

Valoración de los atributos del Pensamiento Tecnológico en una muestra de estudiantes del área de Tecnología e Informática

Assessment of Technological Thought Attributes in a Sample of Students from the Technology and Informatics Field

Recibido: 11-09-2013 Aceptado: 13-11-2013

ENRIQUE DIÓGENES CÁRDENAS SALGADO¹

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo la construcción de una conceptualización acerca del Pensamiento Tecnológico, en adelante PT, tomando como puntos de partida la lógica del mismo y los tipos de conocimiento que incorpora. En cuanto a su carácter, la investigación se orientó desde un enfoque cualitativo, con un estudio de corte seccional descriptivo. La información se obtuvo de una muestra de estudiantes de secundaria en el área de tecnología e informática, aplicando el análisis de tareas. Para esta investigación la tarea consistió en el análisis, por parte de los estudiantes, de un artefacto para transformarlo e innovarlo, en concreto, un carro de juguete. Los resultados del trabajo de los alumnos fueron consignados en una rejilla que acompañaba la presentación de la tarea. Sobre esta información se adelantó el proceso de verificación de la presencia o ausencia de cada uno de los atributos del PT de acuerdo con las respectivas manifestaciones que se evidenciaban en las respuestas. Previa la aplicación del constructo Pensamiento Tecnológico propuesto, se llevó a cabo su validación mediante el juicio de expertos, aplicando para este propósito el método de Regnier.

Como producto de la investigación se construyó el Inventario de Atributos e Indicadores de PT, en adelante IAeIPT, que se sometió a validación por el juicio de expertos. En términos del interrogante de la investigación, el trabajo buscó responder la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los atributos que vistos en su conjunto describen una conceptualización del Pensamiento Tecnológico, y en qué medida estos atributos se encuentran presentes en una muestra de estudiantes del área de tecnología e informática?

Palabras clave: Metodología, valoración de atributos, Pensamiento Tecnológico, enfoque cualitativo, análisis de tareas, educación en tecnología.

Abstract

This research sought to construct a conceptualization of technological thought (TT), taking as a starting point its logic and the types of knowledge it incorporates. The nature of the research was aimed as a qualitative approach, with a cross-sectional descriptive study. Information was obtained from a sample of high school students in the area of Technology and Informatics, using task analysis. For this research, the task was for students to analyze an artifact to

¹ Colombiano, PhD. Centro de Industria y Servicios del Meta. CISM-SENA, Colombia. Correspondencia: ekikesena@gmail.com

transform and innovate it; specifically, a toy car. The results of the students' work were placed on a grid that accompanied the presentation of the task. The process of verifying the presence or absence of each of the attributes of TT stemmed from this information according to the respective manifestations that were evident in the responses. Prior to implementing the proposed construct of technological thought, it was validated by experts using the Regnier method. As a result of the investigation, the Technological Thought Indicators and Attributes Inventory (TTIAI) was constructed, and validated by expert opinion. In terms of the research question, the work sought to answer the question: What are the attributes, which viewed as a whole, describe a conceptualization of Technological Thought and how are these attributes present in a sample of students in the area of Technology and Informatics?

Keywords: Methodology, evaluation attributes, Technological Thought, qualitative approach. Task Analysis in Technology Education

Introducción

El área de Tecnología e Informática, conocida como la novena área en la educación colombiana (MEN, 2008), es de reciente introducción y, por tanto, no cuenta con la experiencia y la tradición de las demás áreas del currículo. Debido a este hecho, desafortunadamente, su desarrollo en el aula y en las instituciones educativas se orienta a diversas actividades como el manejo del computador y el uso de *software*, se asume así la tecnología como informática y la informática como computación y uso de internet. La tecnología desde la formación técnica se toma como enseñar a elaborar proyectos de área, productos, maquetas, piezas y manejo de máquinas, entre otros; formar para un puesto de trabajo que posiblemente hoy ya no existe (Arguelles, 1995, 1999).

Por otra parte, la tecnología ha tenido diversas acepciones: como ciencia aplicada (Bunge, 2003) se ha asumido solamente como apoyo de la ciencia, desconociendo un campo diferenciado y particular de conocimiento; y en el diseño de proyectos se sustenta en la metodología de proyectos y en la solución de problemas. Finalmente, la tecnología como artes manuales es el enfoque más generalizado por el uso de materiales del medio, en especial materiales reciclables.

Dada la importancia estratégica de la educación en tecnología (Soto, 2000) para el desarrollo del país, la comunidad académica se ha preocupado por investigar distintos temas relacionados con esta área, a fin de buscar alternativas para su comprensión y mejoramiento. Hoy se reconoce la importancia de la ciencia y la tecnología, pero las prácticas tradicionales y hegemónicas en los procesos

de enseñanza no posibilitan prácticas pedagógicas donde se enseñen maneras creativas de pensar de forma científica y tecnológica (Garnerd, 2005; Sánchez, 1991; AAAS, 1997).

La presente investigación tiene como objeto de estudio una conceptualización sobre Pensamiento Tecnológico y sus posibilidades de desarrollo a través de la educación en tecnología. Se propuso elaborar y validar una conceptualización acerca del PT, tomando como puntos de partida la lógica del mismo y los tipos de conocimiento que incorpora. Se orientó a responder la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los atributos que en su conjunto describen el Pensamiento Tecnológico, y en qué medida estos atributos se encuentran presentes en una muestra de estudiantes del área de tecnología e informática?

Para el alcance de los objetivos propuestos, metodológicamente la investigación se desarrolló siguiendo los protocolos del paradigma cualitativo, la validación por juicio de expertos y la aplicación del análisis de tareas para valorar en qué medida un grupo de estudiantes de educación secundaria tienen o no desarrollados los atributos propuestos para el PT (Cárdenas, 2013).

Desde la perspectiva anterior, esta investigación se propuso como tema de estudio la búsqueda de una conceptualización del Pensamiento Tecnológico en términos de su lógica y los tipos de conocimiento que incorpora. Terminada ya la investigación se presenta como producto de la misma, y para discusión y perfeccionamiento por parte de la comunidad académica e investigativa del área, la siguiente aproximación teórica que permite pensar la educación en tecnología en términos de nueve atributos para orientar la formación hacia el desarrollo del Pensamiento Tecnológico (Carrera, 2006; Gagel, 1995; Cajas, 2000; Gonzalo, 2000; Cárdenas, 2013).

El Pensamiento Tecnológico está conformado por el conjunto de los siguientes atributos: análisis/síntesis, analogía/contraste, causa/efecto, sistema mental, ponderación, mentalidad proyectual, solución de problemas y racionalidad que los seres humanos realizan para hacer la abstracción de la realidad material de los objetos y los hechos de la naturaleza, con el fin de modificar su estado, transformarlos, innovarlos o producir otros nuevos. Además de los ocho atributos anteriores, el PT implica un noveno atributo relacionado con la incorporación, cuando lo requiere, de conocimientos científicos, técnicos, éticos, estéticos, ecológicos y sociohistóricos (Cárdenas, 2013). A manera de sugerencia de nuevas investigaciones, antes que resultados definitivos, se presenta también una aproximación al establecimiento de la presencia o no de estos atributos en un grupo de estudiantes de educación media.

La conceptualización del Pensamiento Tecnológico, en términos de atributos, aporta a la educación en tecnología,

al ofrecer a los docentes un nuevo paradigma diferente al proceso de enseñanza aprendizaje instrumental (Pacey, 1983; Quebraltó, 1993; Quintanilla, 1997) para orientar el área de Tecnología e Informática (Font, 1996).

Por otra parte, se espera que la tesis contribuya a la generación de un cambio en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la tecnología (Mosterin, 1993; Quintanilla, 2005; Quintanilla, 1998; Acevedo, 1995, 2006), y se oriente hacia el diseño, la creatividad, la producción, la innovación y el uso de habilidades cognitivas como análisis/síntesis, causa/efecto, ponderación, incorporación de conocimiento, racionalidad, planeación e investigación, las cuales no son hoy eje fundamental en la enseñanza de la tecnología.

Los anteriores son elementos de un proceso tecnológico que potencian el pensar tecnológico de los individuos, para transformar productos, artefactos, sistemas y procesos, y dar vida a otros artefactos transformados, tarea central de la tecnología que no se desarrolla actualmente en el aula de clase (Cárdenas, 2013).

Esta investigación contribuye a que el área de tecnología e informática se mire de una forma más acorde con las exigencias de formación de los estudiantes en esta época (Cardwell, 2002), pues la mirada que se deduce desde los documentos y discursos oficiales, permite establecer que el área está orientada a un pensamiento técnico centrado en el hacer, sin ninguna reflexión epistemológica por parte de los docentes. Es decir, desde la praxis de la acción pedagógica y didáctica docente, la tecnología es entendida o se homologa a una función instrumental (pacey, 1983; Quebraltó, 1993; Quintanilla, 1997; Acevedo *et al.* 2003), en el sentido de hacer circuitos, planos, artefactos y manejo de diferentes equipos de forma mecánica, repetitiva y sin orientación hacia la abstracción con las operaciones mentales propias del PT, que en esta investigación están definidas como atributos.

Para el desarrollo de la investigación, en los antecedentes se tuvieron en cuenta algunos trabajos relacionados con la enseñanza de la tecnología en algunos países del mundo, y algunas investigaciones nacionales e internacionales donde se plantean diversas aproximaciones al PT. En el marco teórico se plantean algunas reflexiones acerca del pensamiento humano y se examinan algunas definiciones del pensamiento tecnológico propuestas por diversos autores (Conde, 2002; Guilford, 1962; García y García 2001; Heidegger, 1994; Feldman, 1989; Bandura, 1987; Villarini, 2006).

Metodológicamente, la investigación se fundamentó en un diseño seccional descriptivo (Sierra, 2001) en el que inicialmente, a partir de un juicio de expertos, se valora y define el conjunto de atributos propuestos para el pensamiento tecnológico. Posteriormente, a partir de los atributos establecidos, se diseñó una actividad basada en

un análisis de tareas en la que se valoró en un grupo de estudiantes de secundaria del área de tecnología e informática, si tenían o no pensamiento tecnológico.

Valoración del Pensamiento Tecnológico en un grupo de estudiantes

Los participantes en el proceso de valoración de los atributos del Pensamiento Tecnológico, fueron quince estudiantes de secundaria de los grados diez y once de instituciones educativas oficiales de la ciudad de Cali, quienes entre sus actividades curriculares cursaban el área de tecnología e informática; sin importar sus características de género, raza o condición social.

Para la valoración del Pensamiento Tecnológico se siguió un procedimiento de Análisis de tarea, el cual se enmarca en la teoría de Pascual-Leone y Johnson (1991), quienes asumen dos tipos de análisis, el objetivo y el subjetivo. El análisis objetivo exige una descripción detallada de la tarea y su estructura; se describen los atributos implicados en el objeto tecnológico y en las consignas e instrucciones propuestas a los estudiantes.

Por su parte, el análisis subjetivo permite la descripción de la tarea desde la perspectiva de las exigencias que su solución exige a quien la resuelve. El análisis subjetivo comprende dos momentos: primero, la identificación y descripción del proceso de solución ideal, y segundo, el análisis de los procesos que el estudiante realiza con la tarea.

La tarea que se administró a los estudiantes consistió en entregar a cada uno un artefacto (carro de juguete) acompañado de un conjunto de preguntas orientadoras diseñadas de tal manera que en su conjunto permitieran recolectar información relacionada con los atributos propuestos y sus indicadores. Para el caso en mención, la tarea consistió en que cada estudiante debía tomar el carro, observarlo y manipularlo para proponer alternativas de transformación al mismo.

Con anterioridad al desarrollo de la tarea, el investigador estableció un diálogo con los estudiantes en un aula o taller de práctica en las instituciones a las cuales ellos pertenecían. Durante este diálogo se les explicó el motivo de la realización de la tarea y se les dieron los detalles de la forma cómo enfrentarla, incluso la solicitud de redacción de un texto en el que explicaran su forma de proceder teniendo en cuenta las preguntas formuladas y los indicadores. El tiempo dedicado a la tarea fue de cuatro horas aproximadamente.

Siguiendo los protocolos propios de la investigación cualitativa, los resultados se analizaron a partir de la información dada por los estudiantes. Las evidencias que soportan el análisis son tomadas directamente de las respuestas dadas por los participantes, vía e-mail.

El proceso de recolección de información

Sobre el formato entregado para ser diligenciado por los estudiantes, se estructuró una rejilla de calificación mediante la adición de una columna en la cual se iba marcando la presencia o ausencia de cada uno de los indicadores de acuerdo con las manifestaciones respectivas que se evidenciaban en las respuestas. Una fracción de la rejilla de calificación se presenta en la Tabla 1.

En la Tabla 2 se ilustra el proceso de calificación de una de las respuestas dadas por uno de los estudiantes, para los atributos análisis/síntesis, analogía/contraste y causa/efecto.

Tabla 1. Rejilla de calificación de las respuestas dadas por los estudiantes

Atributos	Indicador y pregunta orientadora	Manifestación del indicador		Espacio diligenciado por el estudiante
		Sí	No	
Análisis/Síntesis	Desarma y arma objetos o procesos de forma abstracta para variarles sus propiedades o estructuras, según lo que desea. ¿Qué características presenta el objeto? Descríbalas.			
Analogía/Contraste	Relaciona objetos o variables y describe sus características observables, los clasifica y los representa mediante modelos. ¿Qué comparte este objeto con otros?			
Causa/Efecto	Al observar cadenas continuas y discontinuas de procesos, sigue secuencias y consecuencias de unos con otros en un sistema, y las representa con diversos códigos. ¿Qué relaciones entre las partes y funciones del carro puede señalar?			

(Por simplicidad, se ilustra solamente una fracción).

Tabla 2. Ilustración del proceso de calificación de una de las respuestas de los estudiantes

Atributos	Indicador y pregunta orientadora	Opera el atributo		Manifestaciones del indicador
		Sí	No	
Análisis/Síntesis	Desarma y arma objetos o procesos de forma abstracta para variarles sus propiedades o estructuras, según lo que desea. ¿Qué características presenta el objeto? Descríbalas.		X	"Su función actual solo le permite usar un espacio preestablecido y moverse de forma terrestre horizontal".
Analogía/Contraste	Relaciona objetos o variables y describe sus características observables, los clasifica y los representa mediante modelos. ¿Qué comparte este objeto con otros?	X		"Lo comparo con una carreta o un camión".
Causa/Efecto	Al observar cadenas continuas y discontinuas de procesos, sigue secuencias y consecuencias de unos con otros en un sistema, y las representa con diversos códigos. ¿Qué relaciones entre las partes y funciones del carro puede señalar?		X	"No puedo relacionar esto"

Como se puede observar, en la Tabla 2, en la última columna “Manifestación del indicador”, para cada uno de los atributos existía un espacio donde cada estudiante escribía el texto solicitado. Puesto que los textos dados por cada uno de ellos fueron escritos en Word, para claridad del análisis se han copiado y pegado en la rejilla entre comillas y en *itálica*.

Resultados y análisis de resultados

Resultados correspondientes a la presencia o ausencia del Pensamiento Tecnológico en un grupo de estudiantes. En primer lugar, en este apartado se presentan y analizan los resultados de uno de los estudiantes, y luego una síntesis de los resultados obtenidos para los quince participantes. A su vez estos resultados sintetizados se constituyen en la base para el análisis global de toda la experiencia de aplicación del análisis de tareas.

Estudiante 01

La notación 01 es didáctica, ya que su selección se realizó al azar entre las quince posibilidades. Para la presentación y los respectivos comentarios, la información de este participante se ha presentado en la rejilla aplicada que se muestra en la Tabla 3. En ella se pueden apreciar cuatro columnas, en la primera aparecen los nueve atributos, en la segunda, los indicadores y las preguntas orientadoras de cada atributo, en la tercera, si se manifiesta o no el indicador del respectivo atributo, y en la cuarta, el texto respuesta del estudiante a quien hace referencia la calificación Sí o No. Es de anotar que los textos han sido tomados estrictamente iguales a los elaborados por sus autores, por tanto, las condiciones de redacción, ortografía y demás aspectos formales de la lengua son de su exclusiva propiedad. Se ilustra solamente, por simplicidad, una fracción de la misma.

Tabla 3. Rejilla de calificación para el desempeño del estudiante 01 en el análisis de la tarea

Atributos	Pregunta orientadora	Manifestación del indicador		Espacio diligenciado por el estudiante
		Sí	No	
Análisis/Síntesis	¿Qué características presenta el objeto? Descríbalas.	X		<i>“Al descomponer el carro me encontré con un sistema de cuatro piñones que funcionan con ayuda de la fricción que hay entre los piñones”.</i>
Analogía/Contraste	¿Qué comparte este objeto con otros?		X	<i>“Las funciones de los otros componentes así que si uno de ellos falla se daría una reacción en cadena que haría colapsar todo el sistema”.</i>
Causa/Efecto	¿Qué relaciones entre las partes y funciones del carro puede señalar?	X		<i>“La modificación que le realizaría sería la implantación de paneles solares en la parte externa del techo utilizando la energía solar como combustible; los factores externos que se alterarían sería la reducción considerable de la contaminación ambiental”.</i>
Sistema mental	¿Cuáles son las posibles transformaciones que usted propondría al artefacto?		X	<i>“Otra posible innovación sería la sustitución de la carrocería de aluminio por una de fibra de carbono mucho más liviana, lo que indirectamente reduciría su peso y el uso de combustible”.</i>
Ponderación	¿Qué mejoras o aportes propone para el funcionamiento del artefacto?	X		<i>“La importancia de estas dos mejoras sería: la primera tendría un costo más alto que la segunda, pero tendría una reducción más significativa en el impacto ambiental, aunque la segunda también lo haría, pero en una manera mucho más discreta y económica”.</i>

Un recorrido detallado por la información de la Tabla 3 permite establecer para cada uno de los atributos e indicadores, al tenor de la respuesta dada por el estudiante, lo siguiente:

Análisis/Síntesis. De conformidad con los planteamientos teóricos para este atributo, se trata de ver si el estudiante logra descomponer mental y físicamente un artefacto en sus partes, y dar cuenta de sus componentes, funciones y perspectivas de transformación e innovación. El texto que escribió el estudiante, cuya copia se ubica a continuación, permite decir que si bien el autor no presenta ninguna posibilidad de modificar o innovar el artefacto en cuestión –el carrito de juguete–, sí muestra algún nivel básico de capacidad para descomponer el artefacto y reconocer que los piñones identificados en su funcionamiento se ven influenciados por la fuerza de fricción que se genera entre ellos cuando el juguete es accionado. Esta es básicamente la argumentación que soporta decir que el autor sí posee algún nivel de análisis y síntesis, lo cual permite asignarle una valoración de Sí.

“Al descomponer el carro me encontré con un sistema de cuatro piñones que funcionan con ayuda de la fricción que hay entre los piñones”.

Analogía/Contraste. En términos teóricos, cuando un sujeto tiene capacidad para realizar analogías y contrastes, ésta se manifiesta en acciones tales como: tomar otros objetos o artefactos como punto de referencia para establecer similitudes o diferencias entre ellos, y proponer transformaciones o innovaciones a partir de tales semejanzas o diferencias. En el siguiente texto escrito por el alumno 01, se puede observar que en primer lugar su autor no muestra un nivel de redacción, y en segundo lugar, que el contenido del escrito no hace relación al contexto de las analogías y los contrastes. Por lo anterior, la valoración de este texto corresponde a la negación de la presencia de este atributo, es decir, su valoración es NO. Obsérvese que si bien el autor menciona algo de posibilidad de innovación, esta perspectiva es poco concreta y por tanto tiene pocas posibilidades de ser llevada a la práctica como se evidencia en el texto siguiente.

“Las funciones de los otros componentes así que si uno de ellos falla se daría una reacción en cadena que haría colapsar todo el sistema. Una posible mejora básica podría ser la alteración de alguno de los componentes él podría aumentar o reducir la potencia”.

Causa/Efecto. De conformidad con lo establecido para este atributo, el estudiante debe estar en capacidad de encontrar en los elementos que analiza posibilidades de construir

mentalmente relaciones explicativas de causa y efecto. Cuando se buscan expresiones de esta capacidad en el texto elaborado por el estudiante en cuestión se encuentra que existe una relación directa entre la modificación propuesta de la fuente de combustible para el carro de juguete y la consiguiente disminución de la contaminación ambiental. Por tanto, en el proceso de valoración se le ha asignado un Sí para significar que este estudiante presenta en un alto grado este atributo.

“La modificación que le realizaría sería la implantación de paneles solares en la parte externa del techo utilizando la energía solar como combustible, los factores externos que se alteraría sería la reducción considerable de la contaminación ambiental”.

Sistema mental. Cuando un sujeto piensa sobre un artefacto u objeto tecnológico y lo relaciona con el sistema en el cual dicho objeto tiene algún sentido, y encuentra aquellos que según él son susceptibles de transformar o innovar, se dice que tiene un sistema mental de pensamiento. El análisis del texto que se transcribe a continuación permite establecer que ninguno de estos elementos se encuentra presente en el texto, por lo tanto, su valoración es NO. Nótese, sin embargo, que el autor muestra en el texto una vez más una innovación a la que hace una inferencia consecuente, con lo cual está reafirmando su no tenencia del atributo de causa/efecto.

“Otra posible innovación sería la sustitución de la carrocería de aluminio por una de fibra de carbono mucho más liviana, lo que indirectamente reduciría su peso y el uso de combustible”.

Ponderación. Este atributo está asociado con la capacidad para establecer y aplicar criterios de valoración e importancia para decidir acerca de la viabilidad o no de la elaboración de un artefacto con eficiencia y eficacia.

Una mirada al texto introducido para su análisis permite establecer que su autor valora y pondera, en relación con el costo de realización, las dos innovaciones propuestas para el artefacto. Por esta razón la valoración es Sí. Eso significa que el estudiante 01 muestra tener en un buen grado el atributo de ponderación.

“La importancia de estas dos mejoras sería: la primera tendría un costo más alto que la segunda, pero tendría una reducción más significativa en el impacto ambiental, aunque la segunda también lo haría pero en una manera mucho más discreta y económica”.

Mentalidad proyectual. En la perspectiva de proyección se dice que un sujeto posee mentalidad proyectiva cuando muestra evidencias de ser capaz de pensar con futuro, y discernir acerca de las condiciones y recursos que hacen

real la posibilidad de construcción o materialización de un objeto tecnológico. Buscando estas características en el siguiente texto, se puede observar cómo su autor proyecta la posible modificación del artefacto no solamente en términos de los materiales que podrían ser usados para llevarlas a cabo, sino también sobre su incidencia en los respectivos costos. Por tanto, la valoración asignada es Sí. Como en el caso del atributo de ponderación se puede decir que el autor posee mentalidad proyectiva.

“Los materiales utilizados en la realización de este proyecto serían el uso de materiales sintéticos como fibra de carbono y policarbonato para así poder reducir su peso e impacto económico”.

Racionalidad. Si bien todos los atributos anteriores de una u otra forma están imbuidos por la racionalidad humana, este atributo en el contexto de la tecnología está asociado con la imaginación de los múltiples estados posibles para la transformación de un objeto, como un proceso que implica, entre otros aspectos, representar estados posibles del artefacto, seleccionar aquellos que se pueden lograr con mayor optimización, y alcanzar los objetivos propuestos con un máximo nivel de realización. En general, se sintetiza en la presencia de un alto nivel de imaginación y creatividad en un sujeto. Cuando un sujeto muestra este conjunto de aspectos se dice que posee el atributo de racionalidad.

La expresión “No responde” presente en el espacio para el texto escrito por el estudiante corresponde al investigador con el fin de llenar aquellos espacios donde el estudiante no escribió texto alguno.

La ausencia de texto en un espacio destinado a obtener una respuesta del sujeto, puede ser indicativo de ausencia de este atributo o carencia de interpretación de su significado y por tanto, de su aplicación al análisis de la tarea en cuestión. Puesto que no se llevaron a cabo otros procesos de control de las respuestas, como una entrevista para escudriñar un poco más el significado de la ausencia de texto en los espacios en blanco, no es posible decir nada más al respecto. Sin embargo, para los efectos de este análisis se asume que el estudiante no manifiesta evidencia de este atributo y se asigna una valoración negativa, NO.

Solución de problemas. En el contexto tecnológico, la solución de problemas se dice que está presente en un sujeto si muestra capacidad para plantear, de manera clara, problemas relacionados con artefactos u objetos tecnológicos, y de la misma manera plantear y llevar a cabo soluciones adecuadas para los mismos.

Si bien es cierto, en el texto el autor no manifiesta explícitamente un problema asociado con la manipulación del artefacto en cuestión –el carrito de juguete–, y una posible solución al mismo, de forma indirecta se puede interpretar

la expresión “se resuelve una situación de contaminación” asociada a las dos innovaciones sugeridas como posibles para el artefacto, el cambio de combustible y los materiales de la carrocería, con las cuales se apunta a la reducción de la contaminación. Para efectos de asignar la respectiva valoración se acepta esta interpretación del texto, y por consiguiente se valora como Sí. En el entendido de que al hacerlo se acepta que el estudiante muestra algún nivel de solución de problemas.

“Se resuelve una situación de contaminación ambiental gravísima que afecta al ser humano, los animales y a las plantas”.

Incorporación de conocimiento

En busca de evidencias de la presencia de pensamiento científico en la respuesta de este estudiante, mediante el análisis del texto escrito por él y que se presenta a continuación, se puede observar que no existe. El texto, en toda su extensión, hace relación al problema de la contaminación ambiental, sin embargo, para nada lo conecta con conceptos, principios o teorías científicas. En consecuencia la valoración correspondiente es NO.

“Los problemas que se solucionarían serían los ya nombrados anteriormente, la contaminación ambiental, el índice de vida y muchos factores más impulsan día a día nuevos proyectos”.

En el contexto de la tecnología también se incorpora el conocimiento técnico que se manifiesta en la capacidad para seguir procesos, procedimientos y aplicar reglas o normas propias de la producción de artefactos u objetos tecnológicos. *“Un medio para que este proyecto sea exitoso sería el uso de propaganda en los que se motive a las masas a utilizar estas mejoras para sus vehículos”*, no se percibe presencia alguna de los aspectos que connotan el conocimiento técnico. Así, la valoración correspondiente en este caso es No.

Para continuar con la incorporación de conocimiento, en tecnología también se asume la dimensión sociohistórica. Como en los casos ya comentados de la incorporación de los tipos de conocimiento anteriores, el histórico también tiene sus características: se trata de saberes acumulados y comunicados mediante leyes, principios y teorías relativas a los procesos sociales. Se manifiesta en la capacidad de un sujeto para dar cuenta del origen y la evolución de un artefacto en los diferentes contextos sociales. De conformidad con el texto que se transcribe enseguida, tomado de la respuesta del estudiante, se puede observar que, si bien con un nivel bajo de redacción y profundidad, su autor tiene algún nivel de capacidad para relacionar el artefacto con los contextos socioculturales. Por tanto, la valoración es Sí.

“El concepto de este artefacto sería la reducción de tiempo que se utiliza en actividades cotidianas en lugares en los que no se permite la utilización de combustibles fósiles como en el templo hindú Taj Mahal en los que solo son permitidos vehículos de tracción animal”.

En relación con la incorporación del conocimiento ético al campo tecnológico, éste se puede ver desde la capacidad de un sujeto para reconocer y actuar en favor de la incertidumbre o amenaza que representan los desarrollos tecnológicos para la humanidad. De conformidad con el texto que se muestra a continuación, extraído de la respuesta del estudiante, se puede ver que existe en él algún nivel de conciencia y conocimiento ético al afirmar que la materialización del proyecto (las modificaciones sugeridas al artefacto) no representaría ningún riesgo para la humanidad. Con esta interpretación la valoración es Sí.

“Con la realización del proyecto aparentemente no tendría ningún tipo de riesgo”.

En materia tecnológica se presenta además la incorporación de conocimiento ecológico por la identificación del posible impacto de los desarrollos tecnológicos sobre los sistemas naturales. Se manifiesta en un sujeto cuando en sus actuaciones –en lo tecnológico– tiene en cuenta aspectos como los compromisos con los recursos no renovables, los efectos ambientales adversos que serían inevitables si una idea determinada se llevara a término y las relaciones entre usos locales del entorno del ser humano con fines de productividad tecnológica a corto y largo plazo.

“Conceptualmente este proyecto no genera ningún tipo de efectos ambientales adversos puesto que se realiza con materiales ecológicos. A corto plazo sus funciones no serían muy visibles, pero a largo plazo nos contribuiría a tener un medio ambiente más

sano y equilibrado. En este artefacto no se utilizaría ningún tipo de recursos no renovables debido a que en este sólo se emplearían materiales sintéticos amigables con el medio ambiente”.

Una mirada detallada al texto anterior, tomado de la respuesta del estudiante 01, muestra cómo en sus perspectivas de acción están presentes de manera clara algunos de los elementos que se describen para este atributo, y que por estar así manifiestos se pueden asumir como evidencias de la existencia de un conocimiento ecológico en el autor del texto. Por lo anterior, la valoración asignada es Sí.

Finalmente, la incorporación del conocimiento estético en los procedimientos y procesos tecnológicos se relaciona con el reconocimiento y la expresión de la armonía y la belleza de los artefactos en sus aspectos externos y ergonómicos que los hacen atractivos a la vista humana. Puesto que en el texto adjunto tomado de la respuesta del estudiante, su autor solo hace una expresión de un deber ser, no se presenta evidencia de poseer algún tipo de conocimiento estético, como diseño y colores, por tanto, su valoración es No.

“Los artefactos deben ser agradables para la vista”.

Realizado el análisis anterior para este estudiante conviene establecer un criterio para determinar si, en términos generales, se puede decir que el estudiante tiene o no pensamiento tecnológico; para este efecto se ha sintetizado la información anterior en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados correspondientes a la evaluación del desempeño del estudiante 01 en el análisis de tareas para determinar la presencia o ausencia del Pensamiento Tecnológico

Atributo		Opera el atributo		Observaciones
		SÍ	NO	
Análisis/síntesis		X		
Analogía/contraste			X	
Causa/efecto		X		
Sistema mental			X	
Ponderación		X		
Mentalidad proyectual		X		
Racionalidad			X	
Solución de problemas		X		
Incorporación de conocimiento	Científico		X	En relación con la incorporación de conocimiento. Dado que se trata de varios tipos de conocimiento, para establecer si un sujeto posee o no este atributo, se toma como criterio la valoración de Sí, para cuatro de los seis tipos de conocimiento.
	Técnico		X	
	Sociohistórico	X		
	Ético	X		
	Ecológico	X		
	Estético		X	
Total		3	3	
Gran total		5	3	

Como puede observarse en la Tabla 4, en primer lugar la incorporación de conocimiento se toma como uno más de los atributos del pensamiento tecnológico, pues con el objetivo de decidir su presencia o ausencia en un participante, éste debe mostrar evidencia de que posee cinco de los seis tipos de conocimiento. En segundo lugar, para establecer que un sujeto tiene o no, en su conjunto, pensamiento tecnológico, éste debe mostrar evidencia de la tenencia de por lo menos seis de los nueve atributos. Con estos criterios de conformidad con los datos de la Tabla 4, posee cinco de los nueve atributos; el atributo incorporación de conocimiento no lo posee, dado que sólo muestra evidencias de tenencia de tres de ellos. Así, en su conjunto, el estudiante 01 No posee Pensamiento Tecnológico.

Es pertinente, sin embargo, tener en cuenta que esta afirmación es relativa, dado que en realidad la tenencia o no de Pensamiento Tecnológico, como un tipo de pensamiento que es, parece ser más una propiedad que se desarrolla o no en mayor o menor grado. Desde este punto de vista cabe a la pedagogía y a sus agentes, los docentes y, a nivel más general, a la educación en tecnología, preocuparse por el desarrollo de aquellos atributos aún no presentes en este estudiante.

El procedimiento analítico hecho para el desempeño de este estudiante se llevó a cabo para cada uno de los otros catorce participantes, y sus resultados se presentan a continuación en la Tabla 5 y en la Figura 1.

Tabla 5. Número de estudiantes que manifestaron tener cada uno de los atributos propuestos para el Pensamiento Tecnológico

Atributo		Opera el atributo	
		SÍ	NO
Análisis/síntesis		11	4
Analogía/contraste		11	4
Causa/efecto		12	3
Sistema mental		7	8
Ponderación		9	6
Mentalidad proyectual		9	6
Racionalidad		7	8
Solución de problemas		10	5
Incorporación de conocimiento	Científico	6	9
	Técnico	3	12
	Sociohistórico	8	7
	Ético	10	5
	Ecológico	8	7
	Estético	8	7

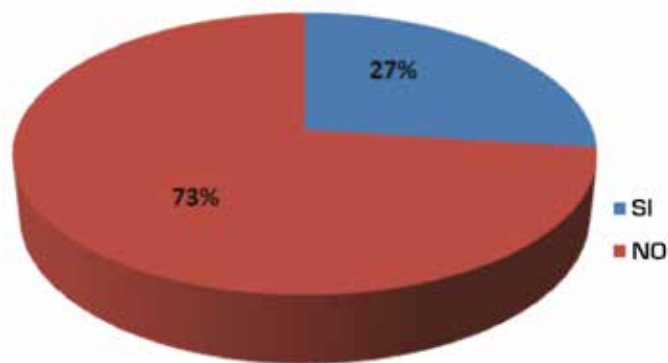


Figura 1. Ilustración del porcentaje de estudiantes que poseen y no poseen Pensamiento Tecnológico, de conformidad con los criterios establecidos para la presencia de los atributos asociados a esta conceptualización

A partir de los datos dados en la Tabla 5 se puede decir que los atributos con mayor presencia en los estudiantes son: análisis/síntesis, analogía/contraste, causa/efecto y solución de problemas. Les siguen en orden decreciente: ponderación, mentalidad proyectual, sistema mental y racionalidad. En relación con el atributo de incorporación

de conocimiento, se tiene que el tipo de conocimiento más incorporado es el ético, y el menos presente es el técnico. Obsérvese que todos los atributos están presentes en el grupo de participantes, pero ninguno de los atributos está en todos los integrantes o incluso en uno de ellos. Estos datos se ilustran en la Figura 2.

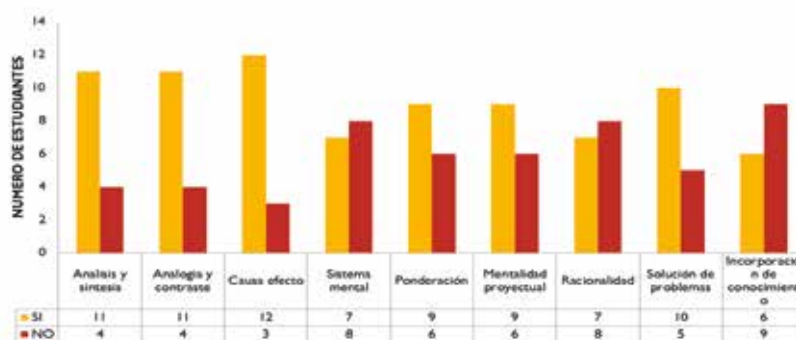


Figura 2. Ilustración de la presencia de cada uno de los atributos en el grupo de estudiantes que enfrentaron el análisis de la tarea

Conclusiones

Con todas las limitaciones presentes en el análisis de estos resultados e incluso en los mismos datos, esta visión, aún cuando muy parcial, dado que se trata de un grupo reducido, esboza desafíos de mejoramiento para la educación en tecnología, pues se requieren mayores esfuerzos si se tiene como objetivo el desarrollo de este tipo de pensamiento en los estudiantes que cursan la educación media en el área de tecnología e informática. En particular, es significativo el dato correspondiente a la incorporación del Pensamiento Técnico, por tratarse de ser un soporte básico para la educación en tecnología de alta calidad.

Asumiendo como criterio para decir si un sujeto tiene o no pensamiento tecnológico, el que muestre evidencias de poseer seis de los nueve atributos, el análisis de los resultados revela que el 73.33% de los participantes no tiene este tipo de pensamiento, mientras que el resto de ellos, esto es, el 26.67%, solo posee algunos atributos del pensamiento tecnológico.

Es pertinente llevar a cabo nuevas aplicaciones de IAeIPT para buscar resultados más amplios a partir de poblaciones más grandes, con el fin de ampliar los escasos conocimientos existentes acerca del estado actual del desarrollo del PT en la educación media.

Podría pensarse en aplicar el IAeIPT en poblaciones de docentes del área e instructores de instituciones como el SENA, para establecer posibles relaciones entre el grado de

PT presente en ellos y el de sus estudiantes. Estos estudios a su vez serían puntos de partida para la búsqueda de alternativas pedagógicas y didácticas orientadas a alcanzar una educación tecnológica de mayor calidad.

Finalmente, también podría pensarse en el diseño y construcción de currículos integrados, en cuyas estructuras se acoja o tenga presente el desarrollo del PT en términos de los atributos descritos.

Referencias

- AAAS. Ciencia: conocimiento para todos. México: Harla.
- ACEVEDO, J.A. Educación Tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema. *En: Alambique* 3, 75-84 (1997). [En línea] sala de lecturas CTS+I de la OEI, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo5.htm>.
- ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO M^a A. y ACEVEDO, P. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *En: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* [en línea] Vol. 2, No. 3 (2003), p. 353-376 [Citado en 19 de febrero de 2010] Disponible en www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/numero3/Art9.pdf
- ACEVEDO, J.A. Modelos de Relaciones entre Ciencia y Tecnología: Un análisis social e histórico. *En: Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*. [en línea] Vol. 3 No. 2, (2006), Asociación de Profesores Amigos de la ciencia. Cádiz. España. [Citado en 19 de enero de 2011] Disponible en <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo5.htm>.

- ARGÜELLES A. La educación tecnológica de nivel medio superior en México: El caso de CONALEP. 1995.
- ARGÜELLES A. La educación tecnológica en el mundo. México: Noriega. 1999.
- BANDURA, A. Pensamiento y acción Fundamentos Sociales. Stanford University. Barcelona, España: Martínez Roca Libros universitarios y profesionales. 1987.
- BUNGE, M. La ciencia su método y su filosofía. Colombia: Fundación Promotora de Cultura. 2003.
- CAJAS, F. Alfabetización científica y tecnología: La transposición didáctica del conocimiento tecnológico. Washington DC: Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, 2000. p. 249.
- CÁRDENAS, E. Hacia la conceptualización del Pensamiento Tecnológico en educación en tecnología. Bogotá Colombia, 2013. Tesis de doctorado (Doctorado interinstitucional). Universidad Pedagógica Nacional.
- CARDWELL, D. Historia de la tecnología. Madrid: Alianza universidad. 1966.
- CARRERA, X. Pensamiento tecnológico. G5 tecnología y educación – Instituto de tecnología. 2006 [en línea] [Citado en 22 mayo de 2010] Disponible en www.tecnoetica.org/horizontes/cocimiento/trast/pt-xc.pdf.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Ser competente en tecnología: una necesidad para el desarrollo. Orientaciones generales para la educación tecnológica. Revolución educativa. Bogotá, Colombia: Imprenta nacional. 2008.
- CONDE, M. Qué es y cómo funciona el pensamiento. En: Saludalia. 2002. [en línea] [Citado en 7 de enero de 2009] Disponible en www.saludalia.com salud familiar.
- FELDMAN, M. P. Comportamiento criminal: un análisis psicológico. México: Fondo de Cultura Económica. 1989.
- FONT, A. La enseñanza de la tecnología en la ESO. Barcelona: Eumo octaedro, 1996.
- GAGEL. En este intento riguroso de aproximarnos al significado y entidad que puede tener la expresión “pensamiento tecnológico”. 1995. [en línea] [Citado en 15 de mayo de 2010] Disponible en www.tecnoetica.org/horizontes/
- GARCÍA, J. y GARCÍA A. Procesos primarios de formación del pensamiento y la acción. Vol. 2 de Teoría de la Educación: Procesos primarios de formación del pensamiento y la acción. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. 2001
- GARDNER, H. Las cinco mentes del futuro. Un ensayo educativo. Barcelona: Paidós Ibéricas. 2005.
- GONZALO, R. Pensamiento Tecnológico. 2000 [En línea] Disponible en <http://www.fundacion-epson.es/horizontes/conocimiento/trast/PT-RG.pdf>
- GUILFORD, J. Psicología general. 2 ed. México: Diana, 1962.
- HEIDEGGER, M. Conferencias y artículos. (Trad.) Eustaquio Barjau. Barcelona, España: Serbal.1994.
- MOSTERIN, J. Filosofía de la cultura. Madrid: Alianza.
- NIEZWIDA, N. R. A. y BAZZO, A. Educación tecnológica en el currículo obligatorio: ¿Hacia dónde vamos. Paraná, Brasil: Universidad Tecnológica Federal. 1993.
- PACEY, A. The Culture of Technology. Cambridge, MA: MIT Press, 1983. (Trad.) R. Ríos (1990): La cultura de la Tecnología. México DF: FCE. 1983.
- PASCUAL-LEONE, J. y JOHNSON, J. The psychological Unit and its Role in Task Analysis: A Reinterpretation of object Permanence. In: CHANDLER, M y CHAPMAN, M (Eds.) Criteria for Competence: controversies in the Conceptualization an Assessment of children's Abilitis. Hillsdale, N, J.: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 153-187. 1991.
- QUEBRALTÓ, R. Mundo, tecnología, razón en el fin de la modernidad. ¿Hacia el hombre más técnico? Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias. 1993.
- QUINTANILLA, M. Cultura tecnológica. 1997. [en línea] [Citado en 15 de septiembre de 2011] Disponible en http://www.campusred.net/TELO/antiores/hum042/opi_editorial10.html.
- QUINTANILLA, M. Técnica y cultura. En: Teorema Revista Internacional de Filosofía. Tecnos. Vol. XVII/3 (1998). [Citado en 19 de septiembre de 2011] Disponible en OEI sala de lectura. CTS+I <http://www.oei.es/salactsi/teorema03.htm>.
- QUINTANILLA, M. Tecnología: Un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología. México: Fondo de Cultura Económica. 2005.
- RÉGNIER, F. Annoncer la couleur: pour une approche nuancée du consensus. Nancy: Institut de Métrologie Qualitativ. 1989.
- SÁNCHEZ, M. Desarrollo de habilidades del pensamiento creativo (Guía del Instructor). México: Trillas. 1991.
- SIERRA, R. Técnicas de Investigación Social. Teoría y ejercicios. España: Paraninfo. 2001.
- SOTO, A. Educación en tecnología: un reto y una exigencia social. Bogotá, Colombia: Magisterio. 2000. p. 31-35.
- VILLARINI, A. El desarrollo sistemático de las competencias humanas. 2006. [Citado en 14 de septiembre de 2009] Disponible en <http://www.monografias.com/>