



Un sistema complejo para estructurar situaciones problema en el sector mineroⁱ

Orlando Mesa Betancur

Asesor Metodológico, grupo ÍGNEA

Facultad de Minas

Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín

Presentación

Se presenta un esquema descriptivo de un modelo mediador para abordar problemas detectados en el sector minero dando prioridad a los elementos que consideramos más representativos en la elaboración de nuestros proyectos. Con anterioridad se han fijado los criterios, la normatividad, la necesidad y los requerimientos exigidos para detectar los problemas.

Usaremos la metodología propuesta; en primer, lugar para *identificar*, clasificar y ordenar los temas, tanto desde las fuentes de información directas como indirectas; en segundo lugar, para *implementar* las propuestas de intervención (capacitaciones, centros regionales de acción, organizaciones sociales, etc.) en los lugares de la minería y; en tercer lugar, para *evaluar* los procesos y los logros.

La identificación, la implementación y la evaluación actuarán sobre tres estados descriptivos:

- El estado de partida o iniciación del proyecto.
- El estado de las propuestas o análisis de los procesos y,
- El estado de los logros o contrastación frente a los objetivos.

El estado de partida es la descripción de la realidad percibida en cada variable considerada. Por ejemplo, los datos sobre la búsqueda, la obtención y el mercadeo del oro. También interesan los datos de las relaciones (mineros y propietarios de las minas, mineros y familias, mineros y medio ambiente natural, etc.)

Esta metodología nos permite incorporar las necesidades e intereses de los actores mineros en los diagnósticos y planteamiento de problemas, además del saber de los expertos.

El estado de las propuestas presenta el desarrollo o evolución de las implementaciones. De esta manera será posible incorporar, a tiempo, las correcciones, ampliaciones y modificaciones que la experiencia haga visibles.

El estado de los logros o productos es el indicador principal sobre la calidad del proyecto.



Los indicadores fundamentales serán todos los que permitan interpretar los cambios positivos de un estado A hacia un estado B. Es el análisis crítico a las respuestas encontradas mediante los procesos de intervención para reconocerlas, o no, como respuestas solución.

Finalmente, se hará uso de los medios y mediadores (clásicos y tecnológicos) según lo permitan los entornos físicos, económicos y socioculturales.

En síntesis, esta metodología se concibe y usa como un organismo vivo que también se cualifica a través de las experimentaciones.

Justificación

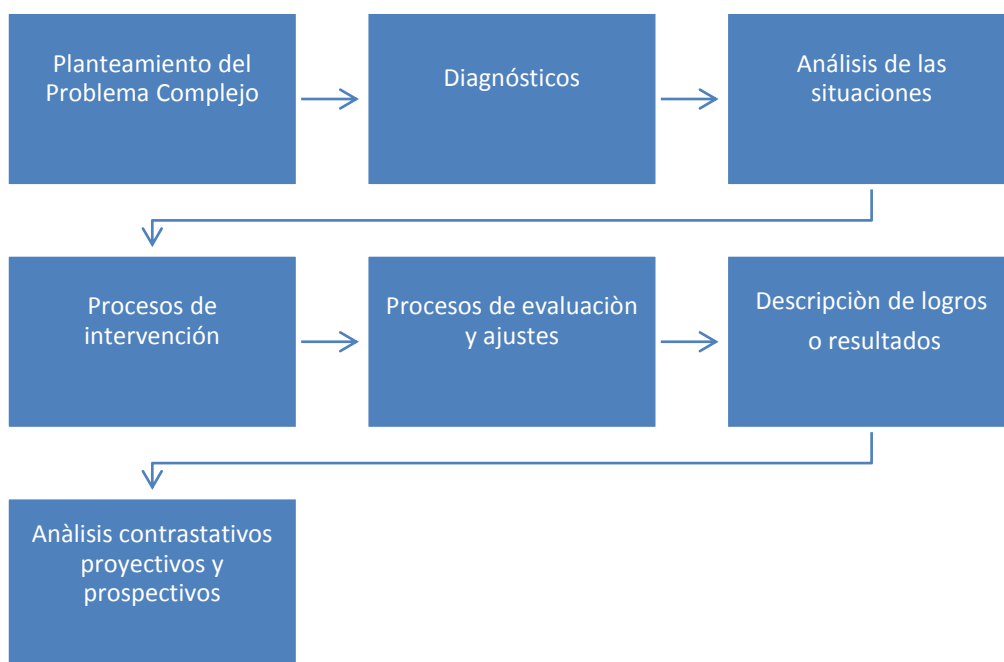
La descripción de los datos (informaciones), recogidos o implicados en los métodos de explotación minera, obliga a una sistematización y estructuración específicas que permita una intervención transparente y eficiente, desde el estado y las comunidades involucradas o involucrables.

La complejidad de la nube de datos, fundamentalmente por la variabilidad de las relaciones y las acciones, sugiere acoger unas definiciones y aplicaciones conscientes, tanto para describir significados y sentidos, como para ejercitar los procesos cognoscitivos y cognitivos que participan en el análisis y búsqueda de respuestas para los problemas detectados. Veamos una síntesis de las diferentes bitácoras que usaremos en los análisis, intervenciones y evaluaciones:

Fases (Bitácora general)

Siete (7) fases delimitan los contextos para transcurrir de lo abstracto (todavía no claro) a lo concreto (comprensión de la teoría y la práctica). El proyecto deberá ser la representación real de este proceso.

A continuación se presentan siete fases consideradas como fundamentales para la organización metodológica de nuestros proyectos:



Bitácora específica

Cada fase será descrita y organizada utilizando, como mediador, el concepto de Sistema (S), entendido como la tripleta $A; \{R\}; \{O\}$ en donde A es un conjunto de elementos, $\{R\}$ es un conjunto de relaciones y $\{O\}$ es un conjunto de operaciones (acciones en este caso).

Es claro que la bitácora general origina un gran sistema, en donde sus elementos (fases) están constituidos por varios subsistemas específicos con sus relaciones y acciones particulares. Veamos una síntesis para estos procesos:

Planteamiento del problema complejo

El problema de la explotación minera (oro) en el bajo cauca requiere considerar el conjunto de los problemas específicos que lo sistematizan y estructuran. Cada problema específico se abordará con una estrategia, integradora y flexible, que no sólo facilite la aplicación del proyecto, sino que permita historiarlo críticamente. La estrategia consiste en el uso de un modelo para el concepto de situación problémica que se resume a continuación.

Modelo de situación problémica

Una situación problema es un espacio de interrogantes en donde existen preguntas abiertas, preguntas de respuesta cerrada y preguntas que obligan a la creatividad.

Dados un objeto, una situación o un fenómeno existen dos actitudes básicas: la pasiva, que puede variar entre la aceptación y la indiferencia, y la activa que implica una interacción con el



observador y que se manifiesta a través de reacciones emotivas (sorpresa, asombro, satisfacción, rechazo,...) o cognoscitivas (interrogantes sobre explicaciones y acciones existentes o hipotéticas).

La interacción de los seres humanos está ligada muy de cerca con la movilización del pensamiento. Cuando una persona se queda en el estado potencial en el que se encuentra y se dedica a aprender, solo a recoger información —como lo hace un ordenador—, nunca podrá transformar realmente su inteligencia.

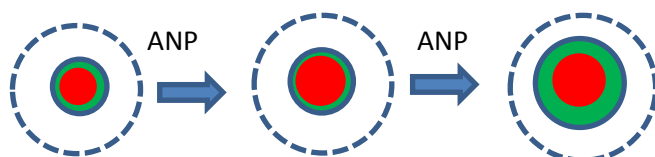
Los interrogantes que constituyen *una situación problema* se originan frente a objetos, situaciones o fenómenos para los cuales buscamos respuestas que exigen superar un estado de desequilibrio.

En la situación problema convergen, tanto los interrogantes para los cuales existen respuestas aceptadas por la cultura, como los interrogantes para los cuales es necesario aplicar procesos de intervención que exigen descubrimientos y/o invenciones.

De lo anterior se desprenden dos posibilidades para el crecimiento cultural:

Aprendizajes no problemáticos (ANP) y Aprendizajes orientados hacia una movilización positiva del pensamiento.

Esquemáticamente, los aprendizajes no problemáticos se limitan a una acumulación de conocimientos con muy poca movilización de la inteligencia:



Los círculos *verdes* representan los cambios acumulativos del pensamiento (mayor cultura).

Los círculos *rojos* representan los cambios de la inteligencia (pocos, debido al carácter no significativo de los procedimientos para buscar las respuestas).

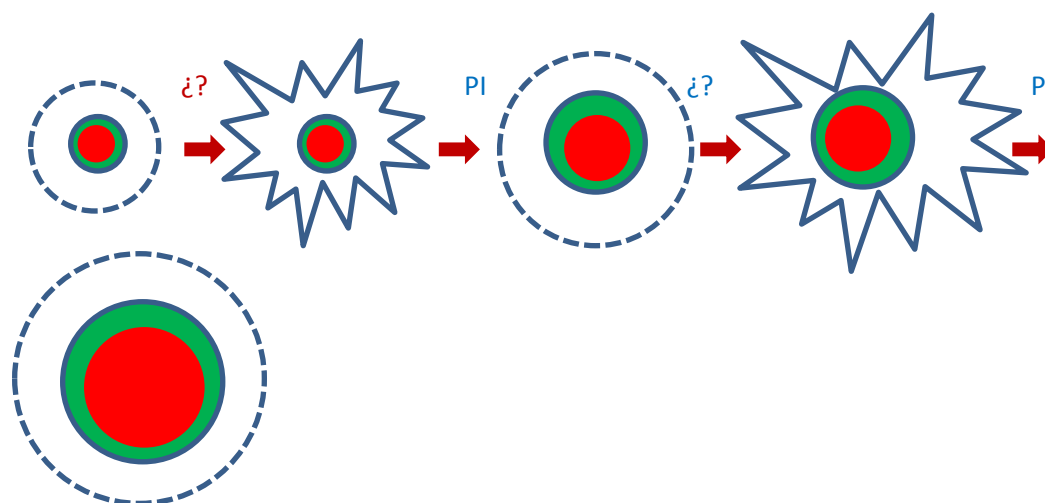
Los círculos punteados representan los estados de equilibrio cognoscitivo (prácticamente constantes). El esquema anterior es irrelevante, dada la dificultad y la falta de necesidad para competir con un ordenador en cuanto a cantidad de memorización de datos. Tampoco se entiende cómo enseñar a pensar o a resolver problemas.

Aprendizajes hacia una movilización positiva de la inteligencia



La metodología de situación problema propone un *estado cognoscitivo cualificado positivamente*. La inteligencia humana se modifica cuando un interrogante le ayuda a superar un estado de desequilibrio hallando una respuesta mediante un Proceso de Intervención (PI) que lo equilibre nuevamente. Es ahí donde está el detalle, entre las posibilidades de permanecer con un estado potencial básico o avanzar hacia un estado cognoscitivo mejor:

En el PI hay un potencial para cada individuo o grupo de auto-interrogarse y de apoyarse en las ayudas que le brinda el exterior: teorías, docentes, escuelas y otros recursos.



Los interrogantes (¿?) significan el planteamiento de verdaderos problemas que exigen un proceso de intervención (PI) con movilización de la inteligencia (Rojo) y el pensamiento (verde)

Para que exista un problema es necesario: indagar ¿qué sabe el individuo?, estar seguro de que sí es un problema, es decir, que no exista una respuesta inmediata ya que si no hay un esfuerzo el problema no existe; pero que sí tenga una respuesta posible, de lo contrario puede generar frustración y resistencia a retos futuros.

Desde la metodología se considera que aprender a preguntar es más importante que cualquier otra cosa, es el potenciador de la movilidad del pensamiento ya que se cimientan potencialidades futuras. Quienes sólo encuentran respuestas son seres que habitualmente actúan de manera mecánica.

La movilización del pensamiento y la aplicación de situaciones problema requieren de textos y contextos flexibles, apropiables y modificables.



Las preguntas abiertas buscan recoger la información disponible en los observadores para hacer explícitos los significados actuales. Es el elemento inicial y necesario para plantear *las preguntas de respuesta cerrada*; esto es, las que permiten acceder a la información cultural acumulada o histórica.

Las preguntas que obligan a la creatividad tienen una relación fuertemente estructurada con el pensamiento científico e inventivo que se origina en los procesos cognoscitivos abductivos; es decir, aquellos que construyen hipótesis que deberán ser sometidas a procesos inductivos (experimentales) y deductivos formales o argumentativos en general.

Escenarios para diseñar situaciones problema

El establecimiento de categorías es una estrategia eficaz para clasificar y ordenar (pensamiento lógico) situaciones problema. Aceptemos los siguientes escenarios:

Escenarios de los saberes específicos

Se construyen *mediante redes conceptuales* para apropiarse de significado y sentido a los temas en consideración.

Cualquier sector del conocimiento – científico o no – es sistematizable y estructurable de acuerdo con su epistemología o los requerimientos para ser usado. Gracias a los avances tecnológicos podemos dar prioridad a los procesos y los análisis sobre las informaciones.

Escenarios socio culturales

Contienen las temáticas vinculadas con situaciones vitales para las personas y demás especies cohabitantes. Les son propios los problemas ambientales, los educativos, los de salud, los de trabajo, los de vivencia, los de costumbres,...

Escenarios imaginarios

Las perspectivas que originan los sueños y los deseos facilitan la invención de objetos, situaciones o fenómenos para orientar acciones y procesos hacia un mundo mejor.

Escenarios probabilísticos

Poseen los intereses prospectivos que interpretan el futuro según los estados actuales y el futuro a partir de nuevos estados.

Componentes de una situación problema

En la siguiente figura se presentan las componentes fundamentales para el diseño de una situación problema.



Nuestro modelo de situación problema nos permite abordar los temas a tratar integrando sus componentes básicos (nodales) mediante análisis infralógicos y lógicos (pensamiento matemático). Infralógicos, considerando las relaciones entre las partes entre sí y de las partes con el todo. Lógicos, recurriendo a las clasificaciones, categorizaciones y ordenamientos posibles.



- Las componentes “1 y 2” se obtienen de las dos primeras fases, inicialmente citadas.
- La componente “3” (selección de motivos) responde a los siguientes conceptos:

Un motivo es cualquier, objeto, fenómeno, situación o idea que permita presentar los tres tipos de interrogantes que desencadenen la situación problema. Desde una visión subjetiva, los motivos deberán interesar y comprometer a los individuos participantes para “hacer suyos los problemas tratados”.

Los escenarios son los referentes principales para crear motivos. Por ejemplo, para motivar la participación de los mineros en la capacitación requerida, un motivo es la posibilidad de *mejorar los ingresos* mediante ella.

- La componente “4” (redes conceptuales) es la respuesta del saber específico para plantear y buscar las respuestas al problema.
- La componente “5” (procesos de intervención) son la consecuencia de la fase “análisis de las situaciones” y de la aplicación de los tres tipos de preguntas, puesto que las preguntas abiertas nos informan sobre el saber de los actores mineros, las preguntas



de respuesta cerrada orientan el aprendizaje y, las creativas incitan a la participación en la búsqueda de nuevas respuestas.

El uso de la tecnología es una gran oportunidad ya que se pueden utilizar múltiples recursos como ordenadores (en línea o fuera de línea) y dispositivos móviles como teléfonos inteligentes (smart phones) o tabletas (tablets) junto con recursos apropiados para realizar actividades, simulaciones, narraciones, experimentos y creaciones artísticas de forma virtual. El término genérico con el que se conoce estos recursos es el de Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) y el lugar donde se interactúa de forma virtual es conocido como Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA).

- La componente “6” (estados de complejidad). Esta componente es la más difícil, sino imposible, de definir con buena exactitud. Es preferible acoger algunas interpretaciones orientadas hacia el significado y sentido de las redes conceptuales, de la intervención y de la evaluación de los productos obtenidos, en el proyecto.

La cantidad y características de las variables y sus relaciones en una problemática sociocultural como la minera, además de las más complejas relaciones entre los subsistemas considerados, obliga a una fijación transitoria de límites para comprender de qué se está hablando y qué logros son esperados. Así, todo objeto, situación o fenómeno posee una complejidad cuya existencia es independiente del observador y una complejidad reconocida o construida por el observador. Es esta última la que nos permite analizar, representar y actuar, sobre todo para obtener entropía negativa o reducción del caos reconocido.

- La componente 7 (procesos evaluativos) se asume durante dos tiempos diferentes:
 - 1) Durante el proceso de intervención, para poderlo aceptar o corregirlo y,
 - 2) En un momento final relativo, para contrastar los resultados frente a los propósitos.
- La componente “8” (proyecciones y prospectivas). Las proyecciones son las propuestas para ampliar, profundizar y extender los proyectos; y las prospectivas son las visiones para el futuro deseado o soñado.

Usos de la realidad virtual como mediadoraⁱⁱ

La movilización del pensamiento y la aplicación de situaciones problema requieren de textos y contextos flexibles, apropiables y modificables, donde docentes y estudiantes puedan tener el mayor protagonismo. Algunos contenidos digitales tienen las características necesarias para configurar el llamado nuevo texto escolar, para ello es necesario integrarlo a entornos de interacción que los complementen. Ahora es común el uso de recursos en línea como los seminarios Web (Webinar), el aula virtual (Tareanet es un ejemplo) y otras herramientas que permiten al estudiante realizar actividades, simulaciones, narraciones, experimentos y creaciones artísticas. Son una gran variedad de recursos que propician trabajo en virtualidad



en el aula, pueden ser ordenadores en línea o fuera de línea y algunos dispositivos móviles como teléfonos inteligentes (smart phones) o tabletas (tablets).

Los términos genéricos con que se conocen estos recursos son Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) y Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA),

El énfasis de los OVA que usaremos en nuestros proyectos está dirigido hacia aquellos recursos que se puedan utilizar en sitio en línea con los cuales un estudiante (minero o no) pueda interactuar directamente. Además el OVA debe tener una estructura de información - metadato- para facilitar su almacenamiento, identificación y recuperación; esto es imprescindible debido a que los soportes donde este se encuentra son electrónicos y su acceso es digital, características que también tienen los recursos en la virtualidad. Los metadatos son un recurso muy similar al utilizado en una biblioteca para caracterizar cada libro y facilitar su búsqueda: se tiene autor, fecha de edición, editorial, grupo académico que lo produce, tema, subtemas, entre otros. También existen otros metadatos que son específicos de los objetos electrónicos, por ejemplo, si su estructura es lineal o hipertextual, si es multimedial, si tiene videos, animaciones, si incluye actividades evaluativas.

Toda esta información va a permitir a los usuarios ubicar y recuperar fácilmente cada OVA cuando es requerido, ya que en lo posible le brindarán información clarificante, es decir, a quién está dirigido, para qué sirve, cuál es su metodología, cuál es su intencionalidad pedagógica, si es un OVA para visualizar, si es un OVA para experimentar, etc.

Ahora es necesario precisar ambos conceptos: OVA y AVA, desde la perspectiva del proyecto. Se representa el AVA como un entorno relacional de personas y recursos, con una dinámica y una metodología de trabajo, en el cual están contemplados los siguientes conceptos:

- La interacción, los cursos, las actividades y también las herramientas de comunicación.
- La representación de los espacios físicos como el aula, la biblioteca, el taller, el laboratorio,
- Los elementos de contextualización que estarían dentro de la dinámica y la metodología de trabajo, de acuerdo a la edad, género, aspectos sociales y culturales, más las relaciones que se dan con un número determinado de estudiantes.

En el caso de los OVA, éstos se han abordado desde una mirada más cercana a lo que ya proponía Seymour Papert en “Desafío a la Mente”. Esto es por la capacidad que tienen los ordenadores y sus objetos virtuales de representar y desarrollar la mente. Algunos de los ejemplos más sofisticados son la representación de realidades existentes como en los simuladores o la representación de nuevas realidades como en los videojuegos narrativos en los que el usuario es autor. Los OVA como se conciben ahora son objetos para poder hacer, pensar, actuar y para lograr una buena apropiación cognoscitiva; son objetos para representar e interactuar en un entorno educativo particular; son objetos para la movilización del pensamiento según el planteamiento del profesor autor de este artículo.

Para lograr un buen proceso de enseñanza aprendizaje en la virtualidad se requiere tener los OVA y los AVA apropiados.



La educación siempre es presencial... Sólo que a veces la presencia es virtual

Esta frase hace parte de la estructura de la filosofía del proyecto para el trabajo en virtualidad. Se habla de una experiencia virtual, cuando es significativamente similar a la que se vive en el mundo natural, si se dieran las circunstancias. Es más, dicha experiencia debería poder movilizarse para ser útil allí, en el mundo natural. La virtualidad en si, debe verse como otra forma de hacer real el aprendizaje; sin que se tenga que reemplazar.

Un seminario Web (Webinar), tiene muchas de las características de un seminario real: están presentes la imagen de la presentación (escritorio con cualquier recurso o aplicación); el presentador, el cual inicia con el micrófono; los asistentes; y los moderadores que pueden entregar la palabra a algún asistente cuando la solicite. Además integra otros recursos como chat, consultas, estadísticas, etc. Con esta herramienta se tiene un control sobre la participación de la gente, que difícilmente se tendría en un seminario presencial en un mismo espacio físico

Glosario (de acuerdo con los significados y sentidos asumidos para la propuesta)

Abstracto: Esquema de un sistema, antes de precisar un significado y un sentido que permitan la comprensión esperada.

Análisis contrastativo: comparación de la relación entre la realidad planeada y la realidad obtenida.

Análisis prospectivo: Interpretación del proyecto hacia un estado futuro, deseado, imaginado o soñado.

Análisis proyectivo: presentación de posibilidades para ampliar, profundizar o transformar un proyecto.

Bitácora: Registro de planes, tareas, pasos, logros, rutas para los procesos que constituyen el diseño, aplicación, logros y evaluación de un proyecto.

Concreto: Lo que es claro o evidente para el observador.

Complejidad: conjunto de características o propiedades de los objetos, las relaciones y las operaciones de un sistema.

Diagnóstico: recolección de datos de acuerdo con una teoría que permita evaluarlos.

Metodología: Procedimiento o conjunto de procedimientos para llegar a un propósito.

Modelo mediador: Para nuestros propósitos un modelo mediador es la representación teórica de un sistema de conceptos, sus relaciones y las acciones definidas entre ellos.



Problema complejo: Organización en una totalidad de un conjunto de problemas específicos o particulares.

Problema: Pregunta frente a un objeto, situación o fenómeno para la cual no disponemos de una respuesta inmediata pero sí existe una respuesta posible. Lo que es problema para un individuo o grupo de personas puede no serlo para otro u otros.

Sistema: Un sistema estará definido cuando existan, mínimamente, dos componentes:

- Un conjunto de objetos y,
- Un conjunto de relaciones entre ellos.

Nota: Generalmente se construyen o interpretan sistemas con tres componentes, agregando un conjunto de operaciones.

Bibliografía

Puesto que esta propuesta se ha venido elaborando durante 25 años, sólo se presentan algunas referencias que pueden ser útiles para ampliar algunos conceptos fundamentales.

Ausubel, Novack y Hannesian: "Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo" Ed. Trillas, México, D.F., 1989.

Bruner, J. S. (1994). *Realidad Mental y Mundos Posibles: Los Actos de la Imaginación que dan Sentido a la Experiencia*. (S. . Editorial Gedisa, Ed.).

Bruner, Jerome. (1995). *Desarrollo Cognitivo y Educación*. Madrid: Ediciones Morata.

Bruner, Jerome. (1990). *ctos de significado*. Alianza.

Bruner, Jerome. (1998). *Realidad mental y mundos posibles*. Gedisa, Barcelona.

Galagousky, L. R.: "Redes conceptuales: Bases teóricas e implicaciones para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias". En *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, España, N° 5 1987.

Gonzalez, Garcia F. M.: "Los Mapas Conceptuales de J.D. Novack como instrumentos para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales". En: *Revista Enseña de las Ciencias*, Barcelona, España, N° 10, 1992.



Heimlich, J. Y Pyttelman, S.: "Estudiar en el aula: El Mapa Semántico" Ed. Sigue, Argentina, 1991.

Mesa, O., Mesa, J. E., Valencia, J. H., & Mejía, J. F. (2011). *Escenarios en Didáctica y Virtualidad: Programa pionero para la construcción OVA por parte de los docentes de educación básica en el departamento de Antioquia* (p. 90). Medellín, Colombia: Editorial Praxis.

Mesa, Orlando ; Uribe, C. (2001). *Cómo construir pensamiento matemático en la básica primaria*. (pp. 11–13). Escuela Normal Superior María Auxiliadora de Copacabana.

Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*. (B. B. New York, Ed.) (Second Edi., p. 252).

PAPERT, Seymour. (1982). *Desafío a la mente*. Buenos Aires: Ediciones Galápagos.

Rodríguez, M. (2008). El Plan Nacional de TIC 2008-2019. *Revista Sistemas de la ACIS*, 104 (Enero - Marzo).

Turkle, S. (1995). *Life on the Screen: Identity in the Age of the Internet* (p. 347). New York: Simon & Schuster.

ⁱ Esta propuesta metodológica se ofrece después de un análisis exhaustivo al "Plan de desarrollo del laboratorio de observación", del grupo ÍGNEA que dirige el ingeniero y doctor Antonio Romero Hernández en la Universidad Nacional de Medellín.

ⁱⁱ Se presenta la parte de un texto ya publicado por el autor y otros "*Escenarios en Didáctica y Virtualidad...*". Ver bibliografía anterior.