

Manifestaciones del pensamiento científico-técnico según los estilos de aprendizaje en estudiantes de Ingeniería Hidráulica

Milaydis Molina Rodríguez.

E-MAIL: milaydismr@gmail.com

Universidad de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila. Cuba.

Luis Eduardo Rodríguez Rodríguez

E-MAIL: luiseduardorr745@gmail.com

Universidad de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila. Cuba.

Raydi Teydi Rojas Angel Bello

E-MAIL: raidyra1978@gmail.com

Universidad de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila. Cuba.

José Manuel Gaio

E-MAIL: josemanuelgaio1964@gmail.com

Escuela Superior Pedagógica de Bié. República de Angola

RESUMEN

El desarrollo del pensamiento científico-técnico constituye una exigencia de la formación de los profesionales universitarios de especialidades de las ciencias técnicas. El objetivo de este artículo es exponer las manifestaciones peculiares de las características del pensamiento científico-técnico que deben formarse en estudiantes de Ingeniería Hidráulica de acuerdo a los estilos de aprendizaje activo, reflexivo, teórico y pragmático. Se utilizaron los métodos de la sistematización de la teoría y la práctica, el inductivo-deductivo, el hipotético-deductivo, el test de estilo de aprendizaje de Honey-Alonso y técnicas experimentales basadas en la solución de problemas. La utilización de técnicas de correlación permitió establecer relaciones entre los estilos de aprendizaje y las características del pensamiento científico-técnico en la muestra de sujetos estudiada.

PALABRAS CLAVES: enseñanza de la física, formación de ingenieros hidráulicos, pensamiento científico-técnico, estilos de aprendizaje

Manifestations of the thought scientific-technician according to the learning styles in students of Hydraulic Engineering

ABSTRACT

The development of the thought scientific-technician constitutes a demand of the formation of the university professionals of specialties of the technical sciences. The objective of this article is to expose the peculiar manifestations of the characteristics of the thought scientific-technician that should be formed in students of Hydraulic Engineering according to the styles of active, reflexive, theoretical and pragmatic learning. The methods of the systematizing of the theory and the practice were used, the inductive-deductive one, the hypothetical-deductive one, the test of style of learning of Honey-Alonso and technical experimental based on the solution of problems. The use of technical of correlation allowed to establish relationships between the learning styles and of the characteristics of the thought scientific-technician in the studied sample of fellows.

KEYWORDS: teaching of the physics, hydraulic engineers' formation, thought scientific-technician, learning styles

01 INTRODUCCIÓN

En la actualidad constituye un reto de la educación superior la formación de profesionales capaces de utilizar los recursos de la ciencia y la tecnología en su actuación profesional. Especial importancia se le concede a la utilización del método científico para resolver deferentes tipos de problemas de la profesión. Los estudiantes que estudian carreras universitarias de perfil técnico deben alcanzar un óptimo desarrollo del pensamiento científico-técnico como base para formular y resolver problemas vinculados a la especialidad.

Lo anterior apunta, a la importancia de las diferentes formas en que los estudiantes asimilan y comprenden el contenido teórico, para concretarlo en las acciones sociales, científicas y tecnológicas, de acuerdo al perfil del profesional de que se trate. Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Hidráulica se preparan para enfrentar problemas profesionales relacionados con el planeamiento, diseño, construcción, gestión y rehabilitación de recursos hídricos a partir de sólidos conocimientos de la ciencia y la tecnología (Ministerio de Educación Superior, 2018).

Las disciplinas relacionadas con las ciencias básicas que se estudian en las carreras relacionadas con las ciencias técnicas en las universidades poseen amplias posibilidades para desarrollar el pensamiento científico-técnico de los estudiantes. Dentro de estas ciencias, la Física desempeña un papel crucial teniendo en cuenta las características de su objeto de estudio y la amplia utilización de los métodos inductivo-deductivo, los modelos, las analogías, las hipótesis y los procedimientos lógicos, tanto en la ciencia como en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, la experiencia muestra que los estudiantes que comienzan el estudio de la carrera manifiestan dificultades en el estudio de la Física, como consecuencia en el desarrollo del pensamiento físico y científico-técnico.

El sistema de conocimientos de la Física tiene carácter científico-técnico y es el resultado del conocimiento de la naturaleza como resultado del desarrollo del pensamiento físico y científico-técnico. En esta investigación se asume que el pensamiento científico es aquel que utiliza el método científico para formular y resolver problemas mediante acciones de análisis y síntesis, inducción-deducción, planteamiento de hipótesis, diseño de estrategias, comprobación de la solución y comunicación de los resultados y se expresa en las habilidades del pensamiento científico (Figueroa et al., 2020).

La experiencia de los autores como profesores de Física General en las carreras de ingeniería y un estudio diagnóstico realizado a estudiantes de la carrera de Ingeniería Hidráulica en la Universidad de Ciego de Ávila permitió constatar que se manifiestan limitaciones en el desarrollo del pensamiento científico-técnico por parte de los estudiantes. Se aprecia una tendencia a la utilización del ensayo y error para resolver las tareas docentes de la disciplina, no se utilizan con independencia los contenidos de la Física General para formular y resolver problemas de la ciencia y de la tecnología, se presentan dificultades en la utilización del método investigativo y de las operaciones lógicas a él asociadas.

Estudios anteriores sobre esta problemática, revelan que la atención a las características del aprendizaje de los estudiantes se realiza fundamentalmente mediante el apoyo heurístico de acuerdo con su nivel de desarrollo, la mayor parte del cual está dirigido a que los estudiantes profundicen en los procesos analítico-sintéticos, sin tener en cuenta un profundo diagnóstico de las particularidades del proceso de aprendizaje (Pérez et al., 2020).

Consecuentemente con las ideas anteriores el objetivo de este artículo es exponer las manifestaciones peculiares de las características del pensamiento científico-técnico que deben

formarse en estudiantes de Ingeniería Hidráulica de acuerdo a los estilos de aprendizaje activo, reflexivo, teórico y pragmático.

02 CARACTERÍSTICAS DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO-TÉCNICO DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA HIDRÁULICA DE ACUERDO A LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE

En la formación de los ingenieros hidráulicos debe lograrse la profesionalización desde las distintas disciplinas del currículo y la Física General desempeña un rol importante, favorece que el estudiante domine un óptimo lenguaje de la especialidad, de la ciencia y la tecnología y sus aplicaciones a los problemas profesionales. Con la profesionalización de la disciplina Física General para el ingeniero hidráulico se garantiza el crecimiento profesional, personal, laboral, económico y social (Alonso y Cruz, 2020).

En la concepción de la Física General en la carrera Ingeniería Hidráulica para lograr las tareas de la profesionalización de los futuros egresados es necesario tener en cuenta las características del pensamiento científico-técnico que deben desarrollarse en este tipo de profesionales y las potencialidades de las características individuales de los estudiantes (Herrero et al. 2023).

Los estilos de aprendizaje de los estudiantes se abordan por investigadores tales como (Alonso et al. 2012; Bermúdez y Rodríguez, 2018). Estos estudios permiten establecer que los estudiantes abordan el aprendizaje desde diferentes aproximaciones o estilos, los estilos de aprendizaje abarcan rasgos cognitivos, afectivos y fisiológico, las características de los estudiantes en cuanto a los estilos de aprendizaje se pueden diagnosticar utilizando los test de estilo de aprendizaje y los modelos de estilos de aprendizaje se basan en las teorías de la psicología cognitiva.

En esta investigación se asume que los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los estudiantes perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje (Alonso y Gallego, 2004).

Existen diferentes modelos y clasificaciones de los estilos de aprendizaje, entre los que se encuentran los estilos visuales, auditivos y cinestésicos, de acuerdo a los rasgos analíticos vs globales y secuenciales vs simultáneos, de acuerdo a las preferencias individuales y ambientales de los estudiantes (Alonso et al. 2012), por la interacción social se pueden clasificar en convergentes, divergentes, asimiladores y acomodadores (Keefe, 1988).

En esta investigación se asume la clasificación de estilos de aprendizaje que ofrece Alonso et al. (2012) basado en el modelo de Kolb cuando señalan que, los estilos de aprendizaje en los estudiantes de la educación superior, de acuerdo a los rasgos individuales y ambientales, se pueden clasificar en activo, reflexivo, teórico y pragmático.

A partir de la sistematización de estudios realizados en investigaciones anteriores relacionadas con el desarrollo del pensamiento científico-técnico y el pensamiento físico (Rodríguez et al., 2021; García et al. 2023), se asume que el pensamiento científico-técnico es el proceso cognoscitivo del objeto físico y sus interconexiones expresado en los hechos científicos, los conceptos, las leyes, las hipótesis y las teorías físicas que permiten formular y resolver problemas de la ciencia y la técnica mediante los métodos experimentales, analítico-sintético y gráficos; así como los procedimientos algorítmicos, analógicos y de modelación.

Siguiendo esta línea de razonamiento y a partir del estudio realizado por Nova (2022) se delimitan las características del pensamiento científico-técnico que se deben desarrollar en los estudiantes de Ingeniería Hidráulica. Estas características se relacionan con el desarrollo del pensamiento lógico para

resolver problemas de la ciencia y la técnica, la modelación de situaciones del objeto físico y de la técnica, la aplicación de los conocimientos a situaciones de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, el empleo de representaciones simbólicas físico-matemáticas y el reconocimiento de las implicaciones científicas, axiológicas, estéticas y sociales de los problemas técnicos.

A partir de la sistematización teórica de las características de los estilos de aprendizaje activo, reflexivo, teórico y pragmático y las características del pensamiento científico-técnico en general, es posible deducir las características del pensamiento científico-técnico que prevalecen en los estudiantes que manifiestan distintos estilos de aprendizaje. Las características del pensamiento científico-técnico se relacionan con las diferentes formas de aprender de los estudiantes, por esta razón los estudiantes de estilos de aprendizaje diferentes manifiestan de forma diferenciada las características antes relacionadas.

Las características del pensamiento científico-técnico que prevalecen en estudiantes que manifiestan estilos de aprendizaje activo se concretan en que utilizan el ensayo y el error en la formulación y solución de problemas, determinan las relaciones esenciales que se establecen en la situación presentada con el sistema de conocimientos físicos buscando aproximaciones mediante la improvisación, utilizan las representaciones simbólicas físico matemáticas sin seguir un orden lógico y aplican los conocimientos a situaciones de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente empleando las acciones del método científico espontáneamente.

Los estudiantes que manifiestan estilos de aprendizaje reflexivo se caracterizan por formular y resolver problemas de la ciencia y la técnica planificando con exactitud las acciones a desarrollar, determinan las relaciones esenciales que se establecen en la situación con el sistema de conocimientos físicos mediante un análisis profundo y multilateral. Los estudiantes que manifiestan este tipo de estilo de aprendizaje diseñan y rediseñan las estrategias de solución de los problemas siguiendo un orden lógico de las acciones y en la utilización de las representaciones simbólicas físico matemáticas; de igual modo, aplican los conocimientos a situaciones de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente utilizando acciones del método científico siguiendo un orden de pasos preestablecidos.

Las características del pensamiento científico-técnico que prevalecen en estudiantes que manifiestan estilos de aprendizaje teórico se expresan en que formulan y resuelven problemas planificando con exactitud y de forma metódica las acciones a desarrollar, valoran críticamente aciertos y desaciertos y determinan las relaciones esenciales en la situación mediante un análisis profundo y multilateral. Estos estudiantes diseñan y rediseñan las estrategias de solución de los problemas siguiendo un orden lógico y bien estructurado de las acciones y pueden valorar las estrategias de solución más racionales, utilizan las representaciones simbólicas físico matemáticas siguiendo un orden lógico y aplican los conocimientos a situaciones de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente utilizando el método científico de acuerdo a la situación presentada de forma objetiva.

Mientras que las características del pensamiento científico-técnico que prevalecen en estudiantes que manifiestan estilos de aprendizaje pragmático se reflejan en que formulan y resuelven problemas de la ciencia y la técnica ejecutando con eficacia y de forma directa acciones prácticas y la experimentación, determinan las relaciones esenciales que se establecen en la situación con el sistema de conocimientos físicos mediante el análisis fáctico, diseñan y rediseñan las estrategias de solución de los problemas prácticos y experimentales y buscan las estrategias de solución más directas y eficaces. Los estudiantes que manifiestan un estilo pragmático utilizan las representaciones simbólicas y las estructuras aritméticas, algebraicas, geométricas y del cálculo diferencial e integral

de acuerdo a las características de la situación presentada y utilizan el método científico de forma directa y eficaz.

03 DIAGNÓSTICO DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE Y SUS RELACIONES CON EL PENSAMIENTO CIENTÍFICO-TÉCNICO

METODOLOGÍA GENERAL

En la investigación realizada, desde un enfoque mixto prevalecen métodos como la sistematización de la teoría y la práctica, el inductivo-deductivo y el hipotético-deductivo para delimitar desde la teoría las características del pensamiento científico-técnico en general y las que se manifiestan de acuerdo a los estilos de aprendizaje, según el modelo de Kolb activo, reflexivo, teórico y pragmático (Díaz, 2017). Se utiliza el test de estilo de aprendizaje de Honey-Alonso (Alonso et al. 2012) para determinar los estilos de aprendizaje que predominan en el grupo de estudiantes y de forma individual y una técnica experimental basada en la solución de problemas para determinar el nivel de desarrollo del pensamiento científico-técnico de los estudiantes. Las técnicas de correlación permitieron establecer las relaciones entre los estilos de aprendizaje y los rasgos del pensamiento científico-técnico y su comparación con los postulados teóricos asumidos.

Se trabajó con una muestra intencional de 26 estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Ciego de Ávila. Los estudiantes mostraron su consentimiento para resolver el test y dispusieron de un tiempo de una hora.

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL DIAGNÓSTICO Y SU ANÁLISIS

Desde el punto de vista práctico se determinó en esta investigación los estilos de aprendizaje que manifiestan los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Hidráulica. Para el estudio de los estilos de aprendizaje se utiliza el modelo de Kolb (Díaz, 2017) que los clasifica en estilo activo, reflexivo, teórico y pragmático por considerarse que es el que más se adapta a estudiantes de la Educación Superior y expresa las características personales y ambientales de este tipo de estudiantes. Para conseguir este propósito se utiliza el test de estilo de aprendizaje de Honey-Alonso (tomado de Díaz, 2017).

El test de estilos de aprendizaje se aplicó a una muestra intencional de 26 estudiantes de la carrera de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Ciego de Ávila. Se le solicitó el consentimiento a cada estudiante para la aplicación del test de estilo de aprendizaje y el 100 % de la muestra mostró disposición para realizarlo y curiosidad por conocer el estilo que manifiestan.

Los resultados del instrumento muestran que 8 estudiantes para un 30,7 % de la muestra manifiestan un estilo de aprendizaje activo, 3 para un 11,5 % manifiestan un estilo de aprendizaje reflexivo, 10 para un 38,4 % manifiestan un estilo teórico y 5 para un 19,2 % manifiestan un estilo pragmático. En la muestra de 26 estudiantes predominan los estilos de aprendizaje teórico y activo.

Contrastando estos resultados con la caracterización psicopedagógica de cada estudiante y el diagnóstico que tienen de ellos los investigadores se pudo delimitar que los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje activo son espontáneos y arriesgados, muestran disposición para el trabajo en grupos y tienden con frecuencia al ensayo y error para resolver problemas. Mientras que los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje reflexivo se caracterizan por ser más receptivos, formulan muchas preguntas en las clases y analizan con profundidad los problemas y las tareas de aprendizaje, en ocasiones tardan más tiempo del necesario para resolver las actividades en las clases.

Siguiendo esta misma línea de razonamiento, los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje teórico, como los del estilo reflexivo, formulan muchas preguntas en clases, asimilan con mayor facilidad los conceptos, las leyes y su modelación físico-matemática, siguen un orden lógico en las acciones para resolver problemas y cuestionan con frecuencia los criterios del profesor y los compañeros. Sin embargo, los estudiantes que manifiestan un estilo pragmático se interesan sobre el sentido utilitario de determinados contenidos, muestran interés en las actividades experimentales y generalmente tienen éxito en la solución de ejercicios y problemas de aplicación del contenido a situaciones concretas.

Para el estudio de las características del pensamiento científico-técnico de los estudiantes, se define como variable a estudiar el nivel de desarrollo del pensamiento científico-técnico de los estudiantes. Esta variable se expresa operacionalmente como el nivel de desarrollo del pensamiento lógico para formular y resolver problemas de la ciencia y la técnica, la modelación de situaciones del objeto físico y de la técnica para formular y resolver problemas reales de la profesión, el desarrollo de habilidades para formular y resolver problemas teóricos, experimentales y de la ciencia y la técnica. También incluye la operacionalización de la variable definida, las acciones para diseñar y rediseñar estrategias, esquematizar y montar instalaciones experimentales y técnicas, utilizar equipos y aparatos, comprobar hipótesis, procesar información, comunicar los resultados, la aplicación de los conocimientos a situaciones de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente y la resolución de problemas prácticos.

A partir de esta variable y su operacionalización se diseñó y aplicó una técnica experimental para determinar el nivel de desarrollo del pensamiento científico-técnico de los estudiantes seleccionados. Se toman como dimensiones para el estudio las características del pensamiento científico-técnico definidos en esta investigación (ver la leyenda de la tabla 1). El instrumento consta de cuatro ítems que consisten en resolver problemas de Física vinculados con los contenidos de la ingeniería hidráulica. En el primer ítem se les pide resolver un problema sencillo de una prensa hidráulica y se les solicita expresar sus aplicaciones técnicas. En el segundo y tercer ítem deben resolver problemas donde apliquen los contenidos de dinámica de los fluidos a redes hidráulicas y desagües en una presa, respectivamente. El cuarto ítem es un problema experimental para determinar la velocidad de salida del agua de una toma de agua. Este instrumento se aplicó a la muestra intencional previamente definida para el estudio de los estilos de aprendizaje.

Para procesar la información se elaboró una escala ordinal con los valores 3 (alto), 2 (medio) y 1 (bajo) para la calificación del instrumento a partir de los protocolos que se recogen a cada uno de los estudiantes derivados de la técnica experimental utilizada. Esta escala se validó con un coeficiente Alpha de Cronbach de 0,85.

Para el análisis cuantitativo de estos resultados se determinó el índice promedio ponderado de cada indicador (I) utilizando la ecuación 1 (Rodríguez y Rodríguez, 2018):

$$I = \frac{a+b+(a+b)2+(a+b)3}{2N} \quad (1)$$

Las variables a y b determinan la cantidad de estudiantes en cada categoría (bajo, medio o alto) por cada característica del pensamiento científico-técnico. Se pondera por 1 la cantidad de estudiantes en la escala de bajo, por dos la cantidad de estudiantes en medio y por tres de la cantidad de estudiantes con categoría de alto. N es el total de estudiantes.

Para otorgar una categoría a cada indicador, de acuerdo al criterio establecido se tuvo en cuenta una escala convencional a partir del análisis del índice ponderado para cada indicador, cuando el

índice ponderado está en el rango de 1 a 1,59 en nivel de desarrollo del pensamiento científico-técnico se evalúa de bajo (B), cuando está en el rango de 1,6 a 2,09, se evalúa de medio (M) y de 2,1 a 3 de alto (A).

La determinación del índice ponderado de cada indicador y para los estudiantes que manifiestan los estilos de aprendizaje activo, reflexivo, teórico y pragmático se refleja en la tabla 1. A partir de estos resultados es posible determinar las relaciones que existen entre las características de pensamiento científico-técnico que manifiestan los estudiantes y los diferentes estilos de aprendizaje.

Tabla 1. Índice promedio de cada indicador por cada uno de los estilos de aprendizaje estudiados.

Indicador	Estilo activo I	Estilo reflexivo I	Estilo teórico I	Estilo pragmático I
(1)	1,25	1,66	1,70	1,80
(2)	1,25	2,00	1,70	1,80
(3)	1,25	1,66	1,50	1,40
(4)	1,25	1,66	1,40	1,40
(5)	1,37	1,66	1,80	1,80
(6)	1,37	2,00	1,50	2,00

Legenda de la tabla 1: (1) Desarrollo del pensamiento lógico para formular y resolver problemas de la ciencia y la técnica, (2) Modelación de situaciones del objeto físico y de la técnica para formular y resolver problemas reales de la profesión, (3) Desarrollo de habilidades para formular y resolver problemas teóricos, experimentales y de la ciencia y la técnica, (4) Aplicación de los conocimientos a situaciones de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, (5) Utilizar representaciones simbólicas y las estructuras físico-matemáticas para formular y resolver el problema, (6) Resolución de problemas prácticos a partir de reconocer sus implicaciones científicas, axiológicas, estéticas, económicas y sociales y aspectos utilitarios de las posibles soluciones.

De acuerdo a los resultados que se reflejan en la tabla 1, se aprecia que los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje activo alcanzan una categoría de bajo (B) en todos los indicadores estudiados (rango de 1-1,59), mientras que los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje reflexivo alcanzan la categoría de medio (M) en todos los indicadores estudiados (rango de 1,6-2,09). Los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje reflexivo obtienen resultados superiores en la modelación de situaciones del objeto físico y de la técnica para formular y resolver problemas reales de la profesión y en la resolución de problemas prácticos a partir de reconocer sus implicaciones científicas, axiológicas, estéticas, económicas y sociales y aspectos utilitarios de las posibles soluciones.

Los resultados cuantitativos que se reflejan en la tabla 1 también permiten inferir que los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje teórico alcanzan un índice de medio (M) en tres de los indicadores estudiados (rango de 1,6-2,09) y bajo (B) en el resto (rango de 1-1,59).

Estos estudiantes alcanzan los mejores resultados en los indicadores vinculados con el desarrollo del pensamiento lógico para formular y resolver problemas de la ciencia y la técnica y en la modelación de situaciones del objeto físico y de la técnica para formular y resolver problemas reales de la profesión. Mientras que los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje pragmático alcanzan un nivel medio (M) en cuatro de los indicadores estudiados y bajo (B) en los restantes. Estos últimos muestran las mayores dificultades en el desarrollo de habilidades para formular y resolver problemas teóricos, experimentales y de la ciencia y la técnica y en la aplicación de los conocimientos a situaciones de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.

El análisis cualitativo de los resultados de la aplicación de la técnica experimental y su correlación con las características del pensamiento científico-técnico obtenidas teóricamente en esta investigación, permite concluir que existen relaciones entre las características del pensamiento científico-técnico y los estilos de aprendizaje que predominan en la muestra de estudiantes con los que se trabajó.

Las principales limitaciones observadas en el desarrollo del pensamiento científico-técnico en los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje activo se concretan en que utilizan, como tendencia, el ensayo y error para formular y resolver los problemas, establecen relaciones no esenciales que conducen a soluciones incorrectas, tienden a buscar aproximaciones mediante la improvisación y presentan insuficiencias en el uso del método investigativo.

Por otra parte, los estudiantes en que predomina el estilo de aprendizaje reflexivo omiten algunos elementos esenciales en la modelación de la situación del objeto físico, llagando a formular el problema con ayuda, diseñan las estrategias de solución utilizando los algoritmos estudiados, sin necesidad de auxiliarse del profesor, los compañeros o la bibliografía, no siempre asumen las estrategias de solución más originales o ingeniosas y tienen más éxitos en la solución de problemas cuando el algoritmo es conocido.

Las principales limitaciones en el desarrollo del pensamiento científico-técnico que manifiestan los estudiantes en que predomina un estilo de aprendizaje teórico se centran en la utilización de las representaciones simbólicas y la modelación físico matemática para resolver problemas de la ciencia y la técnica. Mientras que los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje pragmático muestran un limitado desarrollo de habilidades para formular y resolver problemas teóricos y para aplicar los conceptos y leyes estudiadas a situaciones de la profesión.

El análisis cualitativo y cualitativo de estos resultados y su contrastación con las características del pensamiento científico-técnico permite arribar a las siguientes regularidades en cuanto a la correlación entre dichas características y su manifestación de acuerdo a los estilos de aprendizaje que predominan en los estudiantes que conforman la muestra:

Características del pensamiento científico-técnico que predominan en los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje activo:

- Utilizan el ensayo y error para resolver los problemas y no arriban a una formulación y solución acertada.
- No pueden determinan las relaciones esenciales que se establecen en la situación presentada con el sistema de conocimientos físicos estudiado buscando aproximaciones mediante la improvisación,
- Diseñan y rediseñan las estrategias de solución de los problemas mediante el ensayo y error,
- Presentan insuficiencias en la utilización del método investigativo para resolver problemas de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.

Características del pensamiento científico-técnico que predominan en los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje reflexivo:

- Utiliza de forma correcta el método analítico-sintético, el inductivo-deductivo, los modelos-analogías y el hipotético-deductivo en las fases de análisis de la solución y de solución de los problemas, si establece una estrategia correcta para resolver el problema, pero no es capaz de fundamentar y comunicar adecuadamente la estrategia utilizada.
- Omite algunos elementos esenciales en la modelación de la situación del objeto físico, pero formula el problema con ayuda.

- Diseña las estrategias de solución utilizando los algoritmos estudiados, sin necesidad de auxiliarse del profesor, los compañeros o la bibliografía.
- Analiza las estrategias de solución aplicadas individualmente o por sus compañeros críticamente, destaca ventajas y desventajas, aunque no siempre asume las más originales o ingeniosas.
- Procede a la solución del problema siguiendo un orden lógico de los procedimientos físico-matemáticos cuando los algoritmos son conocidos.
- Planifica adecuadamente las acciones de solución del problema, pero no considera adecuadamente todas las condiciones.

Características del pensamiento científico-técnico que predominan en los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje teórico:

- Formulan y resuelven problemas de la ciencia y la técnica planificando con exactitud y de forma metódica las acciones a desarrollar y valoran críticamente aciertos y desaciertos con ayuda del profesor,
- Determinan algunas de las relaciones esenciales que se establecen en la situación presentada con el sistema de conocimientos físicos estudiado cuando el algoritmo es conocido,
- Diseñan y rediseñan las estrategias de solución de los problemas siguiendo un orden lógico con ayuda del profesor o cuando la estrategia es conocida,

Características del pensamiento científico-técnico que predominan en los estudiantes que manifiestan un estilo de aprendizaje pragmático:

- Muestran adecuado desarrollo del pensamiento lógico para formular y resolver problemas de la ciencia y la técnica,
- Modelan con ayuda situaciones del objeto físico y de la técnica para formular y resolver problemas reales de la profesión,
- Es limitado el desarrollo de habilidades para formular y resolver problemas teóricos, experimentales y de la ciencia y la técnica (análisis y síntesis, inducción-deducción, establecer hipótesis, diseñar y rediseñar estrategias, esquematizar y montar instalaciones experimentales y técnicas, utilizar equipos y aparatos, comprobar hipótesis, procesar información, comunicar los resultados,
- Utilizar adecuadamente las representaciones simbólicas y las estructuras aritméticas, algebraicas, geométricas y del cálculo diferencial e integral de forma lógica en la modelación matemática de los conceptos y las leyes físicas a utilizar para formular y resolver el problema,
- Resuelven problemas prácticos a partir de reconocer sus implicaciones científicas, axiológicas, estéticas, económicas y sociales y aspectos utilitarios de las posibles soluciones.

Haciendo un análisis integral de la muestra de 26 estudiantes se pudo constatar que se presentan las siguientes regularidades en relación al desarrollo del pensamiento científico-técnico:

- Los estudiantes utilizan de forma adecuada los algoritmos aprendidos para resolver problemas, plantean las ecuaciones y las resuelven a partir del trabajo algebraico siguiendo un orden lógico.
- Se aprecian limitaciones en abstraer lo conocido y lo desconocido como parte del proceso de comprensión del problema y en la determinación de relaciones esenciales que permitan planificar y diseñar una estrategia de solución acertada.
- Los estudiantes que forman parte de la muestra no son capaces de rectificar las estrategias de solución inadecuadas, de encontrar más de una estrategia para abordar situaciones similares y

de analizar con profundidad el sistema de conocimientos a utilizar según corresponde a las condiciones del problema.

- Se observan limitaciones en analizar la situación de forma multilateral, en determinar todas las condiciones de la misma para arribar a una respuesta correcta.
- Existe una tendencia a la ejecución de algoritmos aprendidos y a seguir el sentido común, sin hacer las necesarias generalizaciones teóricas implícitas en el sistema de conocimientos a utilizar.

El estudio realizado permitió establecer tendencias en cuanto a las características del pensamiento científico-técnico de acuerdo a los estilos de aprendizaje que prevalecen en los estudiantes de Ingeniería Hidráulica. Este resultado puede constituir un antecedente en la concepción de los sistemas de problemas que se utilizan en la disciplina Física General para contribuir al desarrollo del pensamiento científico-técnico de los estudiantes desde un enfoque científico-tecnológico que permita vincular las potencialidades lógicas y gnoseológicas de las teorías físicas con los sistemas hidráulicos (Díaz y Ortega, 2022).

04 EJEMPIFICACIÓN DE PROBLEMAS UTILIZADOS Y RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

La situación del objeto físico que se utiliza para la formulación y solución de problemas en la carrera de Ingeniería Hidráulica se vincula con elementos del planeamiento hidráulico, las soluciones técnicas a problemas hidráulicos, la conducción del agua, los métodos y técnicas de riego y el drenaje agrícola.

Para la implementación en la práctica se diseñó un sistema de problemas que responde a los componentes de la formación del ingeniero hidráulico y se sustentan en las características y los niveles de desarrollo del pensamiento científico técnico de los estudiantes de Ingeniería Hidráulica. A continuación, se relacionan algunos ejemplos de problemas utilizados en la asignatura Física I en la carrera de Ingeniería Hidráulica en la Universidad de Ciego de Ávila.

Problema 1: La estación de bombeo urbana mantiene en la tubería de alimentación de agua, a un nivel del primer piso, una presión de 5 atm. Determine (despreciando la presión al fluir el líquido) la velocidad del chorro de agua que sale de las tomas de agua en los pisos primero, segundo y tercero, si las tomas de cada uno de los pisos siguientes distan 4 m por la vertical. ¿A qué piso el agua ya no ascenderá por la tubería de alimentación?

Solución: Primer piso 28 m/s, segundo piso 27,3 m/s, tercer piso 26,5 m/s. No ascenderá al 12 piso.

Problema 2: ¿En cuántas veces aumentará el desagüe a través de una presa ancha, si el nivel del agua sobre el borde de la presa crece al doble?

Solución: Las dimensiones de la sección longitudinal del chorro aumentarán el doble. Las velocidades de las secciones semejantes en el chorro aumentarán $\sqrt{2}$ veces. Por eso el desagüe aumentará $2\sqrt{2}$ veces.

Problema 3: ¿Cómo puede determinar la velocidad de salida del agua de una toma de agua si dispone de una lata cilíndrica, un cronometro y un compás grande?

Solución: Con la ayuda del compás se mide la altura h y diámetro d_1 del recipiente y se calcula el volumen (ecuación 2).

$$V = \frac{\pi d_1^2}{4} h \quad (2)$$

Después con el cronómetro se determina el tiempo en que se llena la lata. Entonces la cantidad de agua (Q) que sale en la unidad de tiempo se determina por la ecuación 3.

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{\pi d_1^2 h}{4 t} \quad (3)$$

Por otra parte, Q se puede expresar como producto de la velocidad buscada v de la salida del agua por el área S de la sección transversal de la toma de agua (ecuación 4).

$$Q = S v = \frac{\pi d_2^2}{4} v \quad (4)$$

Igualando los segundos miembros se obtiene la magnitud buscada de acuerdo a la ecuación 5.

$$v = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \frac{h}{t} \quad (5)$$

d_2 se mide con el compás y es el área de la sección transversal del tubo de la toma de agua.

Problema 4: Para hacer funcionar el elevador de automóviles de una estación de servicio, se utiliza una presión aplicada de 6kp, el cual permite elevar un vehículo, si el diámetro del pistón mayor mide 20 cm y el área del menor pistón es 1 cm²(figura 1). Determinar:

- De acuerdo al enunciado, realizar el gráfico respectivo de la aplicación de la prensa hidráulica.
- Calcular el peso a levantar en Newton (N).

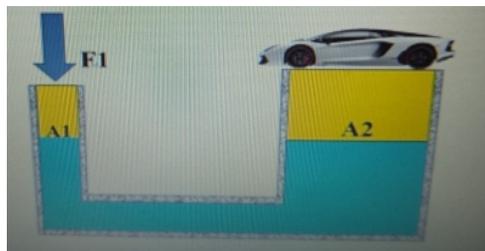


Figura 1: Representación de la prensa hidráulica.

Problema 5: Entre los extremos de un tubo de 0,006 m de diámetro y 1 m de longitud, se aplica una diferencia de presión relativa de 50.000 Pa. Si el caudal que fluye es de $Q = 3,5 \times 10^{-6}$ m³/s, halle la viscosidad del fluido circulante, considere régimen laminar.

Problema 6: Las mangueras que se usan en los grandes incendios estructurales tienen un diámetro interior de 6,40 cm (figura 2). Supongamos que dicha manguera transporta un flujo de 40,0 L/s, a partir de una presión manométrica de $1,62 \times 10^6$ N/m². La manguera sube 10,0 m por una escalera hasta una boquilla con un diámetro interior de 3,00 cm. ¿Cuál es la presión en la boquilla?



Figura 2. Representación de las mangueras que se utilizan en los grandes incendios.

Solución: La presión en la boquilla de esta manguera contra incendios es menor que en el suelo por dos motivos: el agua tiene que ir cuesta arriba para llegar a la boquilla y la velocidad aumenta en la boquilla. A pesar de su baja presión, el agua puede ejercer una gran fuerza sobre cualquier cosa que golpee en virtud de su energía cinética. La presión de la corriente de agua se iguala a la presión atmosférica una vez que sale al aire.

Problema 7: ¿Qué fuerza debe soportar una presa?

Consideremos la presión y la fuerza que actúan sobre la presa que retiene un embalse de agua (figura 3). Supongamos que la presa tiene 500 m de ancho y el agua tiene 80,0 m de profundidad en la presa, como se ilustra a continuación.

- (a) ¿Cuál es la presión media sobre la presa debido al agua?
- (b) Determine la fuerza ejercida contra la presa.

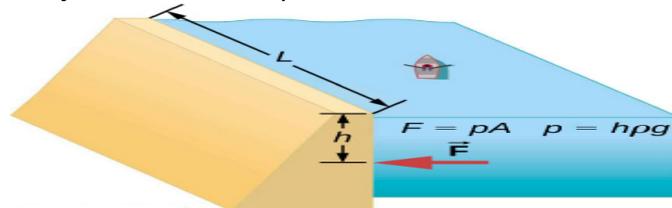


Figura 3. Representación de una presa.

- c) Mostrar a partir de un análisis de fuerzas cómo determinar la diferencia de presiones entre dos puntos del fluido (figura 4).



Figura 4. Diferencia de presión entre los diferentes puntos del fluido.

Problema 8: Un tanque cilíndrico de 1,80 m de diámetro descansa sobre una plataforma de una torre a 6 m de altura (figura 5). Inicialmente, el tanque está lleno de agua, hasta la profundidad $h_0 = 3$ m. De un orificio que está al lado del tanque y en la parte baja del mismo, se quita un tapón que cierra el área del orificio, de 6 cm^2 . ¿Con qué velocidad fluye inicialmente el agua del orificio? ¿Cuánto tiempo necesita el tanque para vaciarse por completo?

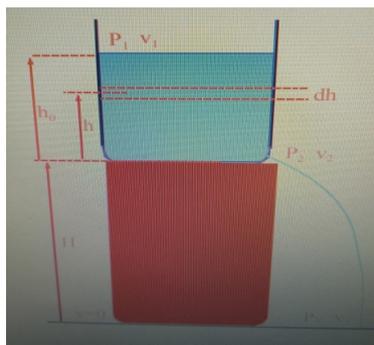


Figura 5. Representación del tanque cilíndrico sobre una plataforma.

Para la evaluación del desarrollo del pensamiento científico-técnico después de la intervención se utilizaron los mismos indicadores que en la etapa de diagnóstico. En la tabla 2 se reflejan los resultados del índice promedio ponderado para la muestra de 26 estudiantes.

Tabla 2. Índice promedio ponderado después de la intervención.

Característica del pensamiento estudiado	I_c
(1)	2.28
(2)	2.28
(3)	2.07
(4)	2.11
(5)	2.11
(6)	2.17

El análisis de este resultado muestra que un indicador alcanza la categoría de medio y cinco indicadores alcanzan la categoría de alto. En general los estudiantes de la muestra manifiestan resultados superiores en los indicadores vinculados con el desarrollo de habilidades para formular y resolver problemas teóricos, experimentales y de la ciencia y la técnica, aplicación de los conocimientos a situaciones de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, utilización de representaciones simbólicas y estructuras aritméticas, algebraicas, geométricas y del cálculo diferencial e integral de forma lógica en la modelación matemática de los conceptos y las leyes físicas a utilizar para formular y resolver el problema vinculados con la ingeniería hidráulica. También se obtuvo resultados superiores en la resolución de problemas prácticos a partir de reconocer sus implicaciones científicas, axiológicas, estéticas, económicas y sociales y aspectos utilitarios de las posibles soluciones vinculados con el perfil del ingeniero.

05 CONCLUSIONES

La investigación realizada permitió revelar que las características del pensamiento científico-técnico que se manifiestan en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Hidráulica están relacionados con el desarrollo del pensamiento lógico para formular y resolver problemas de la ciencia y la técnica, la modelación de situaciones del objeto físico y de la técnica, el desarrollo de habilidades para formular y resolver diferentes tipos de problemas, la utilización representaciones físico matemáticas y la resolución de problemas prácticos. La manifestación de estas características del pensamiento científico-técnico tiene particularidades específicas a partir de los estilos de aprendizaje que manifiestan los estudiantes.

El estudio de los estilos de aprendizaje mediante el modelo de Kolb que los clasifica en estilo activo, reflexivo, teórico y pragmático se adapta a estudiantes de la Educación Superior y expresa las características personales y ambientales de los mismos. La aplicación del test de estilos de

aprendizaje basado en este modelo permitió constatar que en los estudiantes de la muestra predominan los estilos de aprendizaje teórico y activo.

Los resultados de la aplicación y procesamiento de la técnica experimental utilizada para el estudio de los niveles de desarrollo del pensamiento científico-técnico de los estudiantes y su relación con los estilos de aprendizaje, permitió constatar que, como tendencia, existen relaciones entre estas dos variables y que persisten limitaciones en algunas de las características del pensamiento científico-técnico objeto de estudio en esta investigación.

06 REFERENCIAS

- Alonso C., Gallego D. y Honey P.** (2012). "Los Estilos de Aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejoras", Ediciones Mensajero, ISBN 978-84-271-1914-7, España.
- Alonso C. y Gallego D.** (2004). "Los estilos de aprendizaje: Una propuesta pedagógica", I Congreso Internacional de Estilos de Aprendizaje. Madrid, España extraído de <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/358>
- Alonso C. y Cruz M.** (2020). "Dimensiones del proceso de enseñanza-aprendizaje para la formación profesional", Revista Luz, vol.19, no.2, pp. 40-54, ISSN1814-151X, Holguín, Cuba.
- Bermúdez R. y Rodríguez M.** (2018). "Psicología del pensamiento científico", Colección Ciencias de la Educación. Editorial Universo Sur. ISBN: 978-959-257-523-3, Ecuador.
- Díaz A.** (2017). "Estilos de aprendizaje y métodos pedagógicos en la Educación Superior", Tesis de Doctorado. Escuela Internacional de Doctorado. UNED.
- Díaz A. Y Ortega J.** (2022). "La resolución de problemas de física y el pensamiento matemático en la formación de ingenieros", Revista Referencia Pedagógica, V.10, NO. 3, PP 31-46, ISSN2308-3042, La Habana, Cuba
- Figuroa I., Pezoa E., Godoyc M. y Díaz T.** (2020). "Habilidades de Pensamiento Científico: Una propuesta de abordaje interdisciplinar de base sociocrítica para la formación inicial docente", Revista de Estudios y Experiencias en Educación, V.19, no.41, pp. 257 – 273, ISSN 0718-5162, Santiago, Chile.
- García A., Pla R. y Ulloa E.** (2023). "Una aproximación diagnóstica al desarrollo del pensamiento científico en los profesionales de la educación", Revista Mendive, vol.21, no.1, pp.1-12, ISSN 1815-7696, Pinar del Río, Cuba
- Herrero, A., García, J. y Pérez, A.** (2023). "Situación de aprendizaje en Educación Física y Física y Química: el enfoque interdisciplinar en la LOMLOE", Revista Retos, vol.47, no.95150, pp.146-155, ISSN 1579-1726, España.
- Keefe J.** (1988). "Using the NASSP Learning Style Profile. En: J. Keefe. Profiling and utilizing learning styles", Editorial National Association of Secondary School Principals, ISBN 0882102079, United States America: National Association of Secondary School Principals.
- Ministerio de Educación Superior.** (2018). Modelo del Profesional. Plan de Estudio E. Ingeniería Hidráulica. República de Cuba.
- Nova M.** (2022). "La enseñanza de la filosofía y desarrollo del pensamiento crítico en la secundaria". Tesis de Grado. Universidad Santo Tomás de Aquino Sede Bogotá. Colombia.
- Pérez N., Ramos J., Sifredo C. y Gil E.** (2020). "Didáctica de la Física I", Editorial Félix Varela, ISBN 978-959-07-2269-1, La Habana, Cuba.

Rodríguez L. E., Pérez Y. y Pérez N. (2021). “La habilidad para formular problemas en la enseñanza y el aprendizaje de la solución de problemas de Física y de Matemática”. Revista Luz, vol.20, no.1, pp. 40-54, ISSN1814-151X, Holguín, Cuba.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Milaydis Molina Rodríguez <https://orcid.org/0000-0001-9427-9185>

Participó en el diseño de la investigación, el análisis de los resultados. Realizó contribuciones en la interpretación de los datos, las referencias bibliográficas y en la redacción del texto.

Luis Eduardo Rodríguez Rodríguez <http://orcid.org/0000-0001-9581-9542>

Participó en el diseño de la investigación. Realizó contribuciones en la interpretación de los datos, en la revisión y redacción final.

Raydi Teydi Rojas Angel Bello <https://orcid.org/0000-0003-1668-2459>

Participó en el diseño de la investigación, el análisis de los resultados, la interpretación de los datos y la búsqueda de información.

José Manuel Gaio <http://orcid.org/0000-0003-2913-4291>

Realizó contribuciones en la interpretación de los datos, el análisis de los resultados y la revisión final.