

Estudio de Estructuras Artificiales: Actividad Tecnológica Escolar por Resolución de Problemas y Alineamiento Constructivo

Juan Serrano¹, Rafael Cristancho², Manuel Soler³

¹ Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas I.E.D., Bogotá, Colombia

² Colegio Técnico Benjamin Herrera I.E.D., Bogotá, Colombia.

³ Docente de Maestría Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá, Colombia

serranoss@gmail.com, rafael.cristancho@gmail.com, maguiso5@hotmail.com

Resumen

Esta contribución académica, busca proponer solución a un problema de diseño, fundamentado en la construcción de estructuras en espagueti. Ha sido planteado desde la perspectiva del alineamiento constructivo y la resolución de problemas, mediadas por el desarrollo de una Actividad Tecnológica Escolar (ATE), y el uso adecuado de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). La propuesta se desarrolló en cuatro etapas: comprender el problema, concebir un plan, ejecutar el plan y revisar los resultados. Las conclusiones destacan que: el desarrollo de ATE es una oportunidad práctica que favorece la reflexión y la acción hacia la tecnología. Al llevar a cabo la experiencia diseñada, los estudiantes se enfrentan a situaciones que exigen la comprensión de principios teóricos y reflejan sus aprendizajes llegando a construir conocimientos relacionales y funcionales; y, que los objetivos, acciones y resultados atienden al mismo propósito, permitiendo el enfoque profundo de aprendizaje de la tecnología.

Palabras clave: Alineamiento Constructivo, Actividad Tecnológica Escolar, Estructuras Artificiales, Educación en Tecnología.

Abstract

This academic contribution, seeks to propose solution to a design problem, based on building structures in spaghetti. It has been posed from the perspective of constructive alignment and problem resolution, mediated by the development of a School Technology Activity (STA), and proper use of Information and Communication Technologies (ICT). The proposal was developed in four stages: understand the problem, devise a plan, execute the plan and revise the results.

The conclusions stand out that: the development of STA is a practical opportunity which favors reflection and action towards technology; to carry out the experience designed, students face situations that require an understanding of theoretical principles and reflect their learning coming to build relational and functional knowledge; and, the objectives, actions and results serve the same purpose, allowing deep learning approach of the technology.

KeyWords: Constructive Alignment, School Technology Activity, Artificial Structures, Technology Education

1. Introducción

La presente experiencia de implementación del alineamiento constructivo y resolución de problemas, mediadas por Actividades Tecnológicas Escolares ATE, y el uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC; surge de la necesidad de encontrar nuevas alternativas didácticas para el aprendizaje de la tecnología, y la comprensión de temáticas fundamentales de diseño. Se trabajó con 18 estudiantes de grado décimo de la especialidad de Dibujo Técnico, del Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas I.E.D. El tema central de la estrategia, es el desarrollo de una Actividad Tecnológica Escolar ATE, centrada en el estudio de estructuras artificiales. Se busca relacionar el conocimiento escolar, con el que fundamenta el funcionamiento de los artefactos tecnológicos del mundo real.

2. Contextualización

2.1 Objetivo

Proponer solución a un problema de diseño, planteado a través de la elaboración de una estructura en espagueti, que permita la comprensión del funcionamiento de

estructuras reales, realizando intervención pedagógica desde la visión del alineamiento constructivo, la Resolución de problemas (en adelante RP) y el uso de TIC.

2.2 El problema

Las instituciones educativas en Colombia se identifican por promover aprendizajes poco efectivos, monótonos y mecánicos. Generalmente a los estudiantes se les dificulta resolver problemas, no muestran autonomía al plantear e intentar resolverlos, poseen dificultades al alcanzar competencias que les permiten ser propositivos ante problemas tecnológicos y de otra índole, presentan inconvenientes al aplicar los conocimientos construidos en clase en proyectos prácticos, así como vender o defender sus productos o entregables realizados en la escuela; al respecto, Gómez [7], afirma que:

“En la experiencia educativa en el nivel medio se privilegia comúnmente una modalidad de aprendizaje abstracto y pasivo, limitado a libros, textos y tableros, carente de oportunidades de experimentación, medición, comprobación de hipótesis, articulación entre teoría y práctica. Esta modalidad de aprendizaje puede ser caracterizada como 'intelectualista' y es la expresión de modelos socio-culturales de división y separación entre el trabajo intelectual y el trabajo práctico o aplicado. Este tipo de educación es de menores costos relativos, no requiere grandes inversiones en equipos, herramientas, talleres o laboratorios, pero tampoco es eficaz en la formación del pensamiento y la práctica de las Ciencias y las Tecnologías modernas”. [7]

Este hecho se suma a que la escuela esta desvinculada de los contextos académicos postsecundarios y productivos del país, no se tienen en cuenta los conocimientos y procesos productivos que se llevan a cabo fuera de la escuela secundaria, para desde allí promover la formación de los estudiantes. Las instituciones educativas, generalmente preparan a los estudiantes promoviendo un enfoque superficial de aprendizaje, preocupándose en abarcar la mayor cantidad de temas, sin tener en cuenta la comprensión y el tipo de conocimiento que se origina.

Por otro lado el I.T.I. Francisco José de Caldas I.E.D. no posee una línea pedagógica unificada, lo cual incide de forma negativa en la manera como se dan los procesos de enseñanza y aprendizaje; asimismo, la institución dedica gran cantidad de tiempo a preparar a los estudiantes para presentar pruebas externas, como SABER o PISA que no miden para nada la calidad de la educación técnica y/o tecnológica que ofrece la institución, su estructura favorece el enfoque de aprendizaje superficial, ya que se miden habilidades memorísticas que son descontextualizadas de las realidades de los estudiantes.

Además, los estudiantes matriculados en la especialidad de Dibujo Técnico son personas que se inscriben por intereses y gustos propios, en su mayoría pasan por un

proceso de selección que tiene en cuenta principalmente los gustos, intereses y condiciones de desempeño, hábiles en el manejo de un lenguaje visual y en la administración de herramientas digitales para la representación de objetos e ideas. No obstante, al mismo tiempo son estudiantes con dificultades en el conocimiento declarativo y procedimental matemático, factor que dificulta el cálculo de estructuras, máquinas, mecanismos, entre otros y la posibilidad de proponer soluciones viables en el desarrollo de proyectos.

Al enfrentar didácticas con enfoques de aprendizaje profundo los estudiantes se ven obligados a comprender lo que se plantea en los contenidos para llegar a proponer soluciones viables a los proyectos a desarrollar, de allí que la pregunta de investigación es:

¿De qué manera el desarrollo de una estrategia didáctica basada en el alineamiento constructivo, la RP y el uso de TIC inciden en el aprendizaje profundo de la tecnología en estudiantes de grado décimo del I.T.I. Francisco José de Caldas I.E.D.?

2.3 Justificación

Al proponer el aprendizaje de la tecnología, y el desarrollo de competencias específicas en la especialidad de Dibujo Técnico en el I.T.I. Francisco José de Caldas I.E.D, se observa como los estudiantes asumen actitudes negativas hacia el cumplimiento de las tareas o retos, haciéndose necesario proponer nuevas alternativas didácticas, tendientes al desarrollo de actividades que permitan que los estudiantes se enfrenten a problemas contextualizados, relacionados con la representación gráfica y el manejo adecuado de un lenguaje visual técnico, usados actualmente en la vida postsecundaria. Las actitudes negativas hacia el desarrollo de proyectos, desfavorece la oportunidad de relacionar los conocimientos declarativos y procedimentales en los estudiantes, con la construcción de conocimientos funcionales que puedan ser llevados a contextos especializados presentes y/o futuros.

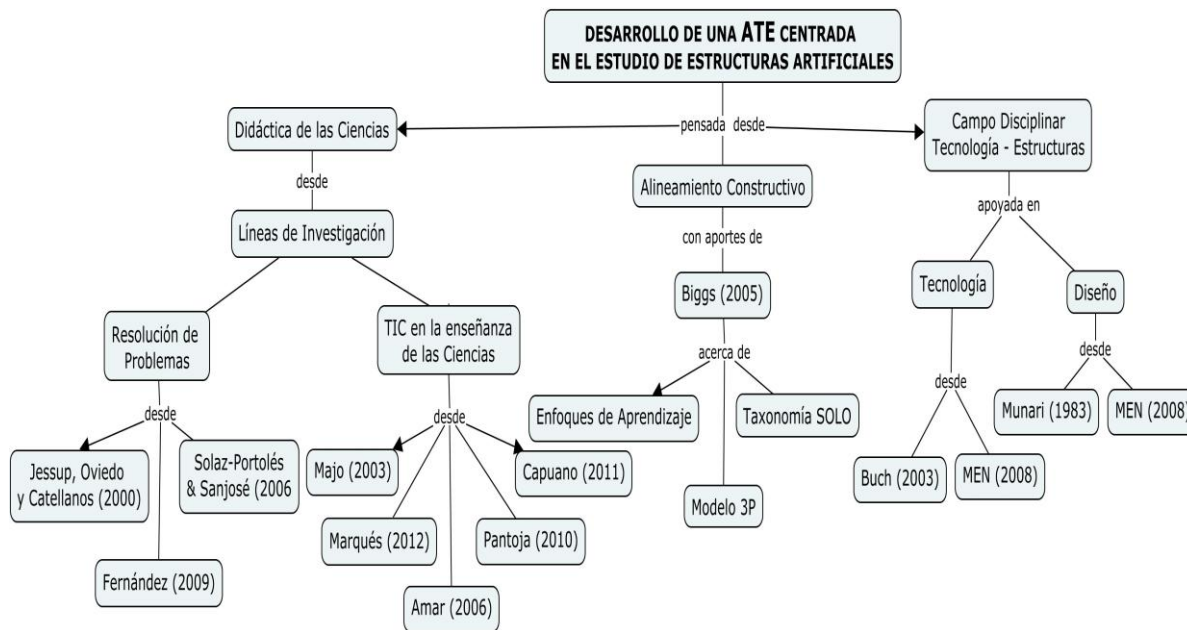
Sin embargo, desarrollar el tema de estructuras artificiales, a partir de los planteamientos del alineamiento constructivo y la RP, abre una perspectiva de trabajo diferente, donde los estudiantes tienen la oportunidad de aprender desde sus conocimientos previos y de revisar información seleccionada por el profesor para mejorar el aprendizaje sobre los temas relacionados con la ATE propuesta. Es entonces, una oportunidad para que el profesor contribuya con la solución de problemas tecnológicos, de manera diferenciada y atendiendo a necesidades específicas de cada estudiante o grupo de trabajo. El enfoque de aprendizaje profundo mediado por el desarrollo de ATE, el trabajo por RP y uso de TIC, a través de la utilización de un ambiente virtual de aprendizaje (en adelante AVA), cambia la atmosfera en que se da el proceso, promueve la participación de los estudiantes y mejora los procesos de enseñanza del profesor. Esto genera

nuevas didácticas que pueden servir a otras asignaturas, proponiendo una perspectiva diferente de trabajo a la comunidad de profesores del campo técnico y/o académico. Es una forma diferente de llevar a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje, que puede producir cambios de actitud de los estudiantes y por ende una mejora de los productos y aprendizajes a desarrollar, ver anexo 2.

3. Fundamentación Teórica

La experiencia de aula se fundamenta en referentes teóricos desde el alineamiento constructivo, las líneas de investigación de la Didáctica de las Ciencias como son RP y el uso de TIC en la enseñanza de las ciencias y desde conocimientos específicos de la educación en tecnología como el diseño, las estructuras y las ATE. El mapa conceptual de la figura 1 relaciona los constructos, autores y tópicos de cada componente.

Figura 1. Relación de constructos y autores que apoyan la AT



3.1 Resolución de problemas

Con respecto a la RP, se han tenido en cuenta los aportes de investigadores y estudiosos sobre el tema como: Fernández, quien ve a la RP como posibilidad estratégica para realizar trabajos prácticos que posibilitan llegar a mejorar en los estudiantes conocimientos relacionados con lo procedimental, metodológico y epistemológico. Al mismo tiempo, es de tener en cuenta la perspectiva de la RP como habilidad que permite a la gente común aproximarse a la forma de pensar y de actuar de los científicos; se convierte en una gran oportunidad didáctica, que puede traer consigo posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje de la tecnología o cualquier otra disciplina, cuando un estudiante enfrenta un problema, realiza tareas conceptuales y prácticas de cualquier científico, diseñador o ingeniero; y, tiene que hacer uso de una gama de conocimientos que bien estructurados pueden llevarlo a ser sobresaliente en cualquier disciplina del conocimiento humano[5]. La RP para Jessup, Oviedo & Castellanos es vista como:

“un proceso mediante el cual, una persona que se enfrenta a un problema, trata de identificarlo, de delimitarlo, de explorar posibilidades de resolverlo, de elegir las estrategias adecuadas para lograrlo a

partir de sus desarrollos individuales, de llevarlas a la práctica mediante la aplicación de métodos y técnicas apropiados”. [6]

Además, Solaz-Portolés & Sanjosé aportan el reconocimiento de los saberes previos, a la hora de trabajar con RP y proponen la mejora de estrategias para trabajar desde esta perspectiva, reconociendo al conocimiento declarativo como factor determinante para alcanzar nexos conceptuales en las estrategia cognitiva de los estudiantes [14].

En esta experiencia de aula, se tienen en cuenta los aportes de Polya, quien visualiza a la RP, desde lo procedimental, como una serie de etapas encadenadas que permiten alcanzar la habilidad de resolución de problemas. Lo ideal es que las etapas respondan a una intención pedagógica pensada y propuesta de antemano por el profesor [13], de acuerdo a Polya, dichas actividades deben ser organizadas de manera ordenada donde [13]:

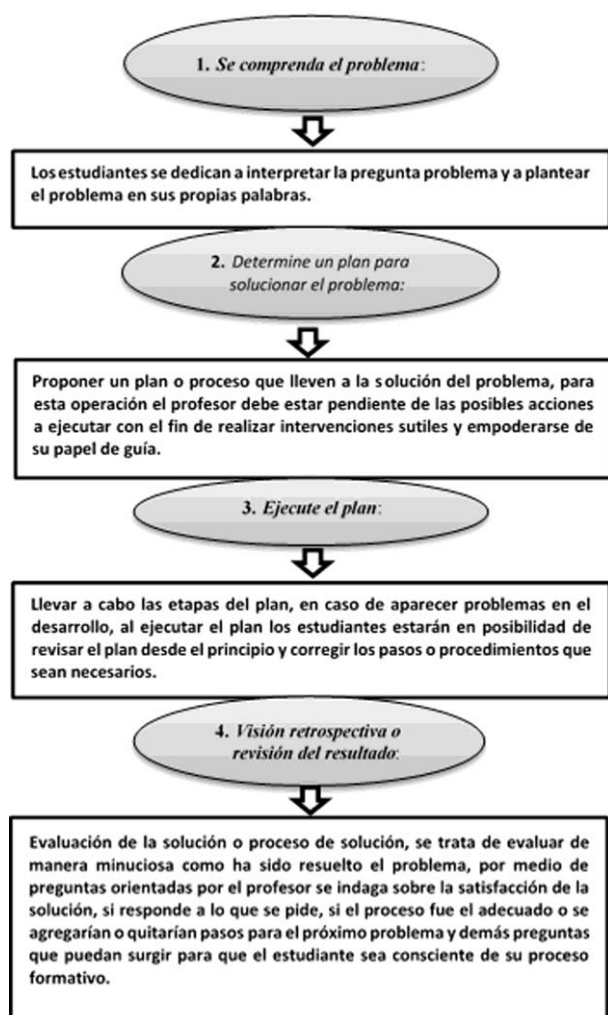


Figura 2. Esquema procedimental para resolver un problema, Polya (1965)

3.2. TIC

Con respecto a las TIC en la enseñanza de las ciencias se tienen en cuenta aportes importantes de investigadores preocupados sobre el tema como: Marqués, quien afirma que las TIC emergen de la sociedad de la información, impulsadas por un vertiginoso avance científico en un marco socio-económico neoliberal -globalizador, conllevando cambios que alcanzan todos los ámbitos de la actividad humana. Sus efectos se manifiestan a todo nivel, sugiere revisión desde la razón de ser de la escuela y demás instituciones educativas, hasta la formación básica que precisamos las personas, la forma de enseñar y de aprender, la infraestructura y los medios que utilizamos para ello, la estructura organizativa de los centros y su cultura. Sería ingenuo hablar de procesos educativos y didácticas, sin tener en cuenta la constante evolución de las TIC [9].

Apoyando el pensamiento sobre las TIC, Majó indica que además de producir unos cambios en la escuela producen un cambio en el entorno, y como la escuela lo

que pretende es preparar a la gente para este entorno, si éste cambia, la actividad de la escuela tiene que cambiar [8]. Según Amar la utilización de las TIC aplicadas a la educación debe tener, o al menos procurar, el fin de formar a ciudadanos y ciudadanas capacitados para integrarse en la sociedad contemporánea de forma autónoma y crítica, y no utilizar las herramientas tecnológicas como sustitutos de los recursos tradicionales [1]. Pantoja, describe que los sistemas educativos tienen una gran responsabilidad en el uso y apropiación crítica de TIC en función de la formación de ciudadanos para el siglo XXI (UNESCO, 2004). Apropiación que hace que el estudiante sea el constructor activo y no un consumidor pasivo [12]. Así mismo Capuano, con respecto a las TIC, destaca como se han venido incorporando en la práctica docente, hoy son reconocidas como recursos innovadores, que permiten llevar a cabo estrategias didácticas que son capaces de producir una revolución educativa en general y en la enseñanza de las ciencias en particular. Reconociendo valor en las TIC en la construcción de aprendizaje significativo, así como herramienta para la modelación y el manejo de datos [4].

Para la experiencia de aula aquí compartida, se tienen en cuenta el uso de TIC para la conceptualización y para la socialización del proceso (ver Tabla 1, en los Aspectos metodológicos), asumiendo a las TIC como herramienta de apoyo que dinamiza el proceso de enseñanza y aprendizaje.

3.3. Enfoques de aprendizaje

Desde la teoría del alineamiento constructivo, es importante tener en cuenta la forma como aprenden las personas, para desde allí centrar todas las acciones y recursos disponibles. Para Biggs “La clave para reflexionar sobre nuestra forma de enseñar, consiste en basar nuestro pensamiento en lo que sabemos acerca de la forma de aprender de los estudiantes” [2]. A partir de esta perspectiva y teniendo en cuenta investigaciones y aportes de Marton y Sáljó (1976), quienes proponen dos enfoques de aprendizaje, que pueden ayudar a vislumbrar lo que acontece en un aula regular; se tienen en cuenta los enfoques superficial y profundo. El enfoque superficial, está relacionado con el discurso que maneja el estudiante (luego de su proceso individual de aprendizaje) y que se da al pie de la letra, consiste en una repetición de lo que el profesor le aporta (generalmente en clases expositivas), este enfoque generalmente privilegia la memorización y la preparación de los estudiantes para la prueba final sin buscar aprendizajes efectivos para la vida, es característico de personas poco comprometidas con tareas de aprendizaje o desmotivadas y movidas por factores extrínsecos.

Por su parte, y de acuerdo a Biggs, los estudiantes que construyen conocimiento bajo el enfoque de aprendizaje profundo, se preocupan por abordar las tareas de forma adecuada y significativa, buscan ir más allá en las explicaciones. El aprendizaje profundo genera en los estudiantes la necesidad de saber y comprender temáticas, ideas, principios y aplicaciones referentes a temas que, ellos saben, pueden serles útiles en otros contextos [2]. Cuando se utiliza el enfoque profundo, al parecer se generan sentimientos positivos hacia el conocimiento como: interés, sentido de importancia, sensación de desafío. Así, aprender es un placer para las personas formadas bajo este enfoque; los estudiantes llegan con preguntas y se interesan por construir conocimiento, por encadenar el mismo con sus saberes previos.

3.4. Modelo 3P

Este modelo es propio del alineamiento constructivo, y tiene que ver con un sistema interactivo que posibilita la determinación de tres momentos claves que definen la generación de aprendizajes efectivos, estos son según Biggs [2]: *Pronóstico*: antes que el aprendizaje se produzca, *Proceso*: lo que acontece durante el proceso de aprendizaje y *Producto*: o resultado del aprendizaje. El *pronóstico* tiene que ver con elementos que se tienen en cuenta antes de que se produzca el aprendizaje, estos

pueden ser 1) Dependientes del estudiante: conocimientos previos, intereses, capacidades detectadas, compromiso con el estudio, y 2) Dependientes del contexto: el contenido a enseñar, como enseña y evalúa el profesor y el dominio de la materia, el clima de clase y el institucional. El pronóstico determina la vía para el aprendizaje profundo o superficial. Además, los factores que se presentan en el *Pronóstico* interactúan en el *proceso*, este tiene que ver con lo que acontece durante la intervención de enseñanza-aprendizaje. Las actividades realizadas en esta etapa se interrelacionan, pero son dependientes del proceso de aprendizaje. Para que el proceso se desarrolle de manera óptima, no basta con diseñar actividades profundas si el estudiante las asume como superficiales, cosa distinta que pasa con los estudiantes predispuestos a aprendizajes profundos y con tiempo para desarrollarlas. El *producto* es el resultado del aprendizaje y está relacionado con la *evaluación*, donde los estudiantes superficiales, trataran de memorizar datos aislados, pero al aplicarse un proceso profundo y solicitarles un producto de la misma naturaleza, se muestran desubicados y se ven obligados a optar por la ruta profunda de aprendizaje, pues no encontrarán una vía alternativa para dar cuenta de la tarea asignada. En la figura 3, se ilustra la forma como se implementa el modelo 3P en la experiencia de aula aquí descrita.

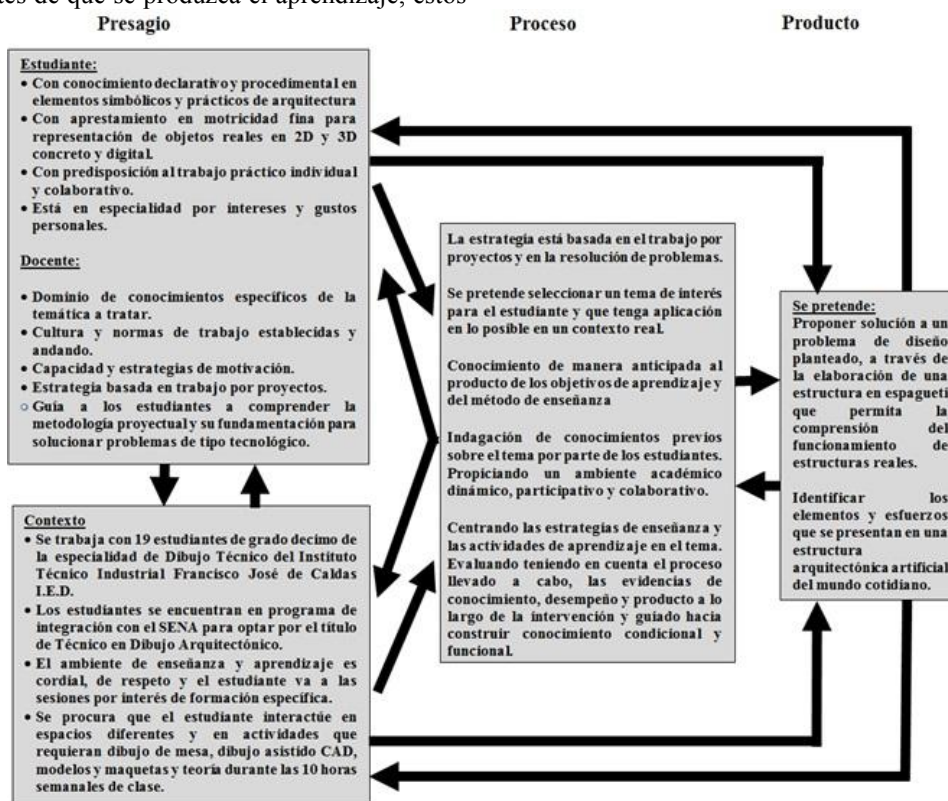


Figura 3: Descripción de la actividad según modelo 3P.

3.5. Taxonomía SOLO

Dentro del alineamiento constructivo, es importante determinar los niveles de comprensión alcanzados por los estudiantes, esto se puede valorar por medio de la taxonomía SOLO, abreviatura de Structure of the Observed Learning Outcome (Estructura del Resultado Observado del Aprendizaje). En relación al tema Biggs [2] afirma que:

“facilita una forma sistemática de describir cómo aumenta la complejidad de la actuación de un aprendiz cuando domina muchas tareas académicas. Puede utilizarse, por tanto, para definir objetivos curriculares, que describan dónde deben estar operando los estudiantes y para evaluar los resultados del aprendizaje, de manera que podamos saber en qué nivel concreto se están desarrollando” [2].

Dentro de los niveles de la taxonomía SOLO se destacan los siguientes: 1) *Preestructural*, tiene que ver con respuestas erróneas o respuestas que no dan evidencia de un aprendizaje relevante, 2) *Uniestructural*, donde solo se cumple con una parte de la tarea y se direccionan las explicaciones a un solo aspecto de lo que se aprendió, y además porque las respuestas se quedan en terminología y sin comprensión, 3) *Multiestructural*, en este nivel los estudiantes retoman varios datos pero no llegan a estructurarlos, conocen algunos términos y/o datos pero no relacionan los conocimientos que allí subyacen, 4) *Relacional*, en este nivel los estudiantes relacionan las ideas aisladas y empiezan a dar cuerpo a sus explicaciones, produciéndose así un cambio cualitativo en el aprendizaje y la comprensión, se aborda un punto dándole sentido a la luz de su contribución al tema estudiado en su conjunto, y 5) *Abstracto ampliado*, donde se llega a un nivel de conceptualización superior de abstracción, llevando lo aprendido a nuevos campos y contextos de modo ampliado, el aprendizaje logrado permite poner en práctica las destrezas de manera adecuada y significativa.

En el anexo 1, se encuentra una rúbrica diseñada a partir de la taxonomía SOLO, para determinar los niveles de aprendizaje de los estudiantes que participaron en la experiencia de aula.

Con respecto al componente tecnológico, para efectos de la presente experiencia, se *asume a la tecnología* como un conocimiento de carácter reflexivo, discursivo y productor de soluciones a problemas tangibles o no, una posibilidad para procurar cambios en las condiciones sociales y económicas de los países y una plataforma para contribuir a la educación de calidad, con respecto al tema el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) afirma que : "*Como*

actividad humana, la tecnología busca resolver problemas y satisfacer necesidades individuales y sociales, transformando el entorno y la naturaleza mediante la utilización racional, crítica y creativa de recursos y conocimientos" [10]. Es un tema de gran importancia e impacto que determina el futuro de las sociedades y las naciones.

La educación en tecnología, es una cuestión que ha venido cobrando notable importancia, debido a la inminente presencia de sus manifestaciones (artefactos, procesos y sistemas), se hace necesaria una alfabetización en el tema y una revisión desde la formación escolar en cuanto al desempeño futuro de los estudiantes. Para Buch, la Educación en Tecnología "*es una actividad que se concentra en los niveles más elementales de la educación, en cuyos alumnos trata de desarrollar conocimientos, procedimientos y actitudes en relación con la tecnología en su acepción más general" [3].*

Es primordial para cualquier sistema educativo, implementar el componente tecnológico, empezando por niveles de alfabetización que permite a las personas ser "*usuarios*" cultos de la tecnología, y por otra parte llegar a niveles de profundización que posibiliten la solución a problemas de los entornos inmediatos y a la innovación. De acuerdo a Buch la Educación en Tecnología:

“Se conjuga con el de alfabetización tecnológica, que parte de la idea de que, cualquiera que sea su actividad laboral, un ciudadano del mundo actual no puede prescindir de una formación general en tecnología (la que simultáneamente se intenta definir como área del conocimiento), ya que el mundo en que vive es, cada vez en mayor medida, un mundo artificial, es decir, un mundo creado por la tecnología en la acepción más amplia de ese término” [3].

Es importante pensar en la educación en tecnología como una fuente de formación, donde los individuos se preparen para hacer uso adecuado de todas las manifestaciones tecnológicas, es un escenario propicio para promover un cambio actitudinal, metodológico, conceptual y axiológico, hacia las relaciones interpersonales y el cuidado del medio ambiente.

Ahora bien, la tecnología en su afán de modificar el mundo para satisfacer necesidades humanas, se centra en dar respuestas a necesidades puntuales presentes o futuras y resolver problemas, basado en principios técnicos, procesos constructivos y naturaleza de los materiales. Además, da lugar a procesos cognitivos que pueden ser intervenidos desde la educación. El proceder de la tecnología está muy relacionado con el diseño, esta

actividad fundamental para la tecnología y todo lo que de ella se deriva es trascendental para llegar a proponer esquemas de solución a los problemas que se piensa resolver, al respecto en M.E.N define al diseño como una actividad que: *“busca solucionar problemas y satisfacer necesidades presentes o futuras. Con tal fin se utilizan recursos limitados, en el marco de condiciones y restricciones, para dar respuesta a las especificaciones deseadas”* [10]. Y en cuanto a los procesos cognitivos el MEN afirma que:

“Los caminos y las estrategias que utilizan los diseñadores para proponer y desarrollar soluciones a los problemas que se les plantean no son siempre los mismos y los resultados son diversos. Por ello dan lugar al desarrollo de procesos cognitivos, creativos, crítico - valorativos y transformadores” [10].

Por ende, si en la Didáctica de las Ciencias, la RP se propone como una metodología para aproximar la actividad en el aula de los estudiantes con el modo de pensar y proceder de los científicos; donde esta perspectiva, parte del supuesto que se construye conocimiento en la medida en que el individuo se confronta con aspectos y situaciones, tendientes a responder sobre la naturaleza de las cosas y los problemas inherentes a ella. El diseño puede visualizarse como la forma de *proceder de la tecnología*, da las pautas para la acción, indica los momentos y procesos dentro de los cuales moverse y visualiza alcances y limitaciones de las propuestas derivadas de la tecnología, Munari [11], reconocido diseñador industrial, plantea una metodología denominada *“proyectual”*, donde indica las etapas a tener en cuenta al resolver un problema de corte tecnológico, la secuencia de eventos es: 1) Problema, 2) Definición del problema, 3) Elementos del problema o

sub problemas, 4) Recopilación de datos, 5) Análisis de datos, 6) Creatividad, 7) Materiales y Tecnología, 8) Experimentación, 9) Modelos, 10) Verificación, 11) Dibujos constructivos y 12) Solución. Las etapas aquí mencionadas, reflejan el proceder de la tecnología desde el diseño, de acuerdo a la condición cualitativa de los problemas, la secuencia puede ser variada y adaptada y hasta se pueden omitir pasos. Esta flexibilidad imprime un modo de proceder adaptable a cualquier situación.

4. Metodología

La experiencia se llevó a cabo con 18 estudiantes de grado décimo de la especialidad de Dibujo Técnico del Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas I.E.D. en Bogotá, Colombia. Con ellos se conformaron cuatro grupos de trabajo según sus propias afinidades. Para la aplicación de la actividad *“Construcción de Estructuras en Espagueti”*: Primero se establecen los tres momentos claves que determinan la generación de aprendizajes efectivos según el Modelo 3P (Presagio-Proceso-Producto) tal como se puede ver en la figura 3.

En segunda instancia, a fin de poder desarrollar enfoques profundos de aprendizaje, se realiza el alineamiento constructivo de la actividad, relacionando los objetivos de la actividad, las actividades y la evaluación, tal como se muestra en la figura 4.

Por último, se desarrolla con los estudiantes los diferentes pasos de la actividad tal como se muestra en la tabla 1. Los datos obtenidos, se procesan en una hoja electrónica para generar la estadística que se presenta en el ítem de resultados y discusión.

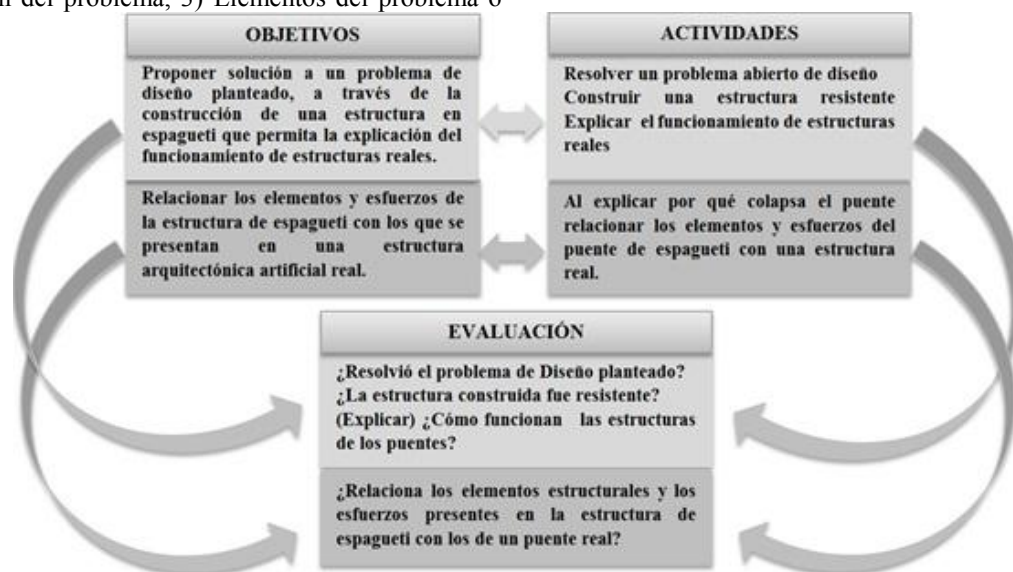


Figura 4. Alineamiento Constructivo de la Actividad

| CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS EN ESPAGUETI | | |
|---|------------------------------------|---------------|
| Diseñar y construir un puente estéticamente agradable, que soporte 8000 gramos de peso vertical y que salve una brecha de 25 cm, con espagueti crudo y silicona | | |
| Pasos de la actividad | Tiempo estimado | Modalidad |
| 1. Evaluación diagnóstica | 25 minutos | Presencial |
| 2. Conceptualización mediada por TIC-AVA | 30 minutos | Presencial |
| 3. Comprensión del problema | 20 minutos | Presencial |
| 4. Concebir un plan (para resolver el problema) | 30 minutos | Presencial |
| 5. Ejecutar el plan (para resolver el problema) | 150 minutos | Presencial |
| 6. Entrega de resultados y visión retrospectiva | 25 minutos | No presencial |
| 7. Socialización mediada por TIC-AVA | 20 minutos | Asincrónica |
| TOTAL | 300 minutos – 5 horas clase | |

Tabla 1 Pasos actividad construcción estructuras en Espagueti

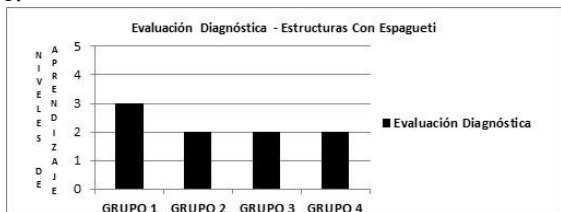
5. Resultados y Discusión

A continuación se presentan los resultados arrojados por la rúbrica de evaluación (ver anexo 1), durante los diferentes pasos de la actividad desarrollada por los grupos de trabajo y su respectivo análisis. Ver tabla 2.

| PASOS DE LA ACTIVIDAD “CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS EN ESPAGUETI” | | | | | | |
|--|------------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|
| Grupo | Evaluación Diagnóstica | Comprensión del problema | Concebir un Plan | Ejecutar el Plan | Revisión del Resultado | Socialización Mediada por TIC |
| 1 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |

Tabla 2 Resultados generales arrojados por la rúbrica

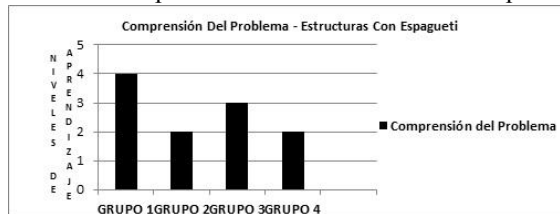
Se puede establecer que las gran mayoría de los estudiantes poseen conocimientos previos que podrían estar relacionados con el nivel 2 de aprendizaje Uniestructural “Identifica pocos conceptos previos necesarios de forma aislada”, solamente el grupo 1, conformado por los estudiantes de mejor desempeño académico en el transcurso del año, refleja un nivel de respuestas que podríamos ubicar dentro del nivel de aprendizaje 3 o multiestructural “Describe algunos elementos y esfuerzos en una estructura artificial de modo insuficiente”. Los datos se muestran en la gráfica 1.



Gráfica 1. Resultados encontrados en el diagnóstico de saberes previos

La respuesta a interrogantes relacionados con el problema planteado por parte del docente a cada uno de los diferentes grupos, determina los niveles obtenidos en ésta segunda fase. Preguntas como ¿Cuáles son las variables del problema que pretende solucionar? ¿qué datos tiene y que condiciones debe cumplir? permiten

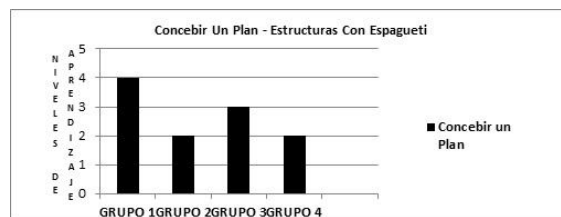
registrar los niveles de aprendizaje, donde nuevamente el grupo 1 demuestra mayor apropiación del trabajo registrando un nivel 4 o relacional de aprendizaje “Analiza la información dada y relaciona elementos de la situación para iniciar la solución del problema



Gráfica 2. Resultados de comprensión del problema por grupo

planteado”, el grupo 3 avanza al nivel 3 o multiestructural “Identifica algunos elementos del problema de forma aislada, para iniciar la actividad de solución” y los dos últimos grupos se mantienen en el nivel 2 o uniestructural, que según la rúbrica diseñada para realizar la evaluación corresponde a “Nombra el problema y repite la información dada para iniciar la actividad”. Los datos se muestran en la gráfica 2.

Los datos obtenidos en ésta etapa de la actividad “concebir un plan”, muestran al grupo 1 presentando en bocetos la posible solución al problema planteado, dentro de la rúbrica de trabajo, se puede considerar a éste grupo dentro del nivel relacional ya que “propone un plan de solución relacionando los elementos conceptuales y prácticos que se presentan en la situación problema, así como el dibujo creativo de más de una solución al problema.” El grupo 3 se mantiene en ésta actividad dentro del nivel 3 o multiestructural, ya que la presentación de los bocetos según la rúbrica de trabajo puede enmarcar dentro de “Elabora una lista aislada de acciones, para resolver el problema y dibuja soluciones no viables”. Los dos grupos restantes no logran unificar ideas, permanecen en el nivel 2 o uniestructural en el cual “Propone un plan, sin coherencia en el proceso y sin la identificación de partes, ni planeación de la solución”. Los datos se muestran en la gráfica 3.



Gráfica 3. Resultados de concebir un plan por grupo

Al ejecutar el plan para la actividad de estructuras con espagueti es notable el trabajo del grupo 1, según la rúbrica de trabajo dicho grupo se podría ubicar dentro del nivel 5 o abstracto ampliado “Realiza el plan

propuesto, teniendo en cuenta las etapas planteadas y el dibujo constructivo de manera eficaz y coordinada.” Los demás grupos al ejecutar el plan de la actividad se podrían ubicar dentro del nivel 3 o multiestructural en el cual “Lleva a cabo un plan concebido, desarrollándolo con dificultad y teniendo en cuenta fragmentos del plan realizado.”. Los datos se muestran en la gráfica 4.



Gráfica 4. Resultados de ejecutar el plan por grupo

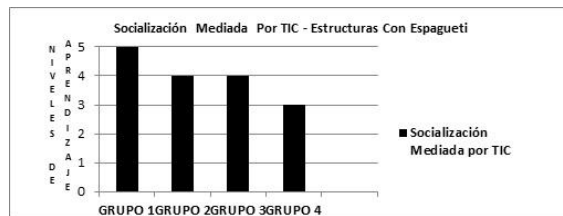
La revisión de resultados de ésta actividad se pueden considerar como exitosa, ya que según la revisión de la rúbrica de trabajo aplicada, tres de los cuatro grupos alcanzaron los niveles superiores de aprendizaje. El grupo 1 permanece en el nivel 5 o abstracto ampliado donde “Argumenta adecuadamente las razones por las cuales colapsa el puente de espagueti. Compara el funcionamiento de la estructura de espagueti con estructuras reales”. Los grupos 2 y 3 presentan un ascenso al nivel 4 o relacional donde “Explica acertadamente las relaciones existentes entre los elementos estructurales y los esfuerzos que conducen al colapso del puente de espagueti.” Solamente el grupo 4 permanece en el nivel 3 o multiestructural, ya que según la rúbrica de trabajo “Identifica los elementos en una estructura artificial y define algunos esfuerzos presentes en la misma sin relacionar unos con otros”. Los datos se pueden apreciar en la gráfica 5.



Gráfica 5. Revisión de resultados por grupo

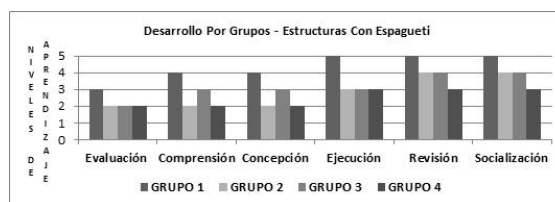
Los diferentes grupos encontraron en un ambiente virtual de aprendizaje (AVA), las herramientas conceptuales necesarias para desarrollar la actividad de estructuras con espagueti, al final de la misma, se pudo evidenciar que el grupo 1 alcanzó el nivel 5 o de abstracto ampliado, caracterizado por “Relaciona los elementos y los esfuerzos presentes en la estructura de espagueti con los de construcciones reales, llevando la explicación a otros contextos. Explica con precisión y detalle el proceso realizado con los resultados obtenidos”, los grupos 2 y 3 se mantienen en el nivel 4 o relacional ya que “Relacionan los elementos y los esfuerzos presentes en la estructura de espagueti con los de un puente real de manera eficiente y explica coherentemente el proceso realizado con los resultados obtenidos”, el grupo 4 de más bajo rendimiento también

permanece en el nivel 3 o multiestructural, puesto que según la rúbrica de trabajo evidencian que “Contestan a las preguntas planteadas e identifica elementos y esfuerzos estructurales de manera aislada”. Estos datos se pueden apreciar en la gráfica 6.



Gráfica 6. Socialización por grupo mediada por TIC

Los datos que se muestran en la gráfica 7, ponen en evidencia el desempeño de cada uno de los grupos en las diferentes etapas previstas para desarrollar la actividad de estructuras con espagueti. El grupo 1 es el que presenta mayores niveles de aprendizaje durante el transcurso integral de la actividad, los grupos 2 y 3, aunque empiezan con bajo nivel de participación, logran mejorar su nivel de aprendizaje en las últimas etapas de desarrollo de la actividad. La participación del grupo 4, aunque cumple con presencia en todas las actividades programadas para el desarrollo de la estructura artificial del puente en espagueti, su trabajo constantemente refleja los niveles 2 y 3 de aprendizaje es decir el uniestructural y multiestructural.



Gráfica 7. Consolidado de resultados de las actividades por grupo

6. Conclusiones

Es importante reconocer que el aprendizaje profundo puede darse siempre y cuando se dispongan los recursos y ambientes de aprendizajes adecuados, donde el profesor y los contenidos no sean el centro del proceso, sino una oportunidad para construir conocimiento y permitir que los estudiantes desempeñen un papel protagonista en el proceso de aprendizaje; además, luego de terminada la experiencia se puede concluir que el desarrollo de Actividades Tecnológicas Escolares ATE, constituyen una oportunidad práctica que favorece la reflexión y la acción hacia la tecnología y que el éxito de estas depende en gran medida del compromiso y las actitudes del docente hacia el proceso de enseñanza.

Los estudiantes demostraron dedicación e interés por esta novedosa forma de trabajo en el taller de Dibujo Técnico, permitiendo concluir que al llevar a cabo experiencias de aula desde la visión de la resolución de problemas y el diseño tecnológico desde la perspectiva

del alineamiento constructivo se enfrentan a situaciones que exigen la comprensión de principios teóricos y reflejan sus aprendizajes, llegando a construir conocimientos relacionales y funcionales.

visión del alineamiento constructivo, los propósitos, acciones y resultados atienden a los mismos objetivos y permiten el aprendizaje profundo de la tecnología.

Por último, queda claro para los autores de este documento, que al realizar la práctica educativa desde la

Anexos

DESARROLLO DE UNA ACTIVIDAD TECNOLÓGICA ESCOLAR CENTRADA EN EL ESTUDIO DE ESTRUCTURAS ARTIFICIALES, DESDE LA PERSPECTIVA DEL ALINEAMIENTO CONSTRUCTIVO Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS RUBRICA DE EVALUACIÓN

| Valoración | 5 | 4 | 3 | 2 |
|-------------------------------|---|---|---|---|
| Aspecto | Abstracto ampliado | Relacional | Multiestructural | Uniestructural |
| Evaluación diagnóstica | Demuestra elevado nivel de comprensión en los elementos conceptuales y prácticos relacionados con el diseño y las estructuras artificiales. | Explica acertadamente los conceptos solicitados y los relaciona con artefactos tecnológicos propios del entorno cotidiano. | Describe algunos elementos y esfuerzos en una estructura artificial de modo insuficiente. | Identifica pocos conceptos previos necesarios y lo hace de forma aislada. |
| Comprensión del problema | Expresa el problema en sus propias palabras, relacionando la tarea a realizar con conocimientos previos, alcanzando a descomponer el problema y comprender la tarea | Analiza la información dada y relaciona elementos del problema para iniciar la solución del problema planteado | Identifica algunos elementos del problema de forma aislada para iniciar la actividad de solución. | Nombra el problema y repite la información dada para iniciar la actividad |
| Concebir un Plan | Reflexiona acerca de la generación y seguimiento del proceso a seguir a partir de los principios de funcionamiento de las estructuras y realiza y explica dibujos constructivos viables para llegar a una solución. | Propone un plan de solución relacionando los elementos estructurales y los esfuerzos que se presentan en una estructura, así como el dibujo creativo de más de una solución al problema. | Elabora una lista aislada de acciones, para resolver el problema y dibuja soluciones no viables | Propone un plan, sin coherencia en el proceso y sin la identificación de partes, ni planeación de la solución |
| Ejecutar el Plan | Realiza el plan propuesto, teniendo en cuenta las etapas planteadas y el dibujo constructivo de manera eficaz y coordinada. | Realiza el plan planteado, teniendo en cuenta las etapas planteadas y el dibujo constructivo. | Lleva a cabo un plan concebido, desarrollándolo con dificultad y teniendo en cuenta fragmentos del plan realizado. | Describe las etapas del plan concebido, pero no las sigue, ni tiene en cuenta el boceto realizado, el proceso es deficiente |
| Revisión del resultado | Argumenta adecuadamente las razones por las cuales colapsa el puente de espagueti. Compara el funcionamiento de la estructura de espagueti con estructuras reales. | Explica acertadamente las relaciones existentes entre los elementos estructurales y los esfuerzos que conducen al colapso del puente de espagueti. | Identifica los elementos en una estructura artificial y define algunos esfuerzos presentes en la misma sin relacionar unos con otros. | Reconoce algunos elementos y/o esfuerzos en una estructura artificial de manera aislada |
| Socialización mediada por TIC | Relaciona los elementos y los esfuerzos presentes en la estructura de espagueti con los de construcciones reales, llevando la explicación a otros contextos. Explica con precisión y detalle el proceso realizado con los resultados obtenidos. | Relaciona los elementos y los esfuerzos presentes en la estructura de espagueti con los de un puente real de manera eficiente y explica coherentemente el proceso realizado con los resultados obtenidos. | Contesta a las preguntas planteadas e identifica elementos y esfuerzos estructurales de manera aislada | Describe inapropiadamente el proceso desarrollado sin relacionar los elementos y esfuerzos estructurales con la maqueta |

Anexo 1. Rúbrica de evaluación de la Actividad



Anexo 2. Proceso de la Intervención Pedagógica

Referencias

- [1] Amar, V. Planteamientos críticos de las nuevas tecnologías aplicadas a la educación en la sociedad de la información y de la comunicación. *Píxel-Bit. Revista de medios y educación*, (27), pp. 1-6.
- [2] Biggs, J. Calidad del aprendizaje universitario. Madrid, España: Narcea. pp 25
- [3] Buch, T. CTS desde la perspectiva de la educación tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educación*, (32), pp. 147-164.
- [4] Capuano, V. El uso de las TIC en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Virtualidad, Educación y Ciencia VEsC*, 2(2), pp. 79-88.
- [5] Fernández, M. Propuesta didáctica para el aprendizaje en el laboratorio basado en resolución de problemas reales. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, (número extra), pp. 378.
- [6] Jessup, M. Oviedo P. y Castellanos, R. La resolución de problemas y la educación en ciencias naturales. *Revista Pedagogía y Saberes*, (15), 48-50.
- [7] Gómez, V. La cultura para el trabajo en la educación media en Bogotá. Bogotá. Universidad nacional de Colombia. *Publicaciones del Instituto de Investigación en Educación*. Pp.23-60
- [8] Majó, J. Nuevas tecnologías y educación. Universidad abierta de Cataluña. Recuperado de: http://www.uoc.edu/web/esp/articles/joan_majo.html
- [9] Marqués, P. Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. *Revista de Investigación*. Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Barcelona.
- [10] M.E.N. Ser competentes en tecnología: ¡Una necesidad para el desarrollo! Bogotá. Imprenta Nacional. pp. 5-9
- [11] Munari, B. *¿Cómo nacen los Objetos?*. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
- [12] Pantoja, A. Integración de las TIC en la asignatura de tecnología de educación secundaria. *Revista: Píxel-Bit*. (37), pp. 255-337.
- [13] Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. Segunda edición, décimo quinta reimpresión 1989. México. Editorial Trillas.
- [14] Solaz-Portolés, J. y Sanjosé, V. (2006). *¿Podemos predecir el rendimiento de nuestros alumnos en la resolución de problemas?*. *Revista de educación*, (339), pp. 670-674
- [15] Tedesco, J. (2002). Desafíos a la educación secundaria en América Latina. *Revista de la CEPAL*, (76), pp.64.

Dirección de contacto de los autores

Juan Serrano
Cra 114 No 80-51
Bogotá
Colombia
e-mail: serranoss@gmail.com

Rafael Cristancho
Calle19B#81B30
Torre 5 Apto 401
Bogotá
Colombia
e-mail: Rafael.cristancho@gmail.com

Manuel Soler
Cra. 1 A Este # 31-47
Soacha
Colombia
e-mail: maguiso5@hotmail.com

Juan Carlos Serrano Mateus: Licenciado en Docencia del Diseño. Especialista en Edumática. Especialista en Educación Personalizada. Candidato a Magister en Didáctica de la Ciencias. Docente de la Secretaria de educación.

Rafael Cristancho Ramírez: Licenciado en Electrónica. Especialista Multimedia Educativa. Especialista Lúdica y Recreación. Especialista en Educación Personalizada, Candidato Magister en Didáctica de la Ciencias, Docente Secretaria de educación.

Manuel Guillermo Soler Contreras: Doctor en Educación, Magister en Didáctica de las Ciencias. Docente de Maestría, Universidad Autónoma de Colombia y Universidad Pedagógica Nacional.
