Desenvolvimento Curricular e Didática

VSIACTS

Cómo reducir nuestra huella de carbono. Una experiencia de investigación e innovación en ciencias

Reducing our carbon footprint. A research and innovation experience in Sciences

Gladys Lamus Antolínez
Institución Educativa Concejo de Medellín
Investigadora Grupo MEQ (Metodología de la Enseñanza de la Química), Universidad de Antioquia
glamus1@hotmail.com

Lina Marcela Vásquez Amaya
Institución Educativa Concejo de Medellín
linava81@hotmail.com

Resumo:

Esta pesquisa decorre da proposta de STEAM-Labs 2014, colocada aos professores de onze instituições de ensino da municipalidade de Medellín, para desenvolver a metodologia PBL (Project Based Learning). Tal proposta se desenvolve na Instituição Educativa Concejo de Medellín, em duas turmas de 40 e 35 alunos de sexto e oitavo; a maioria proveniente de famílias fragmentadas, em entornos de violência familiar e social, pobreza e conflitos urbanos.

Propõe-se o cluster de energia e TIC pra abordagem da questão da pegada de carbono e seu impacto no aquecimento global. Surgem as questões: como reduzir nossa pegada de carbono? E como mitigar o aquecimento global? O que podemos fazer na escola e na casa? A intervenção começa com um compromisso firmado por cada aluno e de sua família, sendo os mesmos que conduzem pesquisas gasto de energia em casa e na escola, que calculam a sua pegada de carbono, e que fazem propostas de soluções, socializando o seu trabalho junto ao público.

Esta inovação educacional situa-se em CTS, pois integra o trabalho na sala de aula com a comunidade educativa, a universidade, a companhia privada e o governo local; atravessando as áreas do currículo escolar, incentivando a responsabilidade, criatividade e capacidade crítica. A metodologia é a de investigação social qualitativa, que combina estratégias de observação participante e o estudo de caso e recorre à triangulação para sistematizar e analisar os dados recolhidos a partir dos diários de campo dos professores, dos registros orais, e de escritos e produções virtuais dos alunos.

Palavras-chave: Pegada de carbono; pesquisa em sala de aula; inovação educacional; metodologia STEAM-Labs; ensino das ciências.

Resumen:

Esta investigación surge de la propuesta STEAM-Labs 2014, a los maestros de once instituciones educativas del Municipio de Medellín, para aplicar la metodología ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos). Se desarrolla en la Institución Educativa Concejo de Medellín, en dos grupos de 40 y 35 estudiantes de sexto y octavo; la mayoría caracterizados por familias fragmentadas y entornos de violencia intrafamiliar y social, pobreza y conflicto urbano.

Propone el clúster de la energía y TIC para abordar la problemática de la huella de carbono y su impacto en el calentamiento global. Surgen las preguntas ¿Cómo reducir nuestra huella de

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

carbono?¿Cómo mitigar el calentamiento del planeta?¿Qué podemos hacer desde la escuela y el hogar?. La intervención inicia mediante un compromiso firmado por cada estudiante y su familia, ellos realizan encuestas del gasto energético en sus casas y el colegio, calculan su huella de carbono, plantean propuestas de solución y socializan su trabajo al público.

Esta innovación educativa se sitúa en CTS porque integra el trabajo del aula con comunidad educativa, universidad, empresa privada y gobierno local; transversaliza las áreas del currículo escolar y fomenta corresponsabilidad, creatividad y capacidad crítica. La metodología aplicada es la investigación social cualitativa, combina las estrategias de la observación participante y el estudio de caso, recurre a la triangulación para sistematizar y analizar los datos recogidos de diarios de campo de los profesores, y de registros orales, escritos y producciones virtuales de los estudiantes.

Palabras clave: Huella de carbono; investigación de aula; innovación educativa; metodología STEAM-Labs; enseñanza de las ciencias.

Abstract:

This classroom research arises from the STEAM-Labs 2014 proposal for teachers of eleven official educational institutions of Medellin city to apply the PBL (Project Based Learning) methodology. This proposal is being developed in the Educational Institution Concejo de Medellin, in two groups of 40 and 35 students from the sixth and eighth grades, respectively, mostly from *Comunas* 12 and 13, characterized by their fragmented families, social and domestic violence, poverty and urban conflict.

It proposes the cluster of energy and ICT to address the issue of carbon footprint and its impact on global warming. The following questions arise: How to reduce our carbon footprint?, How to mitigate global warming? What can we do to reduce our carbon footprint at school and at home? The intervention begins with the signing of a commitment by students and their families, then they conduct surveys of energy expenditure at home and at school, they calculate their carbon footprint, and, finally, they propose solutions and share their work with the public.

This educational innovation is part of the STS approach, because it relates classroom work with the educational community, university, privates enterprises and local government, permeating areas of the school curriculum and encouraging responsibility, creativity and the development of critical skills. The methodology used was qualitative social research, which combines participant observation strategies and case study, uses triangulation to systematize and analyze data collected from teachers' field observations, as well as oral records, documents and students' virtual productions.

Keywords: Carbon footprint; classroom research; educative innovation; methodology STEAM-Labs; science teaching.

Desenvolvimento Curricular e Didática

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

Introducción

Esta investigación inicia a partir de una convocatoria realizada en diciembre de 2013, por la Secretaría de Educación de Medellín, en convenio con SAPIENCIA (Agencia de Educación Superior de Medellín) y la Universidad de Texas Austin, para aplicar la metodología STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) en once instituciones educativas de la ciudad de Medellín en el año 2014. Se invita a participar en el proyecto a profesores con trayectoria en investigación escolar y que hayan intervenido con proyectos en las Ferias CT+I (Ciencia, Tecnología e Innovación) organizadas por el Parque Explora, para que en sus aulas de clase realicen la prueba piloto. Se continúa con un proceso de formación exahustiva a los maestros que aceptaron el reto; es así como dos docentes, una de Ciencias Naturales y otra de Tecnología e Informática de la Institución Educativa Concejo de Medellín atienden el llamado e inician el proceso de capacitación en esta nueva metodología para ellas.

"Cómo reducir nuestra huella de carbono" es una propuesta de enseñanza de las ciencias, que surge como un laboratorio de aprendizaje y a partir de la metodología STEAM permite la interrelación de las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería, el Arte y las Matemáticas, con la apropiación de la Sociedad, no sólo en contexto sino como una enseñanza situada, desde donde se investiga la huella de carbono que cada estudiante deja en su colegio y en su casa, aplica y realiza transferencia de sus aprendizajes mediante el planteamiento, diseño, planeación y ejecución de propuestas viables para implementarlas en sus hogares y en la institución educativa y así reducir su huella de carbono personal y aportar en la disminución del impacto en el calentamiento global.

Esta investigación trasciende el espacio cerrado del aula de clase y del colegio, para vincular a la comunidad educativa y a la comunidad local y los convoca a trabajar unidos de modo colaborativo y cooperativo para aportar en la solución de un problema ambiental ocasionado por la intervención antrópica en el ecosistema planetario.

El contexto donde se desarrolla esta investigación de aula es en la Institución Educativa Concejo de Medellín, institución de carácter público de la ciudad de Medellín, Colombia. Se realiza en simultáneo con dos grupos de estudiantes de la educación básica secundaria, uno de grado sexto y el otro de octavo, con 40 y 35 estudiantes respectivamente. El 80% de ellos pertenecen a la Comuna 12 y 13 de Medellín, de estratos socio-económicos 1, 2 y 3, cuya situación social es de una vulnerabilidad alta, con índices de violencia intra-familiar e intra-urbana, marcada por un conflicto armado que lleva varias décadas, además de alto consumo de sustancias psicoactivas y degradación social, conformada por familias fragmentadas, con poca escolaridad y escaso acompañamiento y atención de los padres a los procesos formativos y educativos de sus hijos.

El objetivo de la investigación, es incrementar el aprendizaje significativo de los estudiantes de sexto y octavo a partir del trabajo por proyectos, apropiando la metodología STEAM, para reducir la huella de Carbono tanto en el colegio como en el hogar, mediante la realización de una auditoría energética y el diseño de propuestas viables para disminuir el impacto en el calentamiento global.

Este proyecto también pretende motivar a los estudiantes en la apropiación de las TIC para aprender a aprender, desarrollar la creatividad, el pensamiento crítico y mejorar los procesos de autonomía en el aprendizaje. Busca además, que éstos sean capaces de integrar el uso de las TIC de manera autónoma y responsable para buscar, seleccionar y clasificar información acerca de la energía,

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

formas de energía, flujo de la energía en los ecosistemas, huella de carbono, calentamiento global y sostenibilidad. Los estudiantes se valen de estas herramientas de la tecnología, la información y la comunicación para diseñar blogs, páginas web, video juegos, cuestionarios e historietas virtuales como productos de su proyecto de investigación y así sensibilizar a su familia, a la comunidad educativa y local para que reduzcan su huella de carbono.

Se interviene el aula de ciencias mediante la puesta en acción de una Unidad Didáctica Potencialmente Significativa sobre "Cómo reducir nuestra huella de carbono". Se inicia con la exploración de las ideas previas que traen los estudiantes sobre los conceptos: huella ecológica, huella de carbono, huella hídrica, energía, transformaciones de la energía, recursos naturales renovables y no renovables, sostenibilidad y sustentabilidad. Se continúa con la introducción del nuevo conocimiento que abarca los conceptos antes expuestos, la apropiación del lenguaje de las ciencias, la importancia del trabajo colaborativo y cooperativo, además de la metodología de trabajo por proyectos. Luego se avanza hacia la consolidación, la aplicación y la transferencia de los nuevos aprendizajes. Finalmente se realiza la evaluación, autoevaluación y coevaluación del aprendizaje significativo logrado y la modificación en sus esquemas conceptuales, procedimentales y actitudinales puestos en juego para ejecutar sus tareas, trabajar con sus pares y comunicar sus resultados al público.

La metodología que orienta esta investigación de aula es la investigación social cualitativa, porque se interviene un grupo de clase con niños y niñas preadolescentes y adolescentes, cada uno con sus necesidades, intereses y problemáticas familiares y sociales particulares, en un contexto real de aula, para tratar de resolver un problema que a todos afecta, y también insertos en una Institución Educativa oficial con sus propias dinámicas de planeación y tiempos que se van modificando de acuerdo a sus necesidades. Combina las estrategias la observación participante con el estudio de caso, las cuales le imprimen al proceso de investigación flexibilidad y creatividad; las dos investigadoras como observadoras participantes insertas en sus respectivos grupos de sexto y octavo, desde sus clases de Tecnología e Informática y de las Ciencias Naturales en la educación básica secundaria y, el caso escogido, un subgrupo de 6 estudiantes de cada grupo-clase donde se desarrolla la intervención didáctica. Se recurre a la triangulación para sistematizar y analizar los datos, los cuales se recogen principalmente a partir de la observación directa de las profesoras investigadoras y de sus diarios de campo; también de todos los registros escritos y orales de los estudiantes, además de sus producciones virtuales y de la participación en la socialización al público en el Parque Explora en diciembre 2 de 2014.

La investigación logra irrumpir el currículo de las diversas áreas de estudio de la Enseñanza Básica Secundaria e impactar inicialmente las áreas de Ciencias Naturales y la de Tecnología e Informática, de tal manera que desde la interdisciplinariedad y las transdisciplinariedad y mediante una primera exposición del proyecto a los profesores de la Institución Educativa, se logra también que otras áreas como matemáticas, Español y Literatura, Inglés y Artes se vinculen y realicen una modificación de los currículos para avanzar en el desarrollo del proyecto de investigación.

La innovación de esta investigación educativa se encuentra en la capacidad de movilizar al rededor del proyecto de aula "Cómo reducir nuestra huella de carbono" a la comunidad educativa conformada por las directivas (rectora, coordinadoras, Concejo Directivo y Concejo Académico), profesores de los grados sexto y octavo, padres de familia de los estudiantes de sexto y octavo,

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

egresados de la institución y personal administrativo y de logística; logra el apoyo de la industria local (Pro-Antioquia: Portafolio Verde, Empresas Públicas de Medellín EPM, Alianza Apps Medellín) y de la universidad (Instituto Tecnológico Metropolitano ITM), también cuenta con el apoyo del Parque Explora y con la auditoría de la Secretaría de Educación de Medellín y la Subsecretaría de Calidad y finalmente con el apoyo del gobierno local representado por la Alcaldía de Medellín.

Contextualización teórica

El Proyecto Educativo Institucional (PEI) que orienta la Institución Educativa se apoya en la Teoría Socio Crítica y desde preescolar hasta grado once, trabaja con la metodología basada en proyectos, (IECM, 2014). El proyecto Desarrollo del Pensamiento Crítico es el eje que transversaliza todas las áreas del currículo y los proyectos educativos obligatorios que según el Ministerio de Educación Nacional (MEN)[1], se deben realizar. El área de Ciencias Naturales desarrolla el Proyecto Construyendo un ambiente con-sentido, (IECM, 2014), donde se inserta el proyecto de investigación de aula "Cómo reducir nuestra huella de Carbono", para los ciclos 4 y 5 de la Educación Básica (grados sexto y séptimo y octavo y noveno respectivamente). El marco legal del proyecto se sustenta desde el área de Tecnología e Informática en los lineamientos dados por el MEN (2008, p. 3) "Ser competente en Tecnología. ¡Una necesidad para el desarrollo!" y para Ciencias Naturales en los "Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y en ciencias naturales. La formación en ciencias: ¡el desafío!" exigidos por el MEN (2006, p. 96) y los "Lineamientos curriculares" dados por el MEN (1998).

La metodología STEAM-Labs se arraiga en este contexto teórico y plantea la innovación de involucrar como agentes activos dentro de la escuela, a la comunidad, la industria, el gobierno local y la universidad. Para ello, capacita a las profesoras investigadoras e inicia todo un proceso que lleva al desarrollo del presente laboratorio de aprendizaje. El liderazgo de la Universidad de Texas Austin facilitó en gran medida que el proyecto se llevara a cabo y se hiciera una retroalimentación permanente presencial y virtual.

El proyecto de investigación de aula se fundamenta en la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 2000, 2002; Moreira, 2000) y del Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2005, 2010). Ausubel plantea la importancia de que el material se enseñanza sea potencialmente significativo, es decir, que tenga significado lógico y psicológico para el estudiante, además de afirmar que se aprende si tiene motivación para aprender; Moreira propone once principios básicos para lograr aprendizaje significativo crítico, algunos son: el principio de la conciencia semántica, el uso de diversos materiales de enseñanza, principio de la interacción social y del cuestionamiento, principio del conocimiento como lenguaje. Así, los estudiantes elevan sus niveles motivacionales, se adueñan de su investigación, ganan en autonomía, asumen el lenguaje de la ciencia y son capaces de socializar el proyecto ante un público diferente al conformado por sus pares de aula.

Pensar los asuntos ambientales desde una visión sistémica, para determinar cuál ha sido el impacto antrópico sobre la naturaleza y la madre tierra, motiva a los estudiantes a preguntarse por ¿Cuál es nuestra huella de Carbono?, ¿Cómo reducirla?, ¿Cuál es su impacto en el calentamiento

[1] "En Colombia, la Ley General de Educación propone el abordaje obligatorio de los ejes, o contenidos transversales, en torno a la democracia, la protección del ambiente y la sexualidad, (...)" Colombia aprende la red del conocimiento. Programas Pedagógicos Transversales. Recuperado en febrero 15 de 2016 de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/w3-article-329518.html

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

global?. Este cuestionamiento del mundo, permea la escuela y trasciende al ámbito local, regional, nacional y global; acerca la Enseñanza de la Ciencias hacia una visión holística de la ciencia, como una construcción humana, realizada por comunidades de científicos, trabajando en líneas de investigación, con sus metodologías específicas, en colectivo y en contextos socio-culturales, políticos, económicos que permean sus prioridades de investigación. Esto se aprehende y se enseña desde la integración de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), lo que sitúa la enseñanza de la ciencia en un contexto específico del mundo de la vida.

CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad)

Este proyecto contempla metodologías y buenas prácticas tecnológicas implementadas en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, integrando el manejo de las TIC en la cotidianidad del aula de clase. En el contexto educativo donde se lleva a cabo esta investigación, se reconoce que la inserción de las TIC en la escuela pública ha sido un proceso lento; en primer lugar, por la poca alfabetización en el uso de las herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación que los profesores poseen; en segundo lugar, por el temor que éstos tienen de desmejorar el clima del aula; en tercer lugar, porque no se ve claro el aporte en el aprendizaje de los conceptos que fundamentan el campo conceptual de cada área del currículo escolar.

Una de las exigencias que plantea la educación para el siglo XXI, es la de educar en la sociedad de la información y del conocimiento, esto exige a la escuela y a los profesores enfrentar retos digitales que permitan al estudiante adquirir aprendizajes permanentes y el desarrollo de competencias a través de las TIC. Lo anterior, exige replantear las formas y las metodologías con las cuales se aborda el proceso de enseñanza para lograr aprendizajes significativos y aprender a aprender grandes campos de conocimiento, como lo exige la sociedad actual, porque los procesos mentales de las personas han cambiado: actitudes, gustos, emociones (UNESCO, 2014).

A si mismo, este proyecto de investigación de aula, al adoptar un enfoque curricular en relación de la ciencia, la tecnología y la sociedad (CTS), permite cumplir algunos de sus objetivos sociales (Fajardo, 2009), como son:

- La estimulación y la vocación de los jóvenes por el estudio de la ciencia y la tecnología.
- El desarrollo de actitudes y prácticas relacionadas con la tecnología y la intervención ambiental.
- Adquirir un compromiso con el desarrollo socio-económico de los pueblos respetando el medio ambiente.
- Desarrollar el sentido de la corresponsabilidad desde temprana edad, para formar ciudadanos íntegros, que a futuro luchen por salir de su situación de pobreza pero con respeto por la madre tierra y por todas las formas de vida que hay en el planeta, es decir, desde la óptica de la sustentabilidad y el desarrollo humano con calidad y armonía.

Se pretende así, desde este proyecto, que el estudiante desarrolle una presencia activa, crítica y responsable frente a la resolución de problemas para el beneficio de la sociedad actual y de su entorno local, y con el apoyo de recursos innovadores y didácticos que les permitan tomar decisiones, con un enfoque social, científico y tecnológico.

Huella Ecológica y huella de Carbono

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

El concepto de huella ecológica posibilita un acercamiento a la compresión de la sustentabilidad de las actividades humanas, al partir de reconocer los flujos de materia y energía en todas direcciones y sectores de la economía y los convierte en su correspondiente tierra y agua necesaria para sostenerlos (Wackernagel & Rees, 2001). La medición o calculo tanto personal como colectivo de la huella ecológica es una herramienta educativa eficaz para sensibilizar y concientizar sobre los hábitos y la necesidad de reducción sistemática del consumo y generación de desechos.

Desde el concepto genérico de huella ecológica se desprende directamente el concepto de huella de carbono (HdC), que de forma general representa la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera producto de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Pandey, Agrawal, & Pandey, 2010; Wiedmann, 2009, 2008), y es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de dichos gases desde la referencia del CO_2. Los GEI, definidos en el protocolo de Kyoto de 1997 (Naciones Unidas, 1998), son gases que se encuentran presentes en la atmósfera terrestre y que dan lugar al fenómeno denominado efecto invernadero (Espíndola & Valderrama, 2012). Su concentración atmosférica es baja, pero tienen una importancia fundamental en el aumento de la temperatura del aire próximo al suelo (troposfera), haciéndola permanecer en un rango de valores aptos para la existencia de vida en el planeta. Los gases de invernadero más importantes son: vapor de agua ($H_2O_{(v)}$), dióxido de carbono (CO_2) metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), clorofluorcarbonos (CFC) y ozono (O_3).

Así que, la HdC funciona como indicador y como una poderosa herramienta de gestión y un estímulo para adoptar una estrategia para el logro de la sustentabilidad en todos los contextos y dimensiones. Generalmente para el cálculo de la HdC existen múltiples herramientas y software, desde las más simples a las más complejas que implican aportar datos y cuantificaciones más precisas. Además, los aspectos relativos a dicho cálculo son la movilidad, alimentación, generación de residuos sólidos, demanda energética y de recursos a nivel doméstico.[2]

Sostenibilidad Vs Sustentabilidad

En muchos contextos académicos estos términos son usados indistintamente, de hecho se asocia el uso del término sustentabilidad a la traducción literal del inglés; sin embargo, tanto a nivel histórico como filosófico y epistemológico existen diferencias significativas. En primera instancia, el desarrollo sostenible fue planteado por el Informe Brutland, (Naciones Unidas, 1987: 23), donde se puntualiza en "Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, duradero, o sea, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias." A su vez, éste concepto fue acuñado en la Cumbre de Rio de 1992 (Naciones Unidas, 1997). Por su parte, la sustentabilidad discrepa del modelo económico dominante, cuestiona los mecanismos propuestos para alcanzar el desarrollo sostenible al reconocer el vacío praxiológico del término sostenibilidad.

De la misma manera, paradigmas emergentes en diferentes contextos consideran que el desarrollo sostenible pretende igualar las dinámicas del desarrollo social y humano, económico y bio físico (natural) cuando evidentemente la cultura occidental dominante ha implantado un sistema económico voraz que considera la naturaleza como una externalidad que se internaliza en términos

[2] En consecuencia, plataformas como http://www.tuhuellaecologica.org/, http://www.vidasostenible.org/ciudadanos/mide-tu-huella-ecologica/, http://www.miliarium.com/formularios/huellaecologicaa.asp, http://footprint.wwf.org.uk/. ayudan a los estudiantes a calcular su huella de carbono personal.

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

monetarios a manera de remediación. La ambivalencia del discurso de la sustentabilidad surge de la polisemia la sustentabilidad ecológica es condición de la sostenibilidad del proceso económico, y lo corrobora Noguera (2004) citada por Noguera (2007), cuando afirma

> *Estamos en la era del desarrollo sostenible, que es un capitalismo pintado de verde; el paso hacia la sustentabilidad alternativa está aún por construirse. Exige pensar de otra manera la tierra…otra paideia, entrar en un pensar poético, hacia una educación que permita un reencantamiento del mundo.* (Noguera, 2004, p. 24)

Ahora, la pregunta es ¿cómo puede lograrse un desarrollo sostenible con intereses económicos predominantes?. Básicamente en la cumbre del clima de Johannesburgo y su evidente fracaso, junto con el del protocolo de Kyoto (1997) desde la óptica de economistas, políticos, sociólogos, antropólogos, biólogos e incluso filósofos, de juntar dos prácticas: la del desarrollo y la de la sostenibilidad y sustentabilidad, expresaron su fracaso o, por lo menos, su insuficiencia frente a la dimensión simbólica que aún tiene para occidente la idea de desarrollo. Este imaginario ha sido tan poderoso que no es posible retirarlo del lenguaje de la ciencia, la técnica, la ciudad y, en general, del mundo de la vida cotidiana contemporánea.

Así, que a pesar de la delgada línea entre uno y otro concepto, se considera que la sustentabilidad es más sensible a los territorios, a lo humano, a la trama de la vida en la tierra, incluso desde ella han emergido propuestas en contra vía de las leyes de mercado capitalistas, como el mercado sustentable, las asociaciones comunales para el desarrollo local, la cooperación internacional para la preservación del patrimonio cultural y natural (Noguera, 2004; Leff, 2004). En términos de Enrique Leff:

> *La racionalidad ambiental se plantea como la reanudación de procesos en el sentido de la sustentabilidad. La transición hacia la sustentabilidad convulsiona los tiempos donde se entrecruzan las inercias en aceleración de las racionalidades establecidas y el desencadenamiento de nuevos procesos para desarrollar el potencial ambiental, la conformación de nuevas conciencias, la constitución de nuevos actores y la producción de cambios institucionales movilizados por nuevos valores y racionalidades.* (Leff, 2000, p. 8)

Metodología ABP

Esta experiencia de investigación considera la metodología de aprendizaje basado en proyectos porque constituye un aporte valioso en el desarrollo de competencias y habilidades científicas en el estudiante, como son: formulación de preguntas, planteamiento de problemas y de hipótesis, delimitación de variables, experimentación, recolección, sistematización y análisis de datos, interpretación de tablas y gráficos, obtención de resultados, hacer inferencias y predicciones, plantear propuestas de solución, comunicar y socializar el trabajo de investigación.

La importancia del aprendizaje basado en proyectos, integrado al currículo institucional, como afirma Markham (2003) en su "Manual Aprendizaje Basado en Proyectos", radica en que es el surgimiento de un método de enseñanza y de aprendizaje que permite al sujeto en acción, generar cambios de conducta en interacción con su contexto y lo lleva a transferir el nuevo conocimiento para intervenir su realidad y modificarla; además, facilita tanto en el estudiante como en el profesor, el desarrollo de habilidades y capacidades tales como: planificar, colaborar , comunicar y comprender su rol como ciudadanos globales. Finalmente, el aprendizaje basado en proyectos tiene como intención adoptar prácticas en el proceso de enseñanza que evidencien la realidad y el contexto en que se

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

desenvuelven y aprenden los estudiantes.

Por tal motivo, se realiza en la Institución Educativa Concejo de Medellín una prueba piloto, que aplica la metodología STEAM-Labs hacia la solución de una necesidad particular, parte del contexto ambiental, social y cultural del estudiante y transversaliza el currículo escolar, mediante la integración de las ciencias, artes, tecnología y matemáticas. Se trabaja en equipos pequeños de cinco estudiantes, a través de una pregunta "provocadora" que invita al estudiante a realizar una exploración profunda en los conceptos que conforman la red conceptual huella de carbono, de tal forma que el estudiante logre aprendizajes significativos; así mismo, se fomenta la autodisciplina de trabajo, la responsabilidad con su entorno y sus aprendizajes, el trabajo colaborativo y cooperativo. El movimiento STEM es una estrategia implementada de acuerdo al contexto, que genera impacto, autoaprendizaje, relación entre la industria y la escuela, busca el desarrollo de las competencias del siglo XXI, sigue un modelo tecnópolis y propone una intervención de aula orientada hacia la realización de experimentos que son luego socializados al público.

El desarrollo del proyecto de investigación de aula "Cómo reducir nuestra huella de carbono" tiene en cuenta una ruta de planeación que se especifica en la ilustración 1:

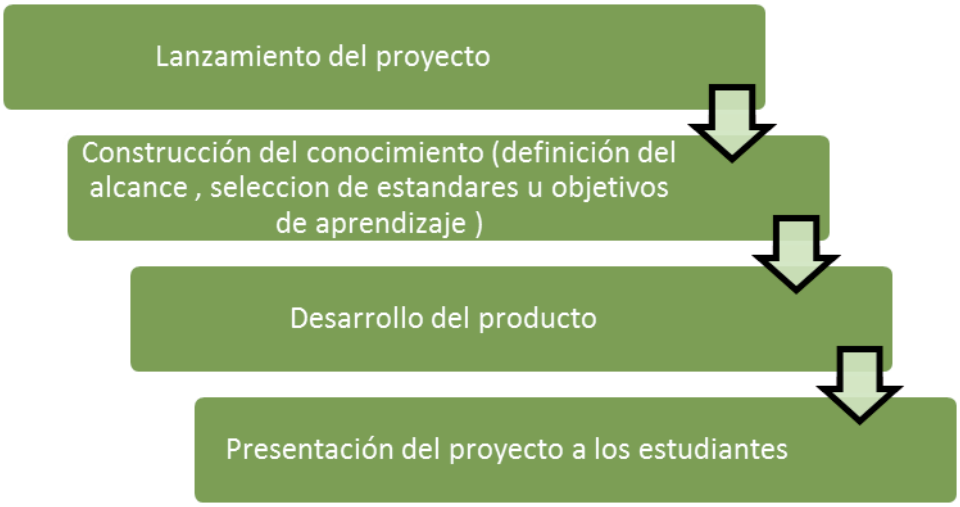

Ilustración 1. Ruta de planeación proyecto Cómo reducir nuestra huella de carbono. (Fuente propia).

De igual manera, se consideran los ocho elementos para lograr un aprendizaje basado en proyectos, como son: partir de un contenido significativo; tener en cuenta la necesidad de conocer, la curiosidad, la capacidad de asombro que tienen los estudiantes; partir de una pregunta inicial o pregunta generadora; contar con la voz y decisión del estudiante; desarrollar las habilidades del siglo XXI; buscar información; retroalimentar y revisar las metas del proyecto a corto, mediano y largo plazo; finalmente, realizar la presentación pública del producto del proyecto, sus alcances, sus logros y dificultades presentadas a lo largo del proceso de construcción.

En consecuencia, el proyecto plantea soluciones a problemas cotidianos que generan beneficio a la comunidad, adaptando una filosofía nueva llamada DESING THINKING la cual es definida por

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

Clarin (2014) como "... un entendimiento profundo de los usuarios, capaz de identificar sus reales necesidades y de decantar, a partir de ellas, productos, servicios, procesos e incluso estrategias novedosas." (n. p., párrafo inicial), donde la forma de trabajo promueva la creatividad, la investigación tecnológica, la sistemática y el trabajo en equipo.

Metodología

La investigación se inserta en el paradigma de la investigación cualitativa, porque permite dar cuenta de las particularidades que ocurren en el aula de clase, sus entramados, el aprendizaje logrado, las vivencias (Moreira, 1999). El enfoque descriptivo e interpretativo, busca los significados, la comprensión y la acción. Se escogen dos estrategias para abordar la investigación, éstas son la observación participante combinada con el estudio de caso, que acompañan todo el proceso desde la etapa de planificación hasta la comunicación de los resultados. La recolección de la información se hace mediante el uso de varias técnicas que permiten la triangulación, desde la observación situada realizada por las dos investigadoras, de sus respectivos diarios de campo y también de las producciones escritas y virtuales de los estudiantes, como página web, cuestionarios virtuales, blogs, video juegos, videos y los portafolios donde registraban su proceso de aprendizaje, sus inquietudes y problemas presentados. Se recurre además, a la triangulación de la información oral recogida en cada uno de los grupos de sexto y octavo donde se realizó la investigación de aula.

Esta metodología le permite a las investigadoras flexionar sobre su propia práctica pedagógica, planificar su enseñanza de acuerdo a ello y autoevaluar el proceso en forma permanente.

Resultados

El proyecto "Cómo reducir nuestra huella de carbono" realizado en la Institución Educativa Concejo de Medellín, en el segundo semestre del añor lectivo 2014, logra los siguientes resultados

producto de la investigación de aula:

1. Los estudiantes aplican y socializan el proyecto de investigación escolar mediante acciones prácticas como la realización de una encuesta en el colegio y en el hogar para medir el gasto de energía en ambos contextos; calculan la huella de carbono personal y del colegio mediante el uso de un software compartido por el ITM; diseñan volantes para sensibilizar a la comunidad educativa y a otras instituciones, así como a representantes del estado, la industria y de las universidades; diseñan blogs, video-juegos y cuestionarios virtuales para sensibilizar a la población; construyen la maqueta del colegio a escala y proponen que toda la energía que se necesite para su funcionamiento provenga de energías alternativas al uso de la energía eléctrica y plantean el uso de energías limpias o alternativas como la energía solar, o el uso de energía eólica, es decir, cambiar a páneles solares y molinos de viento ubicados en la terraza del colegio. Finalmente, dos subgrupos de estudiantes uno de sexto y otro de octavo, exponen su proyecto en el Parque Explora a la comunidad local en el 2do Simposio Educación + CTi STEAM Labs Medellín 2014.

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

2. En el desarrollo de todas las etapas del proyecto se destaca la participación activa de padres de familia y de los egresados de la institución educativa, así como el apoyo y la intervención permanente de las universidades e industria local, además de la auditoría de la Secretaría de Educación de Medellín. También se contó con el acompañamiento de estudiantes de grado décimo y once a los de sexto.

3. La apropiación de la CTS mediante la resolución de problemas in situ, enseñanza contextualizada y situada, que favorece la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad del currículo de los grados sextos y octavos.

4. El uso de las TIC se aborda en el trabajo del aula de ciencias y trasciende el aula de tecnología como se hace en la cotidianidad de la enseñanza pública en la ciudad de Medellín. Su apropiación se evidencia en los diversos aplicativos realizados por los estudiantes, en su uso responsable y autónomo para abordar el proyecto y en la adquisición de competencias como aprender a aprender, la creatividad y el trabajo colaborativo.

5. El proyecto propicia el aprendizaje de competencias como la argumentación crítica, la comunicativa, la de resolución de problemas, la investigativa y la reflexiva.

6. Se disminuye al 5% el porcentaje de repitencia escolar en los grados sexto y octavo donde se realiza la intervención, como resultado en primer lugar, de la mejora en un 80% del acompañamiento de las familias al proceso formativo y educativo de sus hijos, lo cual se evidencia en el compromiso adquirido por los padres, su participación en el proyecto y el trabajo que cada estudiante realizó al interior de las familias; en segundo lugar, se elevaron en un 95% los niveles motivacionales de los estudiantes, ésto se evidencia en sus producciones, la responsabilidad asumida frente a las tareas del proyecto y a la alegría con el trabajo; en tercer lugar, la transversalización del currículo generó economía en las tareas, rendimiento en los procesos y eficacia en las labores escolares de los profesores y estudiantes .

7. Se realiza en la Institución Educativa Concejo de Medellín, el Primer Simposio Institucional: Socialización de Experiencias Significativas, en octubre 6 de 2014, donde se comparte y se socializa la experiencia de investigación con los 156 profesores de la institución, directivos, padres de familia y egresados.

8. La innovación de este proyecto de investigación de aula radica en el valor agregado logrado con la vinculación y participación activa, desde el inicio hasta su finalización, de la industria local y de la educación superior. Su aporte al interior de la escuela ayuda a definir lo que se quiere lograr de los estudiantes, contribuye a la administración y optimización del manejo de los recursos y de los materiales, promueve una enseñanza situada y contextualizada, genera ambientes creativos de enseñanza y de aprendizaje, empodera a los estudiantes en el uso adecuado y con responsabilidad de las tecnologías de la información y la comunicación, y además facilita que la escuela identifique los beneficios y las necesidades que estos actores sociales tienen para el desarrollo de los futuros ciudadanos y del país.

9. El proyecto continúa en el año 2015 con cuatro estudiantes del grado noveno, que quedaron motivadas por la investigación después de participar en STEAM-Labs en el 2014, ellas deciden representar a la I. E. Concejo de Medellín y después de pasar varios filtros como la Feria de la Ciencia Institucional y las Ferias Locales CT+I 2015, son seleccionadas para el evento central en

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

la Feria Internacional Explora CT+I 2015 Ciencia, Tecnología e Innovación, con el proyecto de investigación escolar "Reducción de la huella de carbono personal, un aporte de la institución para la ciudadanía".

10. Este año lectivo 2016, el área de Ciencias Naturales decide, teniendo como marco el Proyecto Construyendo un ambiente con-sentido, realizar con los estudiantes el proyecto Cómo reducir nuestra huella de Carbono, desde preescolar hasta grado once, esta decisión se tomó al observar y analizar el impacto ocasionado por dicho proyecto dentro y fuera de la Institución Educativa y del apoyo de toda la comunidad educativa. El proyecto se encuentra en ejecución y tanto los estudiantes como los profesores manifiestan total compromiso, el cual se evidencia en la sensibilización adquirida, la alegría, el sentido de la responsabilidad, el derroche de creatividad y la capacidad crítica con el que se aborda en cada ciclo de enseñanza.

11. Finalmente, tres estudiantes dos de grado once y uno de décimo, deciden participar en la Feria de Google Science 2016, con un proyecto de investigación para desarrollar un aplicativo web que busca sensibilizar a la población en general, sobre la urgencia de reducir nuestra huella de carbono y así contribuír a mitigar su impacto en el calentamiento global. La estudiante líder de este proyecto participó en STEAM-Labs 2014.

Conclusiones

La metodología STEAM favorece la apropiación conceptual de los estudiantes y el logro de aprendizaje significativo, desarrolla habilidades comunicativas y argumentativas y facilita la integración de las TIC en el proceso de aprendizaje.

El trabajo por proyectos de investigación en el aula de clase, exige altos niveles motivacionales de los estudiantes, lo cual se logra si los proyectos son elegidos por ellos mismos a partir de sus preguntas y de su contexto. Además, favorece en los estudiantes la apropiación de destrezas para el siglo XXI como son pensamiento crítico, resolución de problemas, trabajo colaborativo en pequeños grupos, uso adecuado de la tecnología, aprender a aprender, habilidades comunicativas y pensamiento indeterminista, relativista y probabilístico.

La CTS, cuando se integra al currículo escolar, permite la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad entre las diversas áreas de la enseñanza, mejora el proceso de aprendizaje y favorece el desarrollo de procesos de investigación e innovación y esto conduce a elevar la calidad educativa, a disminuír la repitencia y la deserción escolar y a incrementar los niveles de automotivación por el aprendizaje. El proyecto demuestra que en los grados donde se realiza la intervención, se disminuye visiblemente el número de estudiantes que no obtuvieron los logros mínimos para ser promovidos al grado siguiente.

La enseñanza de las ciencias naturales debe promover en los estudiantes desde edades muy tempranas, el uso de habilidades de orden superior como son: argumentación, reflexión, metacognición, regulación y autoregulación de los aprendizajes, capacidad de plantear inferencias y predicciones, creatividad, pensamiento crítico y resolución de problemas. La enseñanza basada en proyectos incentiva estas capacidades en los estudiantes.

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

Cómo reducir nuestra huella de carbono, logra movilizar a toda la comunidad educativa, estudiantes, profesores, directivas de la institución, padres de familia, personal administrativo y de oficios varios y egresados. Ello demuestra no sólo el grado de apropiación del proyecto por parte de los estudiantes sino el eco que tiene en el entorno social y cultural cercano.

Otro factor que favorece el éxito del proyecto es la integración a la escuela y a las aulas de clase, de la universidad, la industria y el gobierno local. Esto permite contextualizar la enseñanza porque ella se planifica a partir de las necesidades reales que se tienen en el mundo de la vida, fomenta la corresponsabilidad social, ética y ecológica de los diversos estamentos de la sociedad, y lo más importante, contribuye a formar hombres y mujeres integrales, comprometidos con su entorno y con sus congéneres, respetuosos, autónomos, solidarios, democráticos, libres, pluralistas, tolerantes y pacíficos.

La comunicación asertiva, eficaz y eficiente se asienta como una estrategia que permite a los profesores involucrados en el proyecto mantener altos estándares de motivación, desempeño competitivo y de alta calidad.

Este proyecto pretende a futuro que desde el hogar, la escuela, el barrio y la ciudad, se cambie la cosmovisión y la mirada hacia la madre tierra y su relación con ella, de tal forma que se viva en armonía con su entorno y con sus congéneres, se respete la vida y la diversidad.

Referencias

Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Editorial Paidós.

Clarin. (2014). *iEeco*. Recuperado en noviembre 15 de 2015 de iEco, http://www.ieco.clarin.com/afterwork/Design_Thinking-nueva_filosofia_0_1244275935.html

Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información tecnológica*, *23*(1), 163-176. Consultado en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000100017&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0718-07642012000100017

Fajardo, M. (2009). *Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)*. Recuperado en noviembre 12 de 2015 de http://www.monografias.com/trabajos71/ciencia-tecnologia-sociedad/ciencia-tecnologia-sociedad2.shtml

Institución Educativa Concejo de Medellín (IECM) (2014). *Proyecto Educativo Institucional, PEI*. Medellín, Colombia: Autor.

Institución Educativa Concejo de Medellín (IECM). (2014). *Proyectos Formativos. Proyecto del Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental "Construyendo un ambiente con-sentido"*. Medellín, Colombia: Autor.

Leff, E. (2004). *Ecología y capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo*

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

sustentable. México, D. F., México: Siglo XXI Editores.

Leff, E. (2000). Tiempo de sustentabilidad. *Ambiente & Sociedade*, *3*(6/7), 5-14. doi: http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2000000100001

Markham, T. (2003). *Manual de aprendizaje basado en proyectos*. California: Fundación Omar Dengo.

Ministerio de Educación Nacional MEN. (1998). *Lineamientos curriculares.* Bogotá, Colombia: MEN. Consultado en http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-339975_recurso_5.pdf.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006), *Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales*. Bogotá, Colombia: MEN. Consultado en http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-167860_archivo.pdf.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2008). *Ser competente en Tecnología. Una necesidad para el desarrollo* (Serie guías No. 30). Bogotá, Colombia: MEN. Consultado en http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-340033_archivo_pdf_Orientaciones_grales_educacion_tecnologia.pdf.

Moreira, M. A. (1999). *Investigación en Enseñanza: Aspectos Metodológicos. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias* (Texto de Apoyo n° 1). Burgos, España: Universidad de Burgos, Departamento de Didácticas Específicas. Consultado en http://www.if.ufrgs.br/~moreira/investigacionenensenanza.pdf.

Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje Significativo: teoría y práctica*. Madrid: Ediciones Visor.

Moreira, M. A. (2005). *Aprendizaje Significativo Crítico*. Porto Alegre: Impresos Portão.

Moreira, M. A. (2010). *Aprendizaje Significativo Crítico* (2.ª Ed.). Porto Alegre, Brasil: UFRGS, Instituto de Física. Consultado en http://www.if.ufrgs.br~moreira/apsigcritesp.pdf.

Naciones Unidas (1987). *Desarrollo y cooperación económica internacional: medio ambiente. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Asamblea General*. Oslo, Noruega: Naciones Unidas. Consultado en http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427

Naciones Unidas (1997). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: aplicación y ejecución. Informe del Secretario General*. Nueva York, USA: Comisión sobre el desarrollo sostenible. Consultado en http://www.cinu.org.mx/eventos/conferencias/johannesburgo/documentos/declaracrio.pdf

Naciones Unidas (1998). *Protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. Kyoto, Japón: Naciones Unidas. Consultado en http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf.

Noguera, P. (2007). Complejidad ambiental: propuestas éticas emergentes del pensamiento ambiental latinoamericano. *Gestión y Ambiente*, *10*(4), 5-30. Consultado en http://www.redalyc.org/html/1694/169419796001/

Noguera, A. P. (2004). *El reencantamiento del Mundo: Ideas para la Construcción de un Pensamiento Ambiental Contemporáneo. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Oficina

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

Regional para América Latina y el Caribe PNUMA/ORALC, México, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. México D. F.: Universidad Nacional de Colombia. IDEA. Consultado en http://www.bdigital.unal.edu.co/5963/2/9687913312.pdf.

Pandey, D., Agrawal, M. y Pandey, J. S. (2010). Carbon footprint: current methods of estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, *178*(1-4), 135-160.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2014). *Informe de Seguimiento de la EPT en el Mundo. Enseñanza y Aprendizaje: Lograr la calidad para todos.* Paris, Francia: Ediciones UNESCO. Consultado en http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002261/226159s.pdf

Wackernagel, M., & Rees, W. E. (2001). *Nuestra huella ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*. Santiago de Chile: IEP/Lom Ediciones.

Wiedmann, T. (2009). Carbon Footprint and Input-Output Analysis - An Introduction, *Economic Systems Research*, 21, 175-186.

Wiedmann, T. (2008). Definition of Carbon Footprint In C. C. Pertsova (Ed.), *Ecological Economics Research Trends* (n.° 1, pp. 1-11. NY, USA: Nova Science Publishers, Hauppauge.