



**REVISTA**

*educare*

*Órgano Divulgativo de la Subdirección de Investigación y Postgrado  
del Instituto Pedagógico de Barquisimeto "Luis Beltrán Prieto  
Figueroa"*

**BARQUISIMETO – EDO. LARA – VENEZUELA**

**NUEVA ETAPA**

**FORMATO ELECTRÓNICO**

**DEPOSITO LEGAL:** ppi201002LA3674

**ISSN:** 2244-7296

**Volumen 17 Nº 2  
Mayo-Agosto 2013**

**APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA EN LA BIMODALIDAD  
INSTRUCCIONAL: REFLEXIONES DESDE EL PENSAMIENTO COMPLEJO**  
*MATHEMATICS LEARNING IN BLENDED LEARNING: FROM A  
COMPLEX THINKING BASE*

**Erik Alexander Caseres  
Gerardo Márquez González**  
**Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado  
Venezuela**

.

**APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA EN LA BIMODALIDAD  
INSTRUCCIONAL: REFLEXIONES DESDE EL PENSAMIENTO COMPLEJO**  
*MATHEMATICS LEARNING IN BLENDED LEARNING: FROM A COMPLEX  
THINKING BASE*

**REVISIÓN DOCUMENTAL**

**Erik Alexander Caseres \***  
**Gerardo Márquez González \*\***  
UCLA  
Venezuela

Recibido: 07-05-13

Aceptado: 18-07-13

**RESUMEN**

El artículo refleja una revisión documental vinculada con el análisis crítico sobre referencias de variadas experiencias instruccionales, que permitieran generar reflexiones sobre las implicaciones de las TIC en el aprendizaje de la Matemática tomando como base paradigmática la perspectiva del pensamiento complejo en función de la propuesta del Plan de Gradualidad Progresividad (PGP). Se precisa que la experiencia de aprendizaje en Matemática debe seguir un modelo de causalidad circular retroactiva, no lineal, ni unidireccional, de acuerdo con el principio de retroalimentación mediante actividades como tareas, pruebas en línea formativas, foros de discusión, lecciones interactivas, chats, entre otros, al tiempo que se ejercen acciones auto-equilibradoras y auto-reforzadoras del proceso educativo. Como conclusión, el PGP constituye una propuesta para aumentar el potencial de la bimodalidad, al presentar un enfoque adecuado a los requerimientos educativos de la sociedad actual, propiciando la apertura de espacios para que los estudiantes logren vivir experiencias satisfactorias relacionadas con la Matemática,

**Palabras clave:** aprendizaje de la matemática; pensamiento complejo; bimodalidad instruccional.

**ABSTRACT**

The present paper is a documental review linked to critical analysis on references of varied instructional experiences that would lead to the generation of thoughts about the implications of the technologies of information and communication on the learning of mathematics, taking as paradigmatic base the perspective of complex thinking according to the proposal of the Plan of Graduality Progresivity (PGP). It is said that the experience in the learning of mathematics must follow a model of circular retroactive causality that is neither lineal nor unidirectional according to the principle of feedback through activities like tasks, formative online tests, discussion forums, interactive lessons, chats, among other, at the time that the subject executes self-balancing and self-reinforcing actions of the educational process. As a conclusion, the PGP constitutes a proposal for increasing the potential of the bimodality by presenting an approach adjusted to the educational requirements of the current society, enhancing the opening of spaces for the students to live satisfactory experiences related to mathematics.

**Keywords:** learning of mathematics; complex thinking; blended learning.

---

\* Licenciado en Ciencias Matemática egresado de la UCLA. M.Sc.. en Ciencias: mención Matemática Pura egresado de la UCLA. Docente a tiempo completo en la categoría de Asistente en la UCLA-DCYT. Doctorando de la VII Cohorte del PIDE. Email: erikcaseres@ucla.edu.ve.

\*\* Licenciado en Ciencias Matemática egresado de la UCLA. M.Sc.. en Matemática Pura egresado de MIM. Docente jubilado titular dedicación exclusiva de la UCLA-DCYT. Doctor en educación . Email: gvmarquezg@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

La dinámica sistémica de la sociedad induce la evolución permanente de sus elementos constitutivos. Bajo este principio de auto-eco-organización y existencia, la Universidad, vista como parte fundamental de la sociedad, cambia permanentemente con el fin de cumplir la misión de dar respuesta pertinente a las necesidades de su entorno en términos de comprensión, explicación, modelación de la realidad, acceso y creación de conocimiento.

En general, este ciclo virtuoso Sociedad-Universidad-Sociedad tiene implicaciones teóricas y concretas en la realidad educativa y en el contexto de instrucción. Particularmente, la adaptación al uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y las Redes Sociales (RS) ha llevado a una renovación cultural con la emergencia de valores, normas y formas de saber, ser y aprender, lo cual demanda a las instituciones educativas reflexiones y acciones sobre las respectivas implicaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje y en la instrucción asociada a dicho proceso.

Universidades de distintas latitudes, entre otras las venezolanas, han iniciado el diseño de políticas educativas para hacer que el sistema universitario entre en correspondencia con los requerimientos de la sociedad; de allí, la innovación en las modalidades instruccionales y los espacios preferenciales otorgados a la semipresencialidad como “una alternativa posible para una formación que trasciende los espacios del aula y se traslada a todas las esferas de la vida” (Moran, 2012, p.16).

Simultáneamente, diversos autores, entre ellos Labraña, Plata, Peña, Crespo y Segura (citados por Paredes, Iglesias y Ortiz, 2008) confluyen en afirmar que las asignaturas de orden matemático constituyen un aparato conceptual de utilidad creciente y de reconocida importancia en todos sus campos de aplicación. De allí, la necesidad de reflexión sobre las relaciones emergentes entre los distintos elementos del proceso de enseñanza aprendizaje en un ambiente instruccional de bimodalidad.

Sobre la base de tales consideraciones, a partir de una revisión documental y de referencias de experiencias instruccionales previas, en este artículo se expone una disertación sobre algunas relaciones del aprendizaje de la Matemática y algunos elementos

propios de los entornos bimodales de instrucción, elaborados desde la perspectiva del pensamiento complejo.

## **TEORÍA DEL PENSAMIENTO COMPLEJO**

La Teoría del Pensamiento Complejo (Morín, 1994) es considerada relevante por la comunidad científica en el campo de las ciencias sociales. En la educación ha propiciado cambios en el paradigma educativo y en el quehacer científico-investigativo.

El pensamiento complejo sugiere que el conocimiento es algo inacabado, temporal, con grados de certeza y regido por una dinámica de evolución permanente. Por consiguiente, las definiciones, conceptos, teorías y postulados asociados a un determinado objeto de estudio son considerados como aproximaciones al conocimiento de dicho objeto. En contraposición a las verdades absolutas, ha de ser aceptada la incertidumbre y la existencia del error como factores esenciales en la forma de concebir la realidad y las verdades pueden estar permeadas de imprecisiones.

En relación con lo anterior, Cabrera (2004) sostiene que pensar desde y para la complejidad va más allá de observar lo aparente, es pensar en las partes como en el todo. Así, se falsean los principios clásicos de disyunción, reducción y abstracción como bases esenciales de simplificación, dando paso a la evolución hacia un pensamiento que incluye la comprensión, el análisis y estudio de la realidad sobre la base de una profunda concientización en cuanto a la amplitud de la misma.

Con su propuesta, Morín (Ob. Cit.) da cuenta de que mientras el pensamiento simplificador desvanece la complejidad, el pensamiento complejo integra todos los elementos que puedan aportar orden, claridad y distinción en el conocimiento, rechazando así las consecuencias reduccionistas y unidimensionales como posible producto de una simplificación de los elementos constituyentes de la realidad, como forma de ocultar las múltiples interacciones presentes en ésta.

En este sentido, enfoca de manera complementaria e interdependiente un conjunto de principios que caracterizan al pensamiento complejo, los cuales establecen criterios orientados a una comprensión profunda de la realidad desde una perspectiva global:

a. Principio sistémico: supone que la realidad, la sociedad, el cerebro, el organismo puede ser considerado como un sistema constituido en partes, a su vez, inmerso en un

sistema más grande. El todo es más que la suma de las partes, pero también algunos elementos de las partes quedan contenidos en la organización de lo que es el todo.

b. Principio holográfico: según el cual las partes están dentro del todo y el todo está en cada parte, es decir, el todo no se reduce a las partes, ni las partes al todo, ni lo uno a lo múltiple, ni lo múltiple a lo uno. Desde este principio, tales nociones son a la vez complementarias y antagonistas.

c. Principio de retroalimentación: rompe con el principio de causalidad lineal, dando paso a procesos no lineales, donde la causa actúa sobre el efecto y el efecto sobre la causa. La sociedad es producto de las múltiples interacciones entre sus distintos actores sociales, pero la sociedad a su vez actúa sobre los individuos y los produce.

d. Principio de recursividad: se refiere fundamentalmente a las nociones de autoproducción y de autoorganización. Este principio es vital a la hora de pensar la organización de un sistema complejo como lo son la sociedad y las relaciones sociales.

e. Principio de autonomía-dependencia: referido a la autonomía organizacional y la dependencia del entorno, las cuales no pueden ser separadas, dadas las características de un sistema abierto.

f. Principio dialógico: establece relaciones entre términos complementarios y antagónicos, manteniendo la dualidad en el seno de la unidad. Así pues, es admisible la coexistencia del orden y el desorden en forma complementaria. Desde este principio, es posible tratar de comprender al individuo junto al proceso dialéctico de su desarrollo personal.

g. Principio de reintroducción: el cual rescata el protagonismo del sujeto en todo conocimiento, es decir, es reintroducido el papel del sujeto observador en la construcción del conocimiento. Es reconocida la interdependencia entre el sujeto y el objeto. La presencia del observador afecta lo observado, y el objeto en cuestión, produce una percepción en el observador.

En general, el pensamiento complejo propone una alternativa para la comprensión de la sociedad, asumiéndola como un sistema abierto con diversidad de procesos e interrelaciones. Entre tales procesos, particularmente los educativos y aquellos referidos a la instrucción inmersos en la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje.

## **BIMODALIDAD INSTRUCCIONAL Y APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA: IMPLICACIONES DESDE LA COMPLEJIDAD**

La realidad actual, caracterizada por ser dinámica y compleja, induce a la universidad hacia la evolución en cuanto al diseño de políticas educativas que le permitan entrar en correspondencia con las exigencias de la sociedad contemporánea. Entre estas políticas, destacan aquellas relacionadas con la renovación de las modalidades instruccionales de enseñanza.

En este sentido, Ruiz Bueno, Torelló y Fernández (2008) señalan que:

Las modalidades tradicionales de enseñanza están sometidas a una presión derivada de los continuos cambios a los que el mundo se encuentra sujeto; por ello, cada vez resulta más complejo atender las necesidades que se derivan de dichos cambios. Este punto de partida lleva a que las modalidades de enseñanza deben adaptarse para responder a las nuevas exigencias, incorporando cambios que afiancen las innovaciones orientadas a la mejora de la atención de las necesidades educativas. (p. 1)

Así pues, en la última década se han venido replanteando las modalidades de enseñanza, llegando a ocupar un lugar privilegiado dentro de los escenarios de la educación universitaria, la modalidad instruccional de estudio del tipo semipresencial o b-learning, la cual según Ruíz (2007) es considerada “como una opción que permite replantear la enseñanza tradicional para su mejoramiento cualitativo a partir de la incorporación novedosa de las TIC, como un componente importante del diseño curricular.” (p. 8).

La implementación de esta modalidad de estudio adquiere interés especial en el caso particular de la enseñanza de asignaturas pertenecientes al campo matemático por su alto nivel de complejidad y abstracción. Por tal razón, surgen nuevos retos que ameritan cambios profundos y reflexivos en las estrategias de enseñanza, con el propósito de crear experiencias de aprendizaje favorables en dicho contexto instruccional.

Es pertinente mencionar que la enseñanza de asignaturas del componente matemático ha sido una temática de estudio e investigación de gran interés en el campo de la investigación educativa. Muchos esfuerzos son dirigidos a generar estrategias conducentes a mejorar el aprendizaje con el fin de lograr competencias en los profesionales en formación correlacionadas con el uso adecuado de herramientas matemáticas en su

desempeño profesional. Tal y como señala Angulo (2006): “Más allá de la frontera de una lógica rigurosa, la enseñanza de la Matemática reclama dimensiones de complementariedad y transdisciplinariedad que posiblemente logren fusionar fuerzas didácticas aparentemente distintas pero epistemológicamente unidas.” (p.1).

Cambios profundos en la planificación, desarrollo, ejecución y evaluación relacionada con la enseñanza aprendizaje de la Matemática se han generado desde otras ciencias, como es el caso de la ingeniería; de esta manera, la complementariedad y transdisciplinariedad generan en los docentes reflexiones emergentes sobre la complejidad de la estructura de la Matemática, superando la fragmentación producida por los procedimientos parciales y memorísticos, reconociendo la importancia de la presencia de lo matemático en las distintas áreas de conocimiento, transitando por un proceso gradual de cambio pero necesario, en los roles del docente, en los estudiantes y en la concepción del proceso educativo para romper mitos negativos construidos a su alrededor.

En tal sentido Azcárate y Camacho (2003) refieren que:

Es evidente, que en el campo de las matemáticas, como por ejemplo el del Análisis Matemático, las definiciones desempeñan un papel muy importante en la realización de tareas cognitivas y, por consiguiente, en la formación de los esquemas conceptuales. De ahí la necesidad de ingeniar situaciones didácticas adecuadas, en las cuales las definiciones sean imprescindibles para una correcta realización de la tarea. (p. 141)

Una situación particular se evidencia en el siguiente planteamiento: cuando no se comprende una definición, ésta se transforma en un obstáculo para entender otras definiciones o conceptos, y también para la resolución de problemas y demostración de propiedades relacionadas con esa definición. Al respecto, Parra (2008) sostiene lo siguiente:

La formulación de conceptos lleva un proceso de abstracción que consiste en la agrupación de objetos o situaciones, que son reunidos con entes equivalentes y separados de otros con el fin de ser etiquetados verbalmente o simbólicamente. En la matemática, el nivel de abstracción aumenta porque los matemáticos crean las definiciones con base en las anteriores, entonces es necesario utilizar distintos mecanismos cognitivos para su comprensión. (p. 1)

Así, la administración de una experiencia de aprendizaje en Matemática en un contexto de semipresencialidad requiere de toda una adecuación didáctica-pedagógica dentro de un proceso que incluye planificar, desarrollar, aplicar y evaluar teniendo presente

las relaciones potenciales entre el nivel de dificultad de los contenidos y el grado de presencialidad que ameritan.

Al respecto, Torres (2006) propone la implementación de la modalidad semipresencial sobre la base de principios de gradualidad y progresividad, de tal manera que el plan de acción para el diseño, implantación y desarrollo de la bimodalidad tenga como situación inicial la submodalidad Educación presencial y comunicación sincrónica y como situación objetivo la submodalidad Educación a distancia y comunicación asincrónica, mediando entre ambas un horizonte de tiempo del plan de acción y secuencia de situaciones de transición entre estas submodalidades.

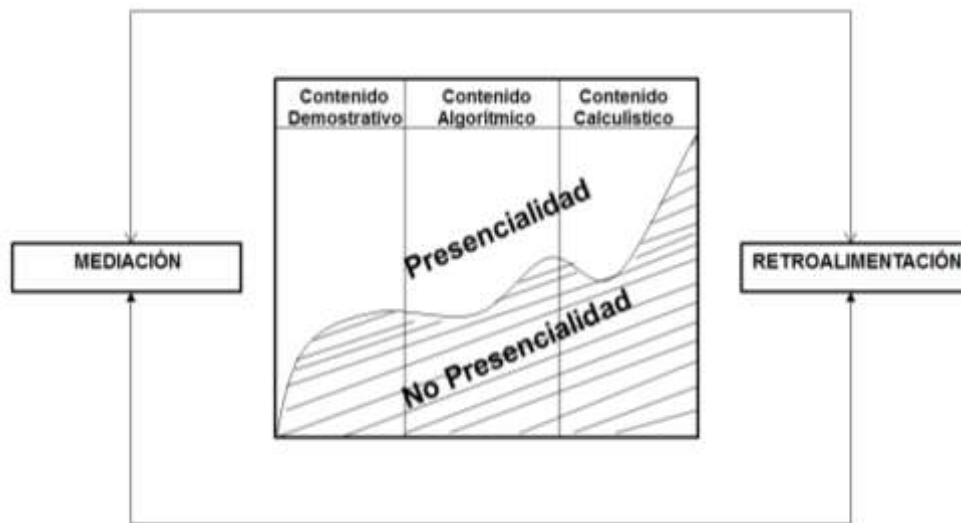
Desde la perspectiva de la complejidad, la interrelación de los principios de gradualidad y progresividad tal y como lo propone el autor citado anteriormente, produce un elemento emergente que supera la conjunción de tales principios, por lo cual será indicado como gradualidad-progresividad (GP), que para efectos de la comprensión y explicación del aprendizaje de la Matemática en un contexto de semipresencialidad, puede ser planteado dependiendo de las características de los contenidos en estudio, según sean de orden algorítmico, de cálculos y demostrativos (formalidad en el empleo de razonamientos), fundamentalmente basados en conocimientos previos y en los nuevos aspectos teóricos que constituyen propiamente los temas tratados.

Como consecuencia de lo señalado previamente, se deduce que cada tipo de contenido requerirán distintos grados de presencialidad según la situación objetivo inicialmente planteada, lo cual conduce a esquematizar su aplicación en un Plan de Gradualidad Progresividad (PGP) como se muestra en el gráfico 1.

De acuerdo a los planteamientos realizados, la ejecución del PGP debe ser aplicada en términos de la relación existente entre los contenidos en estudio y el grado de presencialidad que estos ameritan, así como en términos de las dimensiones de la mediación cognitiva y la retroalimentación. De lo cual surgirán orientaciones para establecer criterios sobre la enseñanza aprendizaje de la Matemática bajo la bimodalidad.

Para ello ha de tomarse en cuenta, en primer término, la naturaleza conceptual y procedimental de los contenidos y el nivel de abstracción, sugiriendo que a mayor nivel de abstracción, mayor ha de ser el grado de presencialidad; seguidamente, el momento en la prosecución del contenido y la necesidad de mediación cognitiva y retroalimentación.





**Gráfico 1. Dinámica del Plan de Gradualidad Progresiva (PGP).**

Fuente: Elaboración propia.

Todo esto hace suponer que los procedimientos de tipo calculístico ameritan reflexiones de menor orden de abstracción y requerirán menos presencialidad en la medida en la cual los obstáculos dados por el conocimiento previo sean de menor envergadura o relevancia. En cual caso la mediación cognitiva y la retroalimentación cara a cara ha de ser menos requerida.

Los procedimientos de tipo algorítmico, generalmente acompañado de operaciones matemáticas, requerirán de mayor orden de abstracción en comparación con los calculísticos, sugiriendo grados de presencialidad y no presencialidad equitativos, con mayor necesidad de medición cognitiva y retroalimentación. También de acuerdo, por supuesto, con los obstáculos presentes en conocimientos previos.

Los procedimientos de tipo demostrativo exigen al estudiante mayor orden de abstracción, por consiguiente mayor presencialidad en los inicios de la experiencia instruccional.

Además, conviene hacer referencia que en la realización de demostraciones se interrelacionan definiciones y teoremas propios de la Matemática, conformándose una red compleja de la cual emergen cadenas formales de razonamientos. Al respecto, Ortiz y Jiménez (2006) señalan: “La demostración como elemento en la didáctica de la matemática

está estrechamente ligada al desarrollo de habilidades mentales y de pensamiento imprescindibles en la formación integral de los estudiantes” (pág. 239).

En consecuencia, la mediación cognitiva y la retroalimentación cara a cara o a distancia, realizada por el docente (o eventualmente por estudiantes), debe ser orientada hacia la consolidación de estados ideales en el aprendiz en función del logro de los objetivos de aprendizaje planteados en la fundamentación de la experiencia particular y la prosecución general definida en el perfil del profesional deseado. En tales condiciones, en cada momento de la bimodalidad, la mediación cognitiva y la retroalimentación representan un elemento transversal en el PGP, propiciando estados evolutivos en el estudiante quien ejerce un rol activo en su experiencia de aprendizaje. La idea de implementar el PGP exige reflexiones sobre la concepción de la realidad, el aprendizaje, el conocimiento y la instrucción.

El aprendizaje ocurre en una dinámica de equilibrio inestable por interacción de múltiples elementos constitutivos de la realidad en contexto. Cada nuevo estado es un producto emergente de las condiciones establecidas por los estados previos. Es un producto inacabado generado en ciclo virtuoso en espiral ascendente de insumo producto insumo, el cual parte de una situación inicial hasta lograr una buena aproximación a una situación objetivo. Esta idea es mostrada en el gráfico a continuación:



**Gráfico 2. Dinámica de aprendizaje en ciclo virtuoso ascendente.**

Fuente: Elaboración propia

En una experiencia instruccional, el aprendizaje ocurre de manera consciente en un humano. Al iniciar el ciclo, por internalización son modificadas estructuras internas del pensamiento luego de lo cual, de inmediato, cambia la concepción sobre aquello que es

objeto de aprendizaje. Este ciclo que no se cierra, se puede detener y reiniciar, con actividades de mediación y retroalimentación presenciales o a distancia, según las actividades y condiciones dadas para la experiencia.

Para comprender y explicar el entrelazado de relaciones involucradas en este proceso, así como acceder al conocimiento y crear nuevo conocimiento al respecto, es crucial la ubicación adecuada del propósito del saber para reconocer la pertinencia de develar o medir las estructuras que componen tales relaciones.

Al cambiar el sujeto (modificación del aprendizaje) cambia el objeto (de aprendizaje), luego propicia un nuevo cambio en el sujeto y así cíclicamente se establece la idea insumo producto insumo en términos de relaciones recursivas objeto sujeto objeto. De igual forma, son regidas las interrelaciones entre la instrucción, el aprendizaje y el acceso al conocimiento.

Esta realidad, del proceso de instrucción, el aprendizaje y el acceso al conocimiento, puede ser concebida como un sistema constituido en partes y como parte de un sistema más grande. Las propiedades esenciales del sistema emergen de las interacciones y relaciones entre las partes lo cual puede comprenderse y explicarse mediante el estudio de las interacciones y relaciones de los elementos esenciales de su constitución como un todo coherente entrelazado, sin separar los elementos en forma de estructura independiente y considerando la posibilidad de estudiar tanto la cualidad como la cantidad según sea requerido y pertinente.

Este entramado supone una dinámica de evolución en ciclos espira lados de auto-organización y auto-referencia El cambio en cada elemento vuelve sobre si en forma de bucle recursivo y la causalidad es circular retroactiva en ciclos virtuosos de insumo producto insumo.

La instrucción modifica el aprendizaje, el cual a su vez modifica la instrucción (la mediación y la retroalimentación evolucionan); de igual manera, la observación y registro de éstos produce cambios en los procesos que se desarrollan y viceversa. Particularmente, a lo largo de la experiencia instruccional aquello que en un momento se puede considerar una situación objetivo (en la zona de desarrollo próximo), en un momento posterior, pero no final, ha de ser considerado como situación inicial o previa (en la zona de desarrollo real). Por consiguiente los instrumentos de medición y técnicas de observación deben sufrir

actualizaciones adecuadas a tal evolución. Así, en un momento de un proceso de investigación puede ser adecuada una entrevista individual y en un momento posterior, del mismo proceso, una grupal. En una instancia de desarrollo de un contenido puede ser apropiada una prueba de conocimientos con orientaciones o de selección y en un momento posterior una de desarrollo sin orientación.

La instrucción es enfocada en actividades para el estudiante con el fin de proveerlo de información total sobre el proceso la cual ha de estar disponible y posible de ser distribuida en todo momento durante la vigencia de la experiencia. La actividad se orienta a la creación de estructuras abstractas de pensamiento posibles de utilizar como estructuras generales en casos particulares. En lugar de producir una lista de soluciones a un determinado listado o tipo de problema, se pretende aprender a distinguir cuando buscar un contraejemplo, aprender a razonar por reducción al absurdo, por el método directo, saber cómo y cuándo aplicar el método de inducción matemática, cuando utilizar un concepto y sus propiedades fundamentales, cuándo utilizar un modelo matemático conocido y cuando es necesario crearlo.

Las actividades han de ser desarrolladas por el aprendiz bajo una combinación de autonomía supeditada a la dependencia establecida en la estructura de la experiencia. El aprendiz utiliza, produce y distribuye información de acuerdo a la normativa, reglas y cronogramas establecidos. Su aprendizaje no tiene un estado conclusivo estable, permanece en equilibrio inestable. En ocasión de la planificación se considera temporalmente acabada en relación con los objetivos trazados para la experiencia.

Toda experiencia instruccional y de aprendizaje se desarrolla en un contexto educativo particular en el cual ha de asumirse en unidad dialógica la calidad y la masificación, la tecnología y la pedagogía, la teoría y la práctica instruccional, la competitividad y la equidad, la conservación y la innovación, la presencialidad y la virtualidad. Los resultados y el acceso al conocimiento es una cuestión de grados, tomando como norte la descripción amplia de la realidad, asumiendo de manera complementaria la explicación y la comprensión, reconociendo los resultados exactos y los aproximados, las explicaciones teóricas y las interpretaciones.

La aplicación del PGP trae consigo un conjunto de implicaciones tendientes a una renovación gradual en la forma de pensamiento, acción y concepción del hecho educativo

por parte de sus diferentes actores. Particularmente, el docente de Matemática, como experto del área y responsable directo para el logro de experiencias de aprendizaje, debe realizar un ejercicio de altos niveles reflexivos para reconocer el carácter sistémico y dinámico que caracterizan la realidad educativa, a fin de analizar desde una perspectiva amplia el proceso de enseñanza aprendizaje y orientar de esta forma la actividad instruccional.

Para ser aplicado, Márquez (2007) señala la consideración de las siguientes características de entrada: (a) respecto al estudiante: conocimientos previos, motivación, condiciones socio-económicas, entre otros, (b) recursos de enseñanza-aprendizaje: plataforma virtual, materiales, infraestructura adecuada, entre otros, (c) innovaciones educativas: estrategias didácticas, desarrollo de sistemas computarizados, uso de software matemáticos y, (d) actualizaciones en el campo de conocimiento respectivo: aplicaciones, modelos y nuevas teorías.

Considerando la bimodalidad como un sistema abierto, Torres (2009) señala la necesidad de procesos asociados con la planificación, desarrollo, aplicación, gestión y evaluación que deben ir en consonancia con los objetivos descriptores de competencias del profesional a formar, estableciendo una correspondencia con tres variables esenciales propias de un sistema: norma organizativa, estructura organizativa y proceso organizacional. En palabras de este autor, se tiene:

La norma organizativa (normativa) de un sistema consiste en la configuración de las relaciones, interconexiones o interacciones ordenadas entre los objetos, componentes o partes de ese sistema. La estructura organizativa de un sistema es la realización, materialización o substanciación de su normativa. El proceso organizacional de un sistema es un proceso de producción que tiene entre los insumos su normativa y entre los productos su estructura organizativa. (p. 6)

Desde esta perspectiva, la planificación de la modalidad instruccional debe entrar en correspondencia con la normativa, estructura y proceso del sistema de enseñanza y aprendizaje de la universidad, así como de los objetivos que se pretenden alcanzar.

Un cambio paradigmático del proceso educativo debe reflejarse en cada uno de los elementos que intervienen en la instrucción. Concretamente en la bimodalidad, esto tiene que ver, entre otras cosas, con la elaboración de materiales didácticos para el estudio. De acuerdo con García (2001), en este tipo de experiencias instruccionales la elaboración

cuidadosa y reflexiva de materiales didácticos es esencial en el proceso de enseñanza aprendizaje. La calidad así como el acceso efectivo a esos materiales son fundamentales cuando se trata de la eficiencia y efectividad del aprendizaje.

En tales contextos instruccionales, se produce el paso de un modelo de enseñanza centrado en el docente a otro centrado o focalizado en el estudiante. No deja de ser importante la enseñanza del docente, pero lo es más todavía que el estudiante aprenda. Esto tiene repercusiones en el docente quién asumirá roles de facilitador, orientador, mediador, y por tanto, este cambio debe visualizarse en la elaboración de los materiales para el estudio.

En Matemática, la trascendencia en la elaboración de los materiales de estudio apunta en que éstos orienten al estudiante, conduciéndolo a procesos reflexivos y de internalización, dejando a un lado los procesos memorísticos y repetitivos de los contenidos a ser estudiados. En este sentido, es necesario comprender la relación natural de interdependencia entre el sujeto y el objeto de estudio (contenidos de la asignatura), ya que los contenidos, al ser abordados por el estudiante, generan una percepción en la observación del sujeto y, recíprocamente, la presencia del observador afecta el resultado de la observación, siendo una etapa que se realiza inicialmente de manera individual.

Posteriormente, la interacción estudiante-estudiante y estudiante-docente, contribuye a la comprensión de los contenidos en estudio, hasta lograr criterios de validación comunes, aceptados por los participantes. Conviene destacar que los grados de dificultad o de naturaleza abstracta propios del contenido intervienen en el establecimiento de criterios de validación comunes.

Las ideas desarrolladas en líneas anteriores, develan la característica holográfica del modelo instruccional, colocando al estudiante como centro del proceso educativo, de acuerdo a los siguientes criterios: (a) cada participante tiene disponible la información total del proceso, en constante actualización y renovación en un tiempo prudente (materiales didácticos, enlaces con otras páginas Web, entre otros), (b) el estudiante como centro del proceso, lo reproduce y representa, modificando sus estructuras cognitivas, (c) a través de los recursos tecnológicos (tales como plataformas de aprendizajes, redes sociales, entre otros), la información se encuentra virtualmente disponible todo el tiempo, distribuida en forma de red en cada una de sus partes.

Siendo así, la experiencia de aprendizaje (en Matemática), desde la bimodalidad, sigue un modelo de causalidad circular retroactiva, no lineal, ni unidireccional, de acuerdo con el principio de retroalimentación. La experiencia de aprendizaje es desarrollada mediante actividades de retroalimentación (tareas, pruebas en línea formativas, foros de discusión, lecciones interactivas, chats, entre otros), ejerciendo acciones auto-equilibradoras y auto-reforzadoras del proceso educativo. En este sentido, Torres (2009) sostiene lo siguiente:

En el contexto de una organización reticular, la retroalimentación auto-equilibradora (auto-reforzadora) consiste en disminuir (aumentar) la diferencia entre la trayectoria programada y la trayectoria realmente lograda con el propósito de crear posibilidades para que la parte regulada evolucione de tal modo que su trayectoria se aproxime más a la prevista en el programa direccional (p.7)

El estudiante procesa la información tantas veces como se estime necesario, en un contexto donde no hay una situación objetivo absoluta y previamente determinada. Es decir, en el desarrollo de una actividad de aprendizaje se puede invitar al alumno a avanzar, mantenerse, o bien regresar. Cabe destacar que en esta dinámica el flujo informativo es permanente, permitiendo reafirmar la direccionalidad de una actividad o para corregir alguna situación que pudiera estar originando efectos desestabilizadores en el aprendizaje tales como fallas conceptuales, interpretación inadecuada de procedimientos, entre otros.

El principio de retroalimentación abre espacios para reconocer en el PGP la presencia de las relaciones metodológicas entre el conocimiento y la forma de acceso a éste, sugiriendo una nueva forma de planificación del proceso instruccional, que puede ser comprendida desde el principio del bucle recursivo. En la bimodalidad, se parte de un proceso de planificación (trayectoria programada); progresivamente es aplicada la modalidad, y durante esta experiencia, se logra una trayectoria real que puede o no coincidir con la trayectoria inicialmente programada. Las situaciones encontradas en la trayectoria real actúan como información que el docente, en su rol de mediador y facilitador, toma en consideración para “re-planificar y re-estructurar su planificación” de tal manera de reorientar el proceso instruccional en miras de lograr una trayectoria más próxima a la programada.

En el proceso, los estudiantes desarrollan su experiencia en forma autónoma, y a su vez, en forma inseparable de la necesaria dependencia del docente. La información

disponible es utilizada por el estudiante en el tiempo que lo cree conveniente, adaptándose a las normativas, reglas y condiciones establecidas en la planificación. Márquez (ob.cit.) afirma que en estas experiencias instruccionales: “el estudiante permanece en un estado de equilibrio inestable, en el cual se auto-organiza según la experiencia de aprendizaje” (p. 93).

De acuerdo con lo anterior, el estudiante asume una postura de reflexión permanente, relacionando los contenidos en estudio, y a su vez, en constante apertura para la construcción de nuevos conocimientos y generación de nuevos aprendizajes. Es decir, todo nuevo conocimiento se establece temporalmente, en armonía con los ya existentes, pero a su vez, es inestable ya que está dispuesto y organizado para cambiar en función de una re-estructuración de las partes constitutivas de la estructura cognitiva del sujeto que aprende.

En la semipresencialidad, el estudiante es invitado a ser participante activo en la modificación de sus procesos de pensamiento y en la construcción de sus estructuras cognitivas. En este contexto instruccional, el participante consume y produce información. En este sentido, la dinámica de aprendizaje se producirá mediante un proceso autopoiético, en el cual, los conocimientos retornan a la base de los conocimientos previos, convirtiéndose en un producto auto-constitutivo, auto-organizador y auto-productor. A través de la plataforma virtual de aprendizaje, el estudiante tendrá la información a ser estudiada a su disposición; luego esta información será consumida, y contribuirá en el aprendizaje para que éste genere nueva información y conocimiento.

La estructuración de la Matemática como cuerpo de conocimiento tiene un alto componente teórico, el cual debe ser comprendido por el estudiante en función de resolver problemas aplicando tales conocimientos. Azcárate y Camacho (2003) afirman que: “Aunque no sea posible establecer una distinción clara entre las Matemáticas elementales y las avanzadas, si se pueden señalar algunos rasgos distintivos, uno de los cuales es la complejidad de los contenidos y la forma de controlarla” (p. 137). El abordaje de los contenidos según el principio de autonomía-dependencia es dado por un proceso de auto-organización, el cual varía de acuerdo a la complejidad del objeto de conocimiento, y a la vez, la mediación del docente ayuda a controlar alguna dificultad u obstáculo del estudiante en dicha actividad.



Los contenidos presentan diversos grados de dificultad, conducentes a procesos de interrelación con los contenidos abordados previamente, más no es un proceso lineal. La adecuada asociación entre los tópicos conduce a la conformación de nuevos conocimientos, con grados de complejidad en progresivo aumento y evolución. En este proceso, el estudiante de manera reflexiva encontrará nociones contradictorias y aparentemente excluyentes. Sin embargo, necesarias y útiles para entender correctamente un concepto, un procedimiento o una propiedad, dialógicamente.

La aplicación del PGP exige al docente la apertura a nuevas estrategias didácticas y metodológicas en función de llevar a cabo la mediación en el aprendizaje del estudiante. Puede ocurrir que una determinada estrategia de aprendizaje en un intervalo de tiempo específico genere resultados satisfactorios, y después de transcurrido cierto tiempo, con esa misma estrategia, algunos estudiantes ya no respondan como al comienzo. Si el docente sostiene la estrategia, expondrá a una estabilidad de riesgo (equilibrio inestable) la dinámica del aprendizaje. Por su parte, el estudiante ha de desarrollar, durante la aplicación del PGP, competencias para reconocer estrategias de estudio favorables o no, según el objetivo de aprendizaje.

Así, en el proceso de aprendizaje, juega un rol crucial estudiantes y docente, para aplicar el PGP, trazando nuevas estrategias que puedan activar y regular el proceso. Según Ugas (2006), las estrategias deben ser no unidireccionales o determinísticas, abiertas, evolutivas, preparadas para lo imprevisto, lo nuevo, la innovación, de despliegue en situaciones aleatorias, e identificación y aprovechamiento de obstáculos y la diversidad, promotoras del aprendizaje a partir del error, entre otras.

Las estrategias en el contexto de la bimodalidad instruccional son cambiantes mientras se ejecuta el PGP, haciendo de la experiencia instruccional un proceso abierto, flexible y autorreferente como todo hecho educativo, y como proceso social.

## **REFLEXIONES FINALES**

La educación en la actualidad demanda profundas reflexiones por parte de los distintos actores sociales que intervienen en ella. Tales reflexiones conllevan a la visualización de la realidad educativa como compleja. Dentro de esta complejidad, la bimodalidad instruccional como opción que diversifica los escenarios de la educación universitaria con

el fin de lograr transformaciones progresivas en el campo de la enseñanza, particularmente en la instrucción. Dicha opción debe incluir en su marco referencial la aplicación de las TIC, la corriente del pensamiento complejo y el PGP.

El proceso de aprendizaje de la Matemática se asume como un proceso gradual, de construcción y reconstrucción, autorregulado, en el cual las actividades pertinentes de mediación y retroalimentación (equilibradora y reforzadora) potencian el aprendizaje en forma de ciclos virtuosos espira lados. En un contexto de bimodalidad, el PGP es planificado, desarrollado, y aplicado en función de que el estudiante, como centro del proceso educativo, logre progresivamente el aprendizaje del contenido de la síntesis abstracta de un concepto y de las secuencias presentes en los procedimientos algorítmicos, calculísticos y demostrativos. Dicho aprendizaje se expresa en cambios en el lenguaje, el pensamiento y la acción.

El PGP debe ser contextualizado en torno a la resolución de situaciones problemáticas reales incluyendo el modo en que se representan los problemas, los significados del lenguaje matemático y el modo en que se hacen conjeturas y razonamientos, de forma que los estudiantes puedan explorar, crear, adaptarse a condiciones alteradas e inestables y crear conocimientos nuevos en forma activa a lo largo de toda su vida.

Siendo así, es necesaria una visión transdisciplinaria de la educación que reconozca la presencia de lo matemático en las distintas áreas del saber, a fin de ir transformando la concepción de la enseñanza y aprendizaje de la Matemática de una manera aislada a una concepción integradora, unificadora, contextualizada y abierta.

En la Educación Universitaria es necesaria la formación de profesionales con un esquema de pensamiento que les permita incursionar competentemente en el panorama complejo de nuestra realidad. Por ello, es pertinente el diseño de una metodología de formación profesional, basadas fundamentalmente en estrategias, que promuevan una cultura y un modelo de pensamiento que vincule las matemáticas aplicadas, el manejo de la información y la creatividad en función de las competencias profesionales de formación, características esenciales de la sociedad actual informatizada, compleja y multidimensional.

En tal sentido, el PGP constituye una propuesta para aumentar el potencial de la bimodalidad, al presentar un enfoque adecuado a los requerimientos educativos de la

sociedad actual, propiciando la apertura de espacios para que los estudiantes logren vivir experiencias relacionadas con la Matemática, que en algunas circunstancias, pueden ser difíciles de reproducir con los medios tradicionales de enseñanza, mediante la realización de actividades de exploración en las que es posible la manipulación directa de los objetos matemáticos y sus interrelaciones, logrando así la conformación de una visión amplia de los objetos de conocimiento, mediante su participación activa.

Se pretende realizar un esfuerzo conducente a la superación de las metodologías de enseñanzas lineales, planificando el diseño de estrategias que faciliten la interacción del alumno con los conceptos matemáticos y que éste, como centro del proceso educativo, experimente, conjeture, generalice, deduzca, entre otras actividades propias del razonamiento matemático.

De allí, la necesidad de reflexiones sobre cómo abordar la enseñanza y aprendizaje de la Matemática en contextos de bimodalidad tomando en consideración la importancia en su aplicación para la solución de problemas prácticos en otras áreas específicas del saber. Tales reflexiones asociadas a las diferentes prácticas educativas es un paso necesario en la indagación sobre las relaciones existentes entre los modelos tecnológicos y pedagógicos que surgen de las potencialidades, donde las TIC vistas como un elemento complejizador de la realidad, pueden contribuir al desarrollo de modelos de enseñanza y aprendizaje.

Finalmente, es propicio resaltar la necesidad de realizar investigaciones vinculadas con el uso de modalidades instruccionales, asumiendo una perspectiva compleja de la realidad, a fin de construir un cuerpo teórico conceptual sobre las diversas relaciones existentes entre el aprendizaje de la Matemática y la correspondiente modalidad de estudio. Tales investigaciones deben estar adaptadas a las necesidades de conocimiento, dentro de distintos enfoques epistemológicos y con el empleo de metodologías cuantitativas, cualitativas o mixtas.

## REFERENCIAS

Angulo, P (2006). La enseñanza de la matemática: proceso versus resultado. *Educere*. [Revista en línea], 33 (10), Disponible: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S131649102006000200018&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S131649102006000200018&script=sci_arttext). [Consulta: Febrero, 2011]

- Azcárate, C. y Camacho, M. (2003). Sobre Investigación en didáctica del análisis matemático. *Boletín Asociación Matemática Venezolana*. Vol.2, N° 10.
- Cabrera, A. (2004). Edgar Morín y el Pensamiento de la complejidad. *Revistas ciencias de la Educación* [Revista en línea], 1 (23) Disponible en: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/a4n23/23-14.pdf>. [Consulta, Mayo 2010]
- Chiappe M y Guido L. (2009). El vínculo entre universidad e innovación educativa: indagaciones a partir del estudio de caso de una universidad argentina. Vol. 1, N° 50, pp. 1-11. Disponible: <http://www.rieoei.org/expe/2869Guido.pdf>. [Consulta, Marzo 2010]
- García, L (2001). **La Educación a distancia: de la teoría a la práctica**. Barcelona, España. Ariel.
- Márquez, G. (2007). *Efecto Diferencial e Interactivo de tres modalidades instruccionales y del conocimiento previo sobre el aprendizaje del Cálculo Integral*. Tesis doctoral publicada. UCLA-UNEXPO-UPEL, Barquisimeto.
- Morán, L. (2012). Blended-learning. Desafío y oportunidad para la educación actual. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 39. Disponible: [http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec39/blended\\_learning\\_desafio\\_oportunidad\\_educacion\\_actual.html](http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec39/blended_learning_desafio_oportunidad_educacion_actual.html). [Consulta: Marzo, 2012]
- Morín, E (1994). **Introducción al Pensamiento Complejo**. Barcelona, España: Gedisa.
- Ortíz, H. y Jiménez, F. (2006). La demostración: elemento vivo en la didáctica de la matemática. *Scientia Et Technica*. Vol.12, N° 31, p.237-240. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=84911639041> [Consulta: Diciembre, 2012]
- Parra, E. (2008). Uso de herramienta web en el aprendizaje de funciones matemáticas: una experiencia didáctica en el aula. *Revista Educare*. 12 (2), 9-28
- Paredes Z., Iglesias M. y Ortiz J. (2008). Los docentes y su formación inicial hacia el aula de matemática. Una propuesta con modelización y nuevas tecnologías. REICE. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. Vol. 3, N° 1, pp. 85-102. Disponible: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/551/55170107.pdf>. [Consulta: Marzo, 2011]
- Ruiz C.; Torelló O y Fernández J. (2008). El uso de un entorno virtual en la enseñanza superior: una experiencia en los estudios de pedagogía de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) y la Universidad Rovira i Virgili (URV). *Revista Iberoamericana de Educación*. Número 46. Disponible en: <http://www.rieoei.org/expe/2193RuizBuenov2.pdf> [Consulta, Febrero 2011]

Ruiz, C (2007). Enfoque estratégico de la educación superior en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.cies2007.eventos.usb.ve/memorias/ponencias/235.pdf>. [Consulta, Mayo 2010]

Torres, E (2006). La semipresencialidad un modelo educativo para la universidad en transición. *Ponencia presentada en el IV Congreso Internacional sobre Historia y Prospectiva de las Universidades en Europa y América*, organizado por la UPEL-IPB y realizado en Barquisimeto entre el 24 y 27 de Octubre de 2006.

Torres, E (2009). Complejidad y Postmodernidad: dos paradigmas emergentes. Principia, *Revista de Cultura* de la UCLA. N° 32, pp. 17-32

Ugas, G. (2006). **La complejidad. Un modo de pensar**. Ediciones Taller permanente de Estudios Epistemológicos en Ciencias Sociales (UCV). Venezuela.