

PROPUESTA DIDÁCTICA DE FÍSICA: UN ENFOQUE PARA FOMENTAR CULTURA CIENTÍFICA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA.

Adriana del Pilar Vega Pinzón¹

Recepción: 20-05-13

Aprobación: 18-08-13

RESUMEN

El presente artículo muestra los resultados obtenidos en una investigación realizada para identificar los cambios que genera una propuesta didáctica de resolución de problemas de física por investigación dirigida, en la cultura científica de los estudiantes de grado décimo del Instituto Técnico Industrial Rafael Reyes de la ciudad de Duitama. Las dimensiones de cultura científica se trabajaron desde los referentes teóricos de: Daniel Gil, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la ciencia y la cultura; Ministerio de Educación Nacional (Colombia) y son: apropiación conceptual, actitudes hacia la naturaleza de la ciencia y la tecnología y participación en procesos colectivos y en discusiones públicas. El análisis cualitativo y cuantitativo evidencia que después de la implementación se propiciaron cambios conceptuales, actitudinales y epistemológicos en los estudiantes y en el docente, ya que se favorecieron los espacios requeridos para la interacción entre los elementos más importantes de la educación científica: el estudiante, el maestro y el conocimiento científico.

Palabras clave: Propuesta didáctica, cultura científica, investigación dirigida.

¹ MSc. en Educación. Lic. en Física y Matemáticas. Docente-Investigadora Instituto Técnico Industrial Rafael Reyes-Duitama. Correo Electrónico: adriaveg73@yahoo.com

PHYSICS DIDACTIC PROPOSAL: AN APPROACH TO ENCOURAGE THE SCIENTIFIC CULTURE AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS

ABSTRACT

This article shows the results from a guided research aiming at identifying the changes generated in ninth grade students' scientific culture from Rafael Reyes Technical and Industrial Institute located in Duitama by the application of a physics problem resolution didactic proposal. Scientific culture dimensions take into account the theoretical framework by Daniel Gil, Organization of Ibero-American States for Education, Science and Culture, National Education Ministry (Colombia). They are conceptual appropriation, attitudes towards the nature of science and technology and participation in collective processes and public discussions. Qualitative and quantitative analyses show students and teacher's conceptual, attitudinal and epistemological changes due to the required interaction spaces between the most remarkable participants in the scientific education: student, teacher and scientific knowledge.

Key words: didactic proposal, scientific culture, guided research.

INTRODUCCION

En nuestra práctica pedagógica como docentes de física y en muchas de las investigaciones en didáctica de las ciencias y específicamente en Ciencias Físicas de nivel secundaria y universitario como las desarrolladas por Gil,

Martínez y Senent² Verdú³, Osuna⁴, Becerra⁵, McDermott⁶. Se han evidenciado y arrojado resultados con respecto a las dificultades de los estudiantes en torno al aprendizaje de conceptos, a la resolución de problemas y actitudes hacia la ciencia que como consecuencia acarrea: fracaso académico, desinterés y desmotivación de los estudiantes.

Una posible causa en torno a las dificultades descritas anteriormente, es el modelo de enseñanza tradicional en el que el maestro transmite conceptos, teorías, leyes y ecuaciones de fenómenos físicos, como conceptos acabados y terminados, según Becerra “decir lo que es, o explicar cómo se hace, de una manera directa y acabada, junto con la realización de ejercicios”⁷ y el papel del estudiante en este proceso, como sujeto pasivo, limitándose a escuchar, aceptar y memorizar conocimientos sin realizar análisis, interpretaciones y explicaciones de fenómenos físicos, y mucho menos participaciones críticas y argumentadas; de manera que se ha constatado que el conocimiento de este objeto de estudio es ajeno al sujeto que aprende⁸.

Una alternativa de solución es planteada por investigadores en didáctica de las ciencias que coinciden en que “la comprensión de conceptos es el requisito previo para la resolución de problemas”⁹; así mismo “el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias se desarrollan como un proceso de (re)construcción de conocimientos en un contexto de investigación”¹⁰; lo

² Daniel Gil., Joaquín Martínez y Fernando Senent, “El fracaso en la resolución de problemas: Una investigación orientada por nuevos supuestos”, *Enseñanza de las Ciencias*, 8, n°2 (1988) 131.

³ Rafaela Verdú, La estructura problematizada de los temas y cursos de Física y Química como instrumento de mejora de su enseñanza aprendizaje. Tesis de Doctorado (Valencia: Universidad de Valencia, 2004) 27.

⁴ Luis Osuna y Joaquín Martínez, “La enseñanza de la luz y la visión con una estructura problematizada: propuesta de secuencia y puesta a prueba de su validez”, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VII Congreso (2005, consultado en agosto de 2013) Disponible en http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA368ensluz.pdf, 6.

⁵ Carlos Becerra, “La enseñanza de la mecánica newtoniana con una estructura problematizada en el primer curso universitario. Efectos sobre el clima del aula, el aprendizaje conceptual y la capacidad para la resolución de problemas” *Tesis de Doctorado* (España: Universidad de Alicante, 2004) 8.

⁶ Lilian MacDermott, “Concepciones de los alumnos y resolución de problemas en mecánica” En *Resultados de investigaciones en didáctica de la Física en la formación de docentes* (Francia: Comisión Internacional de la Enseñanza de la Física ICPE, 1998) (Consultado en Julio de 2013) Disponible en <http://icar.univ-lyon2.fr/Equipe2/coast/ressources/ICPE/espagnol/toc.asp>

⁷ Carlos Becerra, “La enseñanza de la mecánica newtoniana con una estructura problematizada en el primer curso universitario... 26.

⁸ Dino Segura, *¿Es posible pensar otra escuela?* (Bogotá: Escuela Pedagógica Experimental, 2000) 108.

⁹ Lilian MacDermott, “Concepciones de los alumnos y resolución de problemas en mecánica” 24.

¹⁰ Rafaela Verdú Carbonell, “La estructura problematizada de los temas y cursos de Física y Química como instrumento de mejora de su enseñanza y aprendizaje” *Tesis Doctoral*, Universidad de Valencia, 9.

que se traduce en que en estos procesos formativos, el maestro organice e implemente un plan de enseñanza en torno a la resolución de problemas. Propuestas pertinentes y claras en esta línea son las realizadas por el grupo de Gil, Martínez y Torregosa¹¹ las cuales han evidenciado que la propuesta didáctica de resolución de problemas por investigación dirigida, permite solucionar las tres problemáticas abordadas anteriormente; en suma, a la inmersión de los estudiantes en la cultura científica.

Con base en los planteamientos anteriores, esta investigación pretende organizar, planificar e implementar una propuesta innovadora para la enseñanza de la Física en el grado décimo del Instituto Técnico Industrial Rafael Reyes, con base en el “modelo de investigación dirigida”, para fomentar la resolución de problemas soportada en el desarrollo de una *cultura científica* en los estudiantes. El concepto de cultura científica asumido en este trabajo, articula tres dimensiones: la apropiación conceptual, las actitudes de los estudiantes hacia la naturaleza de la ciencia, y la participación en procesos colectivos y discusiones públicas. Es así, que el problema de investigación planteado es: *¿Qué cambios genera una propuesta didáctica de resolución de problemas de física por investigación dirigida, en la cultura científica de los estudiantes de grado décimo del Instituto Técnico Industrial Rafael Reyes?*.

METODOLOGIA

La investigación se realiza con estudiantes en formación con sus grupos naturales de salón de clase; se plantea para verificar los cambios que genera una propuesta de enseñanza por investigación dirigida en la cultura científica en estudiantes de grado décimo. Esta investigación es de tipo cuasi-experimental puesto no es posible el control y manipulación absoluto de todas las variables, se trabaja con un grupo único experimental sin grupo control y se utilizan métodos cuantitativos y cualitativos para la obtención y análisis de la información. El modelo general se ajusta a un diseño pre-test – intervención - post-test.

Los instrumentos que se aplicaron son de dos tipos: intervención didáctica o tratamiento experimental y evaluación de los cambios. La intervención didáctica para nuestro estudio es la implementación de una propuesta

¹¹ Joaquín Martínez., Daniel Gil y Sebastián Martínez, “La Universidad como nivel privilegiado para un aprendizaje como investigación orientada” En *La Universidad ante una nueva cultura educativa* (Madrid: Síntesis, 2003) 231-244.

didáctica de investigación dirigida y su instrumento es un diario de campo. Los instrumentos de evaluación son las pruebas que se aplican para evaluar las tres dimensiones de cultura científica antes y después de la intervención, y cuya comparación permitirá determinar los aportes generados por el instrumento de intervención en la formación de los estudiantes. A continuación se expone las fases de esta investigación:

Fases de la Investigación: La investigación se desarrolla en tres fases con el propósito de responder a los objetivos propuestos. La fase diagnóstica que tiene el objetivo de determinar el nivel de cultura científica en los estudiantes antes de la implementación de la propuesta; la fase de intervención en donde se elabora y se implementa la propuesta de resolución de problemas por investigación dirigida y la fase de evaluación de los cambios en donde se determinan éstos generados en la cultura científica de los estudiantes. A continuación se describen detalladamente cada una de las fases.

a. Fase Diagnóstica: en esta fase se diseñan y aplican cuatro instrumentos para conocer la metodología de resolución de problemas y el nivel de cultura científica en las dimensiones de apropiación de conceptos, actitudes hacia la naturaleza de la ciencia, la tecnología y la participación en procesos colectivos y discusiones públicas. A continuación se presenta un ejemplo de uno de los instrumentos utilizados (apropiación conceptual). Esta prueba de conceptos se aplicó en forma individual y escrita a los estudiantes en la segunda semana de clases. Las nueve preguntas de la prueba tratan sobre: los conceptos de trabajo y energía que tienen los estudiantes, las relaciones que establecen entre diferentes variables físicas como: fuerza, desplazamiento, trabajo, potencia, energía y formas de energía, además, su argumentación ante estas relaciones; los conceptos de conservación, transformación y degradación de la energía; las transformaciones y transferencias de energía a partir de un recurso natural y las aplicaciones tecnológicas de la ley de conservación de la energía (véase anexo 1). La siguiente tabla muestra el primer indicador de la dimensión de comprensión conceptual, los criterios de evaluación y la escala valorativa.

Tabla 1. Dimensiones de la cultura científica.

DIMENSIÓN	INDICADORES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESCALA
Comprensión Conceptual	1. Establece el concepto de trabajo, y energía en lenguaje científico e identifica su manifestación en situaciones cotidianas.	Establece de forma completa (cuantitativa y cualitativamente), clara y creativa (ejemplo de la vida cotidiana) el concepto de trabajo. Establece de forma completa, clara y creativa el concepto de energía.	1-Ausencia de respuesta. 2- Respuesta desenfocada. 3- Respuesta aproximada. (Presenta el concepto cualitativo o cuantitativo) 4- Respuesta clara y completa. 5- Respuesta clara, completa y creativa

b. Fase Elaboración e implementación de la propuesta de resolución de problemas por investigación dirigida: en primer lugar, se diseña un plan-guía de actividades estructurado con el modelo de resolución de problemas por investigación dirigida, con base en los referentes teóricos de Gil, D. et.al¹², la investigación de Carlos Becerra¹³ y las investigaciones del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI¹⁴. En segundo lugar se realizó la implementación de la propuesta, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: la duración del desarrollo de las actividades fueron 12 semanas; las actividades se entregaron a cada estudiante para que individualmente fueran trabajadas y luego organizados en grupos de cuatro estudiantes, socializaran sus ideas para llegar a acuerdos sobre las posibles respuestas, y finalmente exponerlas ante el grupo de tal manera que lograran expresar, argumentar y debatir sus ideas entre ellos con el profesor. Mientras se desarrollaba la secuencia de enseñanza, las cuestiones del pre-test y del plan guía fueron comentadas, analizadas y corregidas en clase y por medio de la página virtual¹⁵ se socializaron y debatieron las ideas generadas y las dificultades presentadas del grupo, buscando que cada estudiante hiciera un proceso de autorregulación de su aprendizaje y corrección de conceptos erróneos.

¹² Daniel Gil, et.al, *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de Jóvenes de 15 a 18 años.* (Chile: UNESCO, 2005) 499.

¹³ Carlos Becerra, "La enseñanza de la mecánica newtoniana con una estructura problematizada en el primer curso universitario..." 352.

¹⁴ Antoni Bennàssar, et.al., (Coord.) *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología.* documento de trabajo (Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios OEI, 2010)

¹⁵ Adriana Vega, *Física interesante*, medio de divulgación informático (2012, Consultado en mayo de 2013). Disponible en <http://fisicainteressante08.blogspot.com/>

c. Fase Evaluación: en esta fase se diseñaron y aplicaron cuatro instrumentos para conocer el nivel de cultura científica después de la implementación de la propuesta en las tres (3) dimensiones de cultura científica y la metodología de resolución de problemas. Se aplicó a los estudiantes un pos-test doce semanas después, que fueron resueltos en un tiempo máximo de noventa minutos para cada dimensión.

RESULTADOS

Los resultados de esta investigación se exponen de acuerdo a las dimensiones de cultura científica acá planteadas, la metodología para resolución de problemas y la implementación de la propuesta. Finalmente se presentan algunos aportes a la teoría y al contexto. En la dimensión de apropiación conceptual, los cambios presentados en los estudiantes mostraron la comprensión de conceptos y leyes como trabajo, energía, transferencia de energía, conservación de la energía y degradación de la energía. El análisis cuantitativo evidencia que antes de la implementación de la propuesta el 92,6% de los estudiantes presentaban respuestas desenfocadas y, después de la implementación, se evidencia claramente la mejora significativa en los indicadores de comprensión establecidos en esta investigación, ya que hay un 0% en respuesta desenfocada, y el 100% muestra respuestas claras, completas y creativas.

En la dimensión de comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología (NdcyT), se identificaron las creencias positivas y negativas de los estudiantes con respecto a este tema. Se puede afirmar que las creencias positivas coinciden con los “conocimientos expertos procedentes de la historia, la sociología y la filosofía de CyT actuales”¹⁶; lo anterior significa que las frases categorizadas como adecuadas, los estudiantes en su gran mayoría las afirman, o lo que es lo mismo están de acuerdo con los expertos; en el caso de las frases ingenuas, los estudiantes no están de acuerdo con ella y en el de las plausibles aceptan su carácter ambivalente. De las 22 frases, 16 de ellas tienen un índice positivo y 6 un índice negativo. El análisis cuantitativo evidencia que antes de la implementación de la propuesta el índice actitudinal global era del 0,023 y después de la implementación de la propuesta es de 0,574.

¹⁶ Ángel Vázquez, María Antonia Manassero y Marisa de Talavera, “Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes”, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 9, nº 2, (2010): 342

En la dimensión de participaciones colectivas y en discusiones públicas es evidente que después de la implementación de la propuesta, los estudiantes tienen más claridad y responsabilidad ante el trabajo en equipo, ya que demuestran que todos participaron en la realización de éste, comprobando la necesidad que: algún integrante liderara el trabajo, para construir climas de respeto y tolerancia. Con respecto a la participación en discusiones públicas, se evidenció la preparación del documento, la claridad que demostraron ante la importancia del tema y el objetivo del mismo. Finalmente, en el debate la participación de los estudiantes fue activa, porque las discusiones que se generaron fueron ricas en afirmaciones, explicaciones, ejemplos y conclusiones, sumado a este proceso está la creatividad que se generó, ya que propusieron compromisos e ideas para mejorar la calidad de vida en torno del cuidado de la energía. El análisis cuantitativo revela que después de la implementación de la propuesta el 100% de los estudiantes participan, discuten y argumentan sus ideas, mientras que antes de la implementación de la propuesta, aproximadamente el 50% de los estudiantes no participaban o presentaban intervenciones desenfocadas.

En la metodología de resolución de problemas podemos evidenciar que en todas las etapas de la resolución, (antes de la implementación de la propuesta) el 100% de los estudiantes se situaba en ausencia de respuesta o respuesta desenfocada; mientras que después de la implementación de la propuesta se muestra que todos presentan una solución aproximada al desarrollo científico.

En síntesis, los resultados obtenidos con respecto a la implementación de la propuesta desarrollada en el aula, son:

- a. Con base en el desarrollo de las actividades que pretendían fomentar la dimensión de apropiación conceptual se propició que los estudiantes y el maestro conocieran las ideas previas del grupo con respecto al tema de trabajo y energía, reconociéndola importancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje con respecto a la determinación del nivel de desarrollo cognitivo y sus posibles conflictos además se propiciaron procesos de construcción de nuevos conceptos, lo que quiere decir que se presentaron cambios conceptuales.

Los cambios conceptuales propiciados fueron: el concepto de trabajo y de energía que se utiliza en la vida diaria es diferente al concepto científico, no hay transformación de una forma de energía en otra, la energía no es una sustancia, el trabajo y la energía están relacionados, los cuerpos que tienen velocidad tienen energía cinética, los

cuerpos que están a una altura determinada tienen energía potencial gravitacional, la conservación de la energía es una ley que establece que la energía mecánica del sistema permanece igual, cuando no hay fuerzas de rozamiento y la degradación de la energía está relacionada con la energía que pasa al ambiente a causa del rozamiento.

Las dificultades encontradas en el desarrollo de estas actividades fueron: la inserción de las respuestas tomadas de información de internet sin científicidad alguna; varios estudiantes demostraron desmotivación al comienzo del planteamiento, ya que demostraban tan dificultad para realizar mayor trabajo, en algunos momentos manifestaron abiertamente que: “era el maestro el que debía entregar la información y no los estudiantes los que tenían que estar planteando hipótesis y tratando de comprobarlas”¹⁷.

- b. A partir de las actividades específicas que pretenden fomentar la dimensión de actitudes hacia la naturaleza de la ciencia y la tecnología se propició: que los estudiantes y el maestro examinaran los conocimientos que tenían sobre el proceso de hacer ciencia, resolución de problemas, definición de hipótesis, teorías y leyes y método científico; determinarían sus conflictos cognitivos y realizarían cambios conceptuales con respecto a que el proceso de hacer ciencia se describe mejor como: observar, plantear hipótesis y comprobar la validez de éstas. Por lo tanto, la ciencia, la tecnología y los ciudadanos son los responsables para solucionar problemas de contaminación; las teorías son explicaciones de fenómenos naturales y las leyes los describen; los mejores científicos, (además de utilizar el método científico) deben recurrir a la originalidad y creatividad. Las dificultades encontradas fueron: la falta de conocimiento en temas de NdCyT y la creencia por parte de los estudiantes y de algunos docentes de la Institución, que éste tema no es necesario y relevante en la asignatura de Física y en la educación científica en básica secundaria.
- c. Por medio del desarrollo de las actividades específicas que pretendían fomentar la dimensión de participaciones colectivas y en discusiones públicas se propició que los estudiantes y el maestro reconocieran que el trabajo en equipo como estrategia metodológica es muy valiosa, ya que promueve actitudes de cooperación, coordinación, confianza, comunicación y compromiso. Con respecto al debate se fomentó la idea en los estudiantes, que es posible para cualquier ciudadano participar en temas de ciencia y tecnología, esa participación será responsable, si el individuo se documenta para presentar argumentos sólidos.

¹⁷ Afirmaciones extraídas del diario de campo con los estudiantes adscritos al proyecto.

Las dificultades encontradas fueron: al comienzo de la implementación de la propuesta, cuando se les pedía a los estudiantes reunirse en equipos para socializar las respuestas de cada una de las actividades, algunos de los integrantes hablaban sobre otros temas diferentes a los propuestos en el plan guía.

Otro de los retos, fue promover el planteamiento de aportes argumentados a pesar que ellos en la asignatura de Filosofía trabajaron procesos de argumentación, se presentaron comentarios sin argumentos; al comienzo de la implementación la asistencia fue repetitiva por parte del mismo grupo de estudiantes, algunos expresaban de forma molesta que para ellos “no era fácil la expresión oral y que no estaban de acuerdo con esta metodología de trabajo”.

Con el desarrollo de las actividades específicas que pretendían fomentar la metodología de resolución de problemas, se propició que los estudiantes y el profesor comprendieran que el proceso de desarrollar problemas mediante las etapas del trabajo científico, implica el desarrollo de habilidades y capacidades para analizar, comprender y acotar problemas, aplicar conocimientos, tomar decisiones en el procedimiento, evaluar el proceso realizado y analizar los resultados. Dificultades encontradas: al comienzo de la implementación de la propuesta los estudiantes expresaban que era un procedimiento muy largo, pareciéndoles innecesario desarrollarlo mediante las etapas del trabajo científico; ya que los problemas se lograban desarrollar mediante la aplicación de ecuaciones. Cuando se plantearon los problemas abiertos pedían datos para cada unas de las variables y se tornaban pesimistas ante este desarrollo.

Los cambios actitudinales fueron un elemento básico y central en la superación de los obstáculos, se evidenció con el desarrollo de las actividades, los estudiantes reconocieron la importancia, necesidad y relevancia de la explicación y construcción científica de los fenómenos físicos y la participación en discusiones de ciencia y tecnología, sinónimo de cultura científica ya que lograron encontrar su utilidad con las situaciones cotidianas, con su diario vivir, con las necesidades de esta sociedad tecnológica, con las necesidades de los seres humanos como integrantes de un planeta que está en emergencia ambiental.

El papel del docente fue esencial ya que propició espacios donde los estudiantes se sintieron importantes y capaces de elaborar construcciones conceptuales y experimentales, así mismo se evidenció interés en el

aprendizaje significativo, ánimo al desarrollo de sus potencialidades y motivó a los estudiantes en la realización de las actividades, el docente realizó seguimientos permanentes, valoró los avances individuales y grupales, argumentó la importancia de esta metodología, entre otros.

Con respecto a la elaboración de propuestas didácticas como la presentada en ésta investigación, se insertan los aspectos señalados por Rafaela Verdú¹⁸ que se deben tener en cuenta para elaborar el plan guía de actividades de una propuesta didáctica de resolución de problemas por investigación dirigida, señalados a continuación:

- a. Plantear al inicio de cada tema un problema concreto o una pregunta que esté inspirado en los puntos de vista históricos y epistemológicos que dieron origen al conocimiento de ese tema.
- b. Organizar una estrategia para dar solución al problema planteado, que es igual a un índice o plan de investigación que responda a la posible solución del problema concreto. La estructura del plan de actividades estará guiada por el planteamiento de problemas que estarán sujetos al problema inicial; se aclara que los conceptos no se introducen como habitualmente se hace en una clase de modelo transmisionista ya que el concepto es construido por el estudiante a medida que participa de la metodología propuesta en el modelo de resolución de problemas por investigación dirigida.
- c. El desarrollo de la estrategia planteada para solucionar el problema concreto se realiza mediante la formulación de hipótesis por parte de los estudiantes y el profesor, que deben ser puestas a prueba por medio del desarrollo y solución de situaciones problemáticas abiertas y la elaboración de experimentos. La realización de ejercicios, los trabajos prácticos, y la resolución de problemas son situaciones de puesta a prueba de los conceptos, hipótesis y modelos inventados.
- d. Las síntesis y análisis de los resultados favorecen la realización de resúmenes de mapas mentales, mapas conceptuales y la posibilidad de analizar las dificultades y dudas pendientes. Estos instrumentos de evaluación generan espacios para que los estudiantes se orienten y auto-regulen sus procesos de aprendizaje.

¹⁸ Rafaela Verdú, La estructura problematizada de los temas y cursos de Física y Química como instrumento de mejora de su enseñanza aprendizaje. Tesis de Doctorado (Valencia: Universidad de Valencia, 2004)

- e. Teniendo en cuenta que los mapas conceptuales son importantes instrumentos para la evaluación, compartimos con Tovar¹⁹ lo expuesto en su artículo: el mapa conceptual como instrumento para la auto-evaluación conceptual en química; con respecto a que los mapas conceptuales deben ser “asumidos como un reflejo de las estructuras conceptuales de los estudiantes, y su poder está en el sentido de la evaluación y las metodologías en que se involucre”. Al incluir en esta propuesta didáctica este instrumento, además de facilitar al estudiante y al maestro la posibilidad de determinar el nivel conceptual en el que se encontraba, se brindaron los espacios para que se evidenciara al aprendizaje significativo siendo este el soporte de estos instrumentos cognitivos.

DISCUSIÓN

Este apartado presenta el análisis de los resultados en cada una de las dimensiones de cultura científica propuestas en esta investigación, la metodología de resolución de problemas, y referencia de futuras líneas de investigación. En la dimensión de apropiación conceptual, se evidencia que las ideas previas de los estudiantes que presentaron al comienzo de la implementación de la propuesta fueron transformadas por ideas científicas, lo que muestra cambios conceptuales²⁰. Podemos afirmar que hubo aprendizaje significativo de los conocimientos científicos. Ya que se presentó apropiación de las ideas científicas, lo que quiere decir que no sólo se comprendió el concepto (justificación científica), si no que le dio sentido atodo el proceso . Esta apropiación se vio reflejada en la comprensión conceptual, en mayor orientación, en recuerdo relevante, en la implicación y en motivación con el tema tratado²¹.

En la dimensión de comprensión de la NdcyT, al igual que la investigación de Vasquez, Manassero y Talavera: “las creencias negativas y poco informadas de los estudiantes sobre NdCyT corresponden mayoritariamente a frases categorizadas como ingenuas y plausibles, mientras las creencias informadas y positivas corresponden mayoritariamente a frases categorizadas como

¹⁹ Julio Tovar, “El mapa conceptual como instrumento para la auto-evaluación conceptual en Química” *Revista Iberoamericana de Educación*, 7, n°49 (2009) 6.

²⁰ Alfonso Claret, *Relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro en las ciencias experimentales* (Valle: Instituto de Educación y Pedagogía, 2000) 25.

²¹ Rafaela Verdú, La estructura problematizada de los temas y cursos de Física y Química como instrumento de mejora de su enseñanza aprendizaje, 321.

adecuadas”. Lo que quiere decir que los estudiantes identifican más fácilmente las frases adecuadas que las ingenuas; lo que podría corresponder según los especialistas en superficialidad y falta de fundamentación en el pensamiento de los estudiantes sobre NdCyT. Un resultado importante para la educación científica y para lograr aprendizajes significativos en NdCyT es que las creencias adecuadas son eficaces como punto de partida para solución en conflictos cognitivos de este tema.

En la dimensión de participaciones colectivas y en discusiones públicas se infiere que los estudiantes no tienen claridad de como trabajar en equipo, lo que exige al docente realizar acompañamiento en este proceso, clarificando normas; para que ellos puedan entender que la consecución de una meta en común supone: complementariedad, cooperación, coordinación, confianza, comunicación y compromiso. Permanentemente los docentes, especialmente de educación media suponen que los estudiantes conocen como participar en actividades colectivas, los resultados de la investigación coinciden con la tesis señalada por Jaime Magos²²; en el planteamiento de rutas para la realización de actividades como la mencionada.

Con respecto a la metodología de resolución de problemas se evidencia que al comienzo de la implementación de la propuesta los estudiantes se tornaban pesimistas ante este desarrollo. Es fundamental que el docente comparta la hipótesis básica del modelo de enseñanza de las ciencias como investigación dirigida, en donde el aprendizaje significativo de los conocimientos científicos sólo será posible si los estudiantes hacen suyas las formas en que se producen y aceptan los conocimientos científicos, es decir, si se produce un cambio de la metodología o epistemología del sentido común a la epistemología científica²³

Estos cambios en la metodología, sólo son posibles si se generan ambientes de aprendizaje en donde continuamente se coloquen en práctica formas de construir el conocimiento científico basadas en planteamiento de problemas, formulación de hipótesis, puesta a prueba de los conceptos mediante la experimentación o resolución de problemas y análisis e interpretación de resultados. Con esta metodología, los estudiantes verán provechosas e

²² Jaime Magos, “El debate en el aula, una actividad que tiene que ser enseñada” (México: Universidad Autónoma de Querétaro), disponible en http://fel.uqroo.mx/adminfile/files/memorias/Articulos_Mem_FONAEL_II/Magos_Guerrero_Jaime.pdf

²³ Rafaela Verdú, La estructura problematizada de los temas y cursos de Física y Química como instrumento de mejora de su enseñanza aprendizaje, 46.

interesantes las concepciones científicas, ya que quedaron convencidos de los conceptos, por que fueron ellos los que realizaron su construcción.

Las dificultades y obstáculos de los estudiantes fueron superados en el desarrollo de la propuesta, en la medida que ellos fueron interesándose por las actividades propuestas, encontrando aplicaciones en la vida cotidiana a los conceptos, comprendiendo conceptos, dando sus propias explicaciones, mejorando sus explicaciones producto de la interacción con otros compañeros, igualmente analizaron y concluyeron sobre fenómenos naturales al realizar trabajos prácticos que colocaban a prueba su ingenio, demostrando leyes, deduciendo ecuaciones de fenómenos físicos, reconociendo sus equivocaciones, expresando sus dudas, participando responsablemente, construyendo herramientas para su propio aprendizaje, y sintetizando información, entre otras. Todas estas habilidades adquiridas con el desarrollo de la propuesta, propiciaron un cambio conceptual, metodológico y actitudinal; en suma: de crear Cultura Científica.

A partir de este trabajo se desarrollan nuevas líneas de investigación en torno a la planificación y organización de todas las unidades temáticas que conforman las ciencias físicas de educación media y universidad con el modelo resolución de problemas por investigación dirigida. Además este trabajo muestra la necesidad urgente de desarrollar investigaciones en esta línea para poblaciones de educación básica ya que la formación científica mostrada como teorías acabadas y consolidadas, expone una imagen de la ciencia distorsionada y empobrecida que genera desinterés y desmotivación convirtiendo en un obstáculo para el aprendizaje en educación media y universitaria.

Otro aspecto por implementar es la organización de propuestas para la capacitación de profesores en formación y activos, ya que muchos docentes tienen una imagen de la ciencia deformada y es así como la transmiten a los estudiantes. La asunción del concepto de deformidad se adopta con base en las investigaciones de Daniel Gil et al²⁴ sobre la deformación como la forma diferenciada en que se aprende ciencias y la forma como se construyen y evolucionan los conocimientos científicos. Si los docentes persisten en estar atados a metodologías transmisionistas, sin el mínimo espacio para la reflexión en torno a la naturaleza de la ciencia y la formación científica, es muy difícil que Colombia fomente Cultura Científica en la ciudadanía.

²⁴ Daniel Gil, et.al, *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de Jóvenes de 15 a 18 años.* (Chile: UNESCO, 2005) 499.

CONCLUSIONES

La enseñanza de la física en el grado décimo con base en el modelo de resolución de problemas por investigación dirigida, fomenta la cultura científica de los estudiantes lo que se traduce en: la generación de cambios conceptuales y como consecuencia la apropiación de los conocimientos científicos, después de la implementación de la propuesta se muestra claramente la mejora significativa en los indicadores de comprensión y apropiación establecidos en esta investigación; la implementación de la propuesta en el índice actitudinal global es positivo y se hace evidente la participación activa de los estudiantes en procesos colectivos y discusiones públicas, después de la implementación de la propuesta los estudiantes trabajan en equipo y presentan intervenciones más claras y argumentadas.

La propuesta didáctica contribuye al desarrollo de las capacidades y habilidades en resolución de problemas, por ende, produce una mejora en los aprendizajes de los estudiantes, esa mejora provoca en ellos el interés por trabajar acerca de una situación propuesta, la vinculación de sus conocimientos previos con la situación problemática; el análisis cualitativo de la situación; el planteamiento de hipótesis; la elaboración de estrategias de solución; la ejecución de un plan para llevar a cabo los cálculos adecuados; el análisis de los resultados y el planteamiento de otras situaciones problema.

El ambiente de aprendizaje en el aula con la enseñanza de la Física por investigación dirigida tiene aspectos relacionados con la interacción permanente entre estudiante y profesor, en donde a través del análisis verbal de las ideas de los estudiantes, el maestro puede reconocer los cambios conceptuales que se deben propiciar. Este ambiente estimuló la creatividad, promovió la reflexión, la interpretación, el hábito de la fundamentación y la destreza de la argumentación, en fin, propicio el desarrollo de un pensamiento científico.

Las transformaciones producidas en el docente con el desarrollo de esta investigación están directamente relacionadas con la metodología planteada en el desarrollo de las clases, debido que el maestro deja de ser un transmisor de información y se convierte en un “director de investigación” que plantea problemas, planea actividades, acompaña y orienta a los estudiantes para que puedan lograr construcción y apropiación de los conocimientos científicos. La enseñanza de la Física como área de la educación científica debe propiciar ambientes de aprendizaje en torno a: apropiación conceptual de la disciplina y del conocimiento científico, desarrollo del pensamiento científico, y participaciones argumentadas y responsables sobre ciencia y tecnología.

No es una tarea fácil, modificar la forma tradicional como se enseña Física o como se enseña Ciencias Naturales en la institución, pero el desarrollo de esta investigación abre las posibilidades para que la comunidad académica se apropie conceptualmente y se generen espacios de debate en la institución, región y país.

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus agradecimientos a la Prof. Dra. Maria Mercedes Callejas Restrepo por su permanente asesoría en la realización de la investigación.

REFERENCIAS

Antoni Bennássar., García, Antonio., Manassero., María Antonia., Vásquez, Ángel (Coord.) *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología*, documento de trabajo. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios OEI, 2010.

Becerra, Carlos. “La enseñanza de la mecánica newtoniana con una estructura problematizada en el primer curso universitario. Efectos sobre el clima del aula, el aprendizaje conceptual y la capacidad para la resolución de problemas” *Tesis de Doctorado*, España: Universidad de Alicante, 2004.

Claret, Alfonso. *Relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro en las ciencias experimentales*. Valle: Instituto de Educación y Pedagogía, 2000.

Gil, Daniel., Macedo, Beatriz., Martínez Joaquín., Sifredo, Carlos., Valdés Pablo y Vilches, Amparo. *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de Jóvenes de 15 a 18 años*. Chile: UNESCO, 2005.

MacDermott, Lilian. “Concepciones de los alumnos y resolución de problemas en mecánica” En *Resultados de investigaciones en didáctica de la Física en la formación de docentes*. Francia: Comisión Internacional de la Enseñanza de la Física ICPE, 1998. (Consultado en Julio de 2013) Disponible en <http://icar.univ-lyon2.fr/Equipe2/coast/ressources/ICPE/espanol/toc.asp>

Magos, Jaime. “El debate en el aula, una actividad que tiene que ser enseñada” (México: Universidad Autónoma de Querétaro) disponible en http://fel.uqroo.mx/adminfile/files/memorias/Articulos_Mem_FONAEL_II/Magos_Guerrero_Jaime.pdf

Martínez, Joaquín y Verdú, Rafael “¿Cómo organizar la enseñanza para un mejor aprendizaje? La estructura de los cursos y los temas en la enseñanza por investigación” *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. Parte I (1993).

Martínez, Joaquín., Gil, Daniel y Martínez, Sebastián “La Universidad como nivel privilegiado para un aprendizaje como investigación orientada” En *La Universidad ante una nueva cultura educativa*. Madrid: Síntesis, 2003. 231-244.

Osuna, Luis y Martínez, Joaquín. “La enseñanza de la luz y la visión con una estructura problematizada: propuesta de secuencia y puesta a prueba de su validez”, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VII Congreso, 2005 (consultado en agosto de 2013) Disponible en http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp368ensluz.pdf, 6.

Sanz Merino, Noemí y López, José Antonio. “Cultura científica para la educación del siglo XXI” *Revista iberoamericana de educación*. 2012, 58. 35-59.

Segura, Dino. *¿Es posible pensar otra escuela?* Bogotá: Escuela Pedagógica Experimental, 2000. 108.

Tovar, Julio. “El mapa conceptual como instrumento para la auto-evaluación conceptual en Química” *Revista Iberoamericana de Educación*, 7, nº49. 2009.

Vázquez, Ángel, Manassero, María Antonia y Talavera Marisa, “Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes”, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 9, nº 2, (2010): 333-352

Verdú, Rafaela. La estructura problematizada de los temas y cursos de Física y Química como instrumento de mejora de su enseñanza aprendizaje. *Tesis de Doctorado*. Valencia: Universidad de Valencia, 2004.

ANEXO 1.

Pre- test de Energía INSTITUTO TECNICO INDUSTRIAL RAFAEL REYES EVALUACIÓN DE FENÓMENOS FÍSICOS -ENERGÍA.

Prueba conceptual, problemas y relaciones ciencia tecnología y sociedad.

NOMBRE: _____ GRADO: _____

INSTRUCCIONES: El propósito de esta prueba es determinar los conocimientos que has adquirido en tus estudios previos, así como las habilidades para el trabajo científico que has desarrollado y las relaciones con CTS. Los resultados se utilizarán para aclarar dudas y así mejorar tu proceso de enseñanza y aprendizaje.

1. **Escriba un concepto completo** (significado físico cualitativo (características, propiedades) y cuantitativo (de cantidad, de proporción)), **claro** (preciso) y **creativo** (ejemplo de la vida real) **de trabajo**

2. **Escriba un concepto completo** (significado físico cualitativo (características, propiedades) y cuantitativo (de cantidad, de proporción)), **claro** (preciso) y **creativo** (ejemplo de la vida real) **de energía**.

3. **Soluciona el siguiente problema:** Dos esquiadores de masa m que parten del reposo, han conseguido adquirir en el descenso de la primera montaña, velocidades de V_1 y V_2 respectivamente, en donde la velocidad del esquiador 2 es el doble de la del esquiador 1, suponiendo que no existen pérdidas por rozamiento y la altura de la segunda montaña es $h_2 = V_1^2/g$, ¿lograrán alguno de los esquiadores alcanzar la cima de la segunda montaña?

4. **Analiza las siguientes afirmaciones y señala cuáles son correctas y cuáles incorrectas, acordes con los conocimientos científicos. Escoge una afirmación falsa y argumenta tu respuesta.**

1.1. Es posible que se ejerza fuerzas sobre un sistema, sin que se realice trabajo sobre el, es decir sin que se le transfiera energía.

1.2. Una persona que trabaja en la terminal transportando maletas en sus manos, desde un lugar a otro situado a 50 m de distancia no realiza trabajo.

1.3. La potencia nos relaciona la rapidez con que se ejercen las fuerzas sobre un sistema.

1.4. En un viaje por carretera la gasolina contenida en el tanque de un vehículo se convierte en energía.

1.5. Un objeto que esta en reposo en la cima de una montaña de 10 metros de altura no tiene energía.

1.6. Existe una relación entre el trabajo que se realiza sobre un sistema y la variación de su energía.

1.7. Si no hay variación de la energía quiere decir que el sistema permaneció inmóvil.

1.8. Existe relación entre la propulsión de las naves espaciales y la energía química.

5. **Explique de forma completa, clara y creativa ¿qué es conservación de la energía?**

6. **Explique de forma completa, clara y creativa ¿qué es transformación de la energía?**

7. **Explique de forma completa, clara y creativa ¿qué es degradación de la energía?**

8. La siguiente ilustración representa una central hidroeléctrica. Señala las transformaciones y transferencias de energía que se producen entre los diferentes sistemas. Justifica tu respuesta:

Salto de agua

Turbina

Alternador



9. De un ejemplo de aplicación tecnológica de la ley de la conservación de la energía y justifique su respuesta.