonces para la modelización se han de centrar los esfuerzos en construir experiencias, como proceso individual de desarrollo de competencias matemáticas, y no sobreestimar las particularidades del problema o del modelo a ser construido. Sin olvidar que la simulación de la situación debe acompañarse de toma de decisiones, asociadas siempre de principios y valores, que preserven al ambiente, con respeto por los derechos humanos y la observancia de normas de seguridad (industrial, personal y sanitaria).

La sociedad se beneficia porque el modelo responde a las necesidades humanas. Al respecto Niss (2001) dice que educativamente al hacer una pregunta, “las personas quienes las formulan las necesitan seriamente o quieren respuestas, de aquello que no poseen en progreso” (p. 77). Se debe contestar lo relevante de las preguntas que se generan por necesidad, aun cuando tales preguntas aparezcan en forma implícita o superficialmente. Como por ejemplo, el docente en un ambiente académico e investigativo, pregunta ¿En cuál fase del proceso de modelación los estudiantes hallan los más importantes obstáculos? Según Donolo, Chiecher y Rinaudo (2004) el contexto ayuda para resolver estas situaciones. Se pueden diseñar contextos a través del uso de estrategias de aprendizaje (procedimentales y facilitadoras), estrategias cognitivas (de repaso, elaboración,

organización y pensamiento crítico), estrategias de manejo de recursos (organización del tiempo y ambiente de estudio, la regulación del esfuerzo, el aprendizaje con pares y la búsqueda de ayuda). Por último, se deben construir estrategias metacognitivas cumpliendo los tres procesos generales de planeamiento, control y regulación. En suma, hay construcciones para el contexto que se hacen en los momentos de diseño colaborativo, con lo cual el estudiante, guiado por el docente, es capaz de conocer un problema, de interesarse por él, construir algo que de manera empírica permita resolverlo y que pueda exponer sus ideas.

### **Modelación en la formación de competencias**

Hay efectos en lo didáctico que se relacionan con las características de la modelación. Al hacer participar a los estudiantes en el diseño de modelos que representen una situación o fenómeno, enmarcada en el currículo real, se les permite el uso del lenguaje oral (verbalización), matemático (matematización) y social (socialización). Y con estas estructuras, cada estudiante logra aproximar soluciones que deben ser procesadas y reprocesadas hasta que aparezcan todos sus elementos constitutivos, tal como en la situación real. La complejidad de la realidad se supera con la complejidad del lenguaje que la representa e interpreta. Las dimensiones y magnitudes físicas se acercan a los conceptos y teorías lo que permite un mejor acercamiento a la realidad (Vygostky, 1995), o sea satisfecha a los niveles deseados. El isomorfismo entre el modelo y la realidad se valora cuando las respuestas del modelo presentan analogías con las manifestaciones reales esperadas con datos reales. Estas respuestas son relativas, no se esperan respuestas idénticas, se esperan respuestas apropiadas y ajustadas al modelo. La labor académica y formativa se nutre de esta relación Docente-Estudiante-Modelo, la cual expresa una analogía con la relación compleja Ciencia-Profesión-Realidad.

Asociado a cualquier prueba procesal, está lo predictivo del modelo. No hay respuestas aleatorias del modelo que no estén acotadas o reducidas. En la naturaleza de los elementos que constituyen al modelo hay atributos que permiten reducir las respuestas a eventos controlados. En la práctica educativa estas consideraciones se incorporan por medio de la discursiva y la conceptualización. De esas propiedades inherentes con los propósitos y procedimientos que hacen que el modelo se active, el docente establece vínculos entre la realidad y el aprendizaje del estudiante.

En la visión totalizadora y holística que se describe más arriba como una característica “envolvente”. El docente y los estudiantes deben requerir, con cada prueba del modelo, que se den de manera simultáneas todas las relaciones que la complejidad de la realidad permita. Para operar con esta fase del diseño didáctico y de contextualización, el docente construye niveles de logros intermedios y registra cada incorporación al modelo con el propósito de anexar cada atributo novedoso. Cada variable del modelo debe ser evaluada de manera interrelacionada con las otras variables, en lo experimental o lo conceptual (teóricamente).

El fin del modelo es un factor que interviene decididamente. Siempre el fin está asociado al bienestar del ser humano, y por eso debe acomodarse a la satisfacción de necesidades humanas, y es relativo al confort para operar o beneficiarse de él. Es decir, el modelo debe ser ergonómico y debe contemplar la sensibilidad de los posibles usuarios del modelo. Para lograr esto en el currículo, se sugiere que sea la participación democrática, en el seno de cada equipo de trabajo, el mecanismo mediante el cual los participantes decidan acerca de esos aspectos. La intervención contempla un abanico de posibilidades, desde la selección de los elementos básicos del modelo hasta la evaluación de esa incorporación.

El modelo creado debe responder a los requisitos de la realidad. Al ser interpretado, colocando sus partes en funcionamiento, él permite al usuario recrear y reconstruir esa realidad para que con él se ilustre una forma de intervención en la naturaleza de manera dialéctica. En consecuencia, se podrían efectuar cambios en el currículo que de otra forma no se efectuarían, construyendo soluciones en lugar de calcularse las.

También se puede evaluar el desempeño del modelo, cuando el criterio valorativo es la satisfacción de la representatividad y se logra la evidencia de este modelo como mecanismo para la toma de decisiones. El contexto debe ser construido al considerar que el modelo es sensible y efectivo en el momento de su aplicación. Incorporando así lo investigativo y experimental como elementos curriculares añadidos a lo comunicacional y democrático del equipo que diseña soluciones.

Sin embargo, el intercambio de conocimientos que estos procesos generan, solicitan de parte del docente un orden y una estructura. Se debe poseer herramientas curriculares (conceptos, principios y procedimientos) (Stenhouse,

1991) que de manera intencionada intervienen en el proceso, lo cual se logra a través de los organizadores del currículo. Adicionalmente, Rico (1998) sugiere algunos criterios al considerar los organizadores del currículo, tales como los errores y dificultades en el aprendizaje de la matemática, la diversidad de representaciones, la fenomenología y las aplicaciones del conocimiento implicado, la diversidad y naturaleza de los materiales, y la evolución histórica de los conceptos. Esos organizadores, deben ser considerados como una serie de actividades entre los elementos del currículo, reveladoras de relaciones, antes de que sean tratadas en clases. Este proceso es una etapa exploratoria, tanto para crear el contexto, como para el diseño de estrategias de inserción en innovación, con una visión de modelación.

De esta forma se comienza reconociendo que la profesión, la disciplina académica y el currículo son elementos que intervienen en un mismo proceso, los cuales permiten acercamiento y aproximación intencionada a la realidad (Stenhouse, 1991; Schön, 1992). Así entonces, el currículo se presenta como órgano vivo de la acción pedagógica y se le considera integrador, socializador, motivador, guía, propiciador de actitudes referentes a la crítica, así como también orientador de los procesos de investigación y de promotor que activa el componente ético de las personas que están a su alcance (incluyendo a quienes lo diseñan).

Según Fitzpatrick (2007), el currículo contiene una carga etnográfica, psicológica y administrativa que puede ser interpretada dialécticamente, que se consolida en la acción. En consecuencia, la transferencia de conocimientos no puede estar asociada sólo a una administración curricular de los contenidos, a proposiciones que desde una cátedra se puedan impartir, aplicar y evaluar. La realidad debe ser convocada y representada, para que a través de ella se logren, en contextos adecuados, cambios de conductas, actitudes, etc. En este proceso se deben desarrollar habilidades y destrezas que se enuncian como competencias en modelación.

## Conclusión

Los cambios científicos son el resultado del esfuerzo por comprender mejor el medio que nos rodea. De la estructura conceptual, los procedimientos o tareas profesionales se manifiestan estos cambios de manera holística. El éxito del estudiante, en el desempeño profesional futuro, se rige por el criterio de que la

realidad debe ser contextualizada (coincidiendo con los atributos otorgados por Stenhouse (1991)). Existe una aproximación al desempeño deseado de modelización en cada estudiante cuando se consideran las características del modelo diseñado por ellos. Visión ésta en la que el docente lleva registro de las actividades del curso y cuando al evaluar las actividades desarrolladas por el estudiante, se verifican las características del trabajo a través de los atributos que emergen del modelo. Se crean de esta forma contextos por medio del ambiente preparado para simular la actividad profesional. En ese registro se toma nota de cómo surgen los conceptos apoyados en las herramientas matemáticas.

Finalmente, con la modelación, al diseñar un modelo se prepara el ambiente al contextualizar, se conceptualiza por medio de la matemática y se comunican las ideas a través de diferentes formas de representación.

## Referencias

- Ayuga, E., González, C. y Grande, M. (2010). *Análisis de competencias en el Grado de Ingeniería Forestal para su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. Formación Universitaria* [Revista en línea], 3(3), 3-14. Disponible: <http://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v3n3/art02.pdf>
- Biembengut, M. S. y Hein, N. (2001). Modelling in Engineering: Advantages and Difficulties. En M. Niss, W. Blum y I. Huntley (Eds.), *Modelling and Mathematics Education. ICTMA 9: Applications in Science and Technology* (pp. 415-423). Londres: Horwood Publishing Limited.
- Contreras, L. (2013) Docencia de las matemáticas. *Épsilon - Revista de Educación Matemática*, 30(3), n° 85, 117-121.
- Cruz, C. (2010). La enseñanza de la Modelación Matemática en Ingeniería. *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, 25(3), 39-46.
- Donolo, D., Chiecher, A. y Rinaudo, M. C. (2004). *Estudiantes, Estrategias y Contextos de Aprendizaje Presenciales y Virtuales*. Presentado en el Primer Congreso Virtual Latinoamericano de Educación a Distancia, Argentina.
- Fitzpatrick, B. (2007). A question of balance critical incidents, tensions, and curriculum change. En P. Taylor y J. Wallace (Eds.), *Contemporary Qualitative Research: Exemplars for Science and Mathematics Educators* (pp. 105-115). New York: Springer.

- Hernández de Rojas, U. (2013). *Innovaciones Educativas. Metodología para el cambio*. Maracay, (S/E).
- Gómez, J. (2005). *La Ingeniería Como Escenario y Los Modelos Matemáticos Como Actores* [Documento en línea]. Conferencia dictada en el XVI Simposio Iberoamericano de Enseñanza Matemática. “Matemáticas para el siglo XXI”, España. Disponible: <http://www.ma4.upc.es/~andreu/>
- Mendible, A. y Ortiz, J. (2007a). Estudiantes de ingeniería y Competencias en Modelización Matemática. Una aproximación crítica al estado del arte. En J. Ortiz y M. Iglesias (Eds.), *Memorias VI Congreso Venezolano de Educación Matemática* (pp. 605-614). Maracay.
- Mendible, A. y Ortiz, J. (2007b). Modelización Matemática en la Formación de Ingenieros. La Importancia del Contexto. *Enseñanza de la Matemática*, 12 al 16(1), 133-150.
- Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa.
- Niss, M. (2001). Issues and problems of research on the teaching and learning of applications and modelling. En M. Niss, W. Blum y I. Huntley (Eds.), *Modelling and Mathematics Education. ICTMA 9: Applications in Science and Technology* (pp. 72-88). Londres: Horwood Publishing Limited.
- Niss, M, Blum, W., y Galbraith, P. (2007). Introduction. En W. Blum, P. Galbraith, H. W. Henn y M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications Mathematics Education. The 14th ICMI Study* (pp. 3-32). New York: Springer.
- Ramos, G. (2006). La formación humanística como componente de la formación integral del profesional universitario. *Educação em Questão*, 27(13), 7-27.
- Reid, D., Knipping, C. y Crosby, M. (2011). Refutations and the logic of practice. *PNA*, 6(1), 1-10. Disponible: <http://hdl.handle.net/10481/16011>
- Rico, L. (1998). Complejidad del currículo de matemáticas como herramienta profesional. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (RELIME)*, 1(1), 22-39.
- Schön. D. (1992). *La Formación de Profesionales Reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. (Temas de educación, N° 28). Barcelona, España: Ediciones Paidós.
- Stenhouse, L. (1991). *Investigación y desarrollo del currículum*. (Tercera Edición). Madrid: Ediciones Morata.

Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. (Nº. 30, serie Cognición y desarrollo humano). Barcelona, España: Ediciones Paidós.

### **Arnaldo Mendible Sánchez.**

Profesor de Matemáticas, Mención Matemáticas, egresado del Instituto Pedagógico de Caracas (UPEL-IPC). Especialista en Sistemas de Información, por la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Es Profesor Agregado a Dedicación Exclusiva en la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada (UNEFA). Investigador en el área de Educación Matemática en la temática de modelización y formación de ingenieros. Ha presentado trabajos en foros nacionales e internacionales. Ha realizado publicaciones en el ámbito nacional e internacional.