

LA INVESTIGACIÓN DIRIGIDA COMO PROPUESTA DIDÁCTICA PARA FORTALECER LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN ESTUDIANTES

Por: Fabiola Zabala-Joya
I.E. Técnico Dámaso Zapata
fazabalajoya@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0889-3638>

RESUMEN

En Ciencias Naturales se caracteriza el mundo que nos rodea, es necesario dar una enseñanza que favorezca el aprendizaje y manejo de competencias científicas. Este proyecto pretende implementar la investigación dirigida para fortalecer desarrollo de competencias científicas. La información se recolectó analizando pruebas institucionales y realizando entrevistas semiestructuradas y pruebas validadas a estudiantes de octavo grado. El diseño metodológico consiste en un paradigma socio-crítico proporcionando reflexión sobre la práctica, enfoque cualitativo y método de investigación acción a través de la estrategia de investigación dirigida analizando el impacto en la práctica docente. Al analizar pruebas estándar nacionales e internacionales se determina que el país está por debajo del promedio, mostrando la importancia de mejorar estrategias educativas. En los resultados se evidenció bajos niveles de desempeño, lo cual llevo a reflexionar en metodologías y actividades presentadas en el aula de clase. Con la implementación de la investigación dirigida en una institución pública de Bucaramanga se logró fortalecer competencias científica. Se brindan herramientas para plantear situaciones problemáticas, delimitarlas en los escenarios establecidos soportados bibliográficamente, logrando iniciar en los estudiantes una labor científica que les facilite crear estrategias de resolución y análisis, construcción, comparación, contrastación de información aplicando nuevos conocimientos adquiridos a nuevas situaciones.

Palabras clave: Investigación acción, investigación dirigida, competencias científicas, práctica pedagógica, secuencia, didáctica.

DIRECTED RESEARCH AS A DIDACTIC PROPOSAL TO STRENGTHEN SCIENTIFIC COMPETENCIES IN STUDENTS

ABSTRACT

In Science the world that surrounds us is characterized, it is necessary to give a teaching that favors the learning and management of scientific competencies. This project aims to implement directed research to strengthen the development of scientific skills. The information was collected by analyzing institutional tests and conducting semi-structured interviews and validated tests to eighth grade students. The methodological design consists of a socio-critical paradigm that provides reflection on the practice, a qualitative approach and an action research method through the directed research strategy analyzing the impact on teaching practice. When analyzing the national and international standard tests, it is determined that the country is below the average, showing the importance of improving educational strategies. The results showed low levels of performance, which led to reflect on methodologies and activities presented in the classroom. With the implementation of directed research in a public institution in Bucaramanga, scientific skills were strengthened. Tools are provided to pose problematic situations, delimit them in the established scenarios supported bibliographically, achieving to initiate a scientific work in students that facilitates them to create resolution and analysis strategies, construction, comparison, and contrast of information applying new knowledge acquired to new situations.

Keywords: Action research, directed research, scientific skills, pedagogical practice, sequence, didactics.

Introducción

Una importante función de la educación es la enseñanza de las Ciencias Naturales que busca fortalecer el saber, hacer, ser y comunicar sucesos del mundo real, entrar en contacto con el entorno, poder comparar o preguntarse y responder sobre los fenómenos naturales. Pero la actitud del docente, las prácticas aplicadas y el plan curricular desarrollado en el aula de clases necesitan ser revisados, ya que están creando apatía, desaliento y bajo rendimiento académico en los estudiantes.

Se necesita una formación integral, esto es argumentado por Arguello y colaboradores (2012, p. 406) “para comprender los diferentes tipos de pensamiento, necesidades, expectativas incorporadas por las personas a lo largo de la vida y lograr ser pertinentes en lo que se busca compartir”. Y el docente es quien tiene esa función logrando realizarlo a través de la enseñanza e investigación, pero están siendo encaminadas por vías separadas.

Y es Latorre (2003, p.8) quien plantea que ocurre como se hace con la teoría y la práctica: “Quienes trabajan en teoría están tratando de responder preguntas no planteadas por quienes trabajan en la práctica, ...el investigador aportan conocimiento universal validado experimentalmente pero el que requiere el profesor es conocimiento educativo validado en la práctica”. Siendo necesario que el profesor asuma el papel de investigador y pueda integrar estas dos facetas teoría y práctica. Además, es importante tener en cuenta la comunicación entre maestro y estudiantes, buscando apropiación de lenguaje científico y enfoque de la enseñanza y aprendizaje.

Una dificultad del aprendizaje significativo lo comentan Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001, p. 233), en “Las representaciones idiosincráticas que construyen los alumnos (ciencia escolar) y las representaciones científicas (ciencia erudita), planteando modelos de sentido común con experiencias cotidianas y modelos científicos entre comunidades científicas”. Estas experiencias cotidianas deben ser llevadas al aula de clases para que el estudiante las analice e investigue y esto puede darse a partir de la investigación dirigida.

Moya, Chaves y Castillo (2011, p.115-116) analizan detalladamente la investigación dirigida, “la consideran un modelo educativo que toma en cuenta al estudiante, a su ambiente, respondiendo a las inquietudes y a comprender otras estrategias metacognitivas que garantizan aprendizaje significativo en estudiantes de secundaria”.

Rodríguez, Fonseca y Gómez, (2009, p. 2677) en su Unidad didáctica ¡Moscas a enseñar herencia! realizan un desarrollo significativo, aportan “conceptos, procedimientos y actitudes referentes a herencia de caracteres hereditarios que alcanzaron estudiantes de octavo grado de educación básica”. Y este estudio es un aporte a la investigación.

Por esto, se propone fortalecer competencias científicas para guiar a estudiantes, que hoy día son los verdaderos participantes en la educación, buscando fortalecer dificultades como los bajos niveles de desempeño o la deserción escolar, siendo necesario que el docente lleve a los estudiantes a la reflexión, a la adquisición de un pensamiento crítico impulsándolo a que indague algunos conceptos científicos a través de situaciones del contexto o de su vida cotidiana; dando la oportunidad de cooperar en el cambio que necesita la educación, orientando a una formación científica a través de la investigación dirigida como propuesta didáctica que fortalezca el desarrollo de competencias científicas.

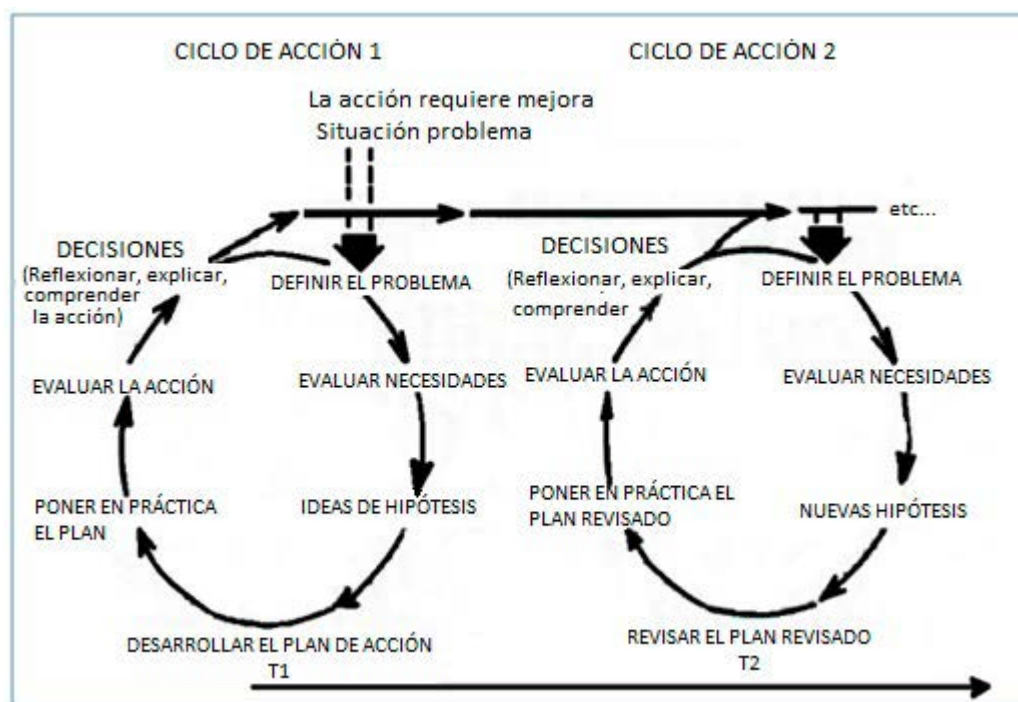
Materiales y métodos

Uno de los modelos de enseñanza y aprendizaje es la investigación, Cañal y Porlan la reconocen como una capacidad originada como resultado del desarrollo de las potencialidades para la exploración y el pensamiento racional de nuestra especie (1987, p.90).

Siguiendo este modelo se plantea desarrollar un diseño metodológico encaminado en el paradigma socio-crítico y según Latorre (2005) “proporcionando reflexión sobre la práctica”, con enfoque cualitativo y método de investigación-acción a través de la estrategia de investigación dirigida analizando el impacto en la práctica docente.

La investigación trae beneficios a quienes participan en la educación, para Travel y Cañan (1997, p. 51) “permite promover la capacidad innata para investigar incertidumbres planeadas en relación con la realidad, el aprendizaje significativo y complejo, impulsar la relación entre teoría y práctica, dar entrada a ideas, experiencias e intereses de los estudiantes aumentando la motivación”. Por esto se busca reflexionar sobre el método tradicional de enseñanza, donde el docente proporciona conocimientos elaborados y el alumno los consume en forma pasiva, sin asegurar transmisión del saber, dando poca oportunidad a debatir, a equivocarse o más aún, a dudar.

Por esto, el aplicar el método de investigación dirigida presenta varias diferencias, como las plantea Campanario y Mota descritos por Gonzáles (2005, p. 187) “El profesor es mediador, presenta mayor poder argumentativo, en la temática progresa con preguntas abiertas, con práctica guiada, permitiendo grupos de discusión y alumnos con ideas e intereses propios, autónomos, activos, participativos y en especial coinvestigadores”. Así para aplicar la metodología, se toma como referencia a McKernan quien propone dos ciclos de acción, cada uno conformado por varias fases como se muestra en la figura 1.



Fuente: McKernan, J. 1996. Investigación-Acción y Currículum.

Fase 1: Diagnóstico. Se identificó el problema presentado en la institución educativa que llevo a sustentar la necesidad de averiguar la naturaleza y causas, dando base para realizar el proyecto de investigación. Para esto, se necesitó revisar el proceso de enseñanza-aprendizaje, en especial en el área de Ciencias Naturales. Se exploraron las pruebas saber que los estudiantes de la institución habían presentado en los grados tercero, quinto, noveno y undécimo que reposan en la base de datos del Instituto Colombiano para Evaluación de la Educación (ICFES) y en cada institución educativa. Se realizó entrevista semiestructurada conformada por 15 preguntas a estudiantes de octavo grado. Las cuatro primeras preguntas permitieron reconocer el contexto familiar de los estudiantes, seis preguntas más, para reconocer intereses y necesidades a nivel académico y cinco enfocadas en el desarrollo escolar y personal. Posteriormente, se elaboró una prueba diagnóstica para reconocer en estos estudiantes de octavo el nivel en competencias científicas. Esta prueba se aplicó en el aula de clases, presentó 21 preguntas, siete evaluaron la competencia de indagación, siete el uso del conocimiento científico y otras siete la explicación de fenómenos. Para su análisis se tuvieron en cuenta los aciertos y desaciertos de cada pregunta.

Fase 2: Diseño de la propuesta didáctica fundamentada en la investigación dirigida o orientada. En esta fase se establecieron limitaciones internas de la institución educativa, docente del área de Ciencias Naturales y estudiantes; en cuanto a limitaciones externas las de los padres de familia o acudientes como comunidad, dando base para diseñar la propuesta didáctica y se desarrolló en colaboración del director y compañeros del colectivo de Mestría en pedagogía de la Universidad Industrial de Santander, ubicada en la ciudad de Bucaramanga y corresponde a una secuencia didáctica enfocada en genética básica, desarrollada en el aula de clases para estudiantes de educación básica secundaria. Se basada en un modelo que según Osborne y Peter (1998, p. 178) “Es de enseñanza para aprendizaje generativo desde una representación constructivista”. Esta presenta tres fases: apertura, desarrollo y cierre; con actividades de investigación donde participan los estudiantes y guías de aprendizaje que ayudaron a los jóvenes a realizar procesos de indagación y exploración.

Fase 3: Implementación de la propuesta didáctica. Se puso en práctica el plan de acción, especificación de roles, metas y demás actividades programadas. Se realizó recolección de información a partir de observación participante y registro de diario de campo de cada sesión para analizar y obtener elementos necesarios para la siguiente fase.

Fase 4: Evaluación de la propuesta didáctica de Investigación Dirigida. Se siguió a hizo McKernan (1996, p. 48) con “reflexión de la propuesta y los resultados obtenidos se analizaron según actividades y situaciones presentadas, tratando de comprender efectos y aprendizaje después de participación como profesor-investigador que se supervisa a sí mismo”.

El escenario de esta investigación corresponde a una institución educativa de Bucaramanga, los participantes fueron 10 estudiantes del grado Octavo de educación básica secundaria y la docente de Ciencias Naturales como observador participante. Las técnicas de recolección de información corresponden a una entrevista individual semiestructurada y un cuestionario de prueba validada, este último basado en prueba saber realizado al iniciar y terminar de aplicar la propuesta didáctica. Se elaboró diario de campo para recolectar acontecimientos presentados durante la aplicación de la propuesta didáctica, facilitando comparar y analizar experiencias (Latorre, 2013, p. 79).

Se usaron medios audiovisuales para registrar información seleccionada previamente; las fotografías como técnica para evidenciar la acción, comprobar y evaluar información, las grabaciones de video permitieron posteriores análisis e interpretación como lo recomienda Latorre (2013, p. 80).

Posteriormente se realizó triangulación de los datos y combinación de métodos de investigación para recoger relatos y observar situaciones desde diversos ángulos. Se llevó a cabo como lo comenta Elsa Moreno (2016, p. 8) con ayuda de los instrumentos utilizados en el desarrollo de la investigación.

Resultados

El análisis del diagnóstico se realiza para determinar dificultades dadas en el ejercicio docente desarrollado en Bachillerato en el área de Ciencias Naturales y posteriormente implementar la investigación dirigida para lograr fortalecer competencias científicas en estudiantes de octavo grado. Al analizar la entrevista semiestructurada se evidencia un contexto familiar donde todos los estudiantes tienen un acudiente que labora y lo consideran responsable porque les ayuda y cubre las necesidades para responder al desarrollo y avance escolar.

Un 33% de estos jóvenes ha realizado cursos de capacitación demostrando interés de las familias por el estudio de sus hijos. Esto permite concluir que no se puede culpar a los padres o acudientes por el bajo nivel académico de los estudiantes porque hay acompañamiento; esto lo apoya Vygotsky (1979, p. 1), del cómo “Las personas cercanas física y afectivamente son quienes los conducen a avanzar en el aprendizaje de nuevos significantes”. Dentro de los intereses y necesidades, el deporte es la actividad que más les gusta realizar en el colegio, sus asignaturas preferidas son artística y tecnología (Ver tabla 1).

Tabla 1. Respuestas de la entrevista semiestructurada

Pregunta	Respuestas (%)		
Contexto familiar			
Acciones de la familia para mostrar interés por la escolaridad de los hijos	Pagan cursos: 33	Dan lo que necesita: 77	
Intereses y necesidades			
Actividad preferencial	Fútbol y basket: 33	Arte: 34	Otros Juegos: 33
Asignatura preferencial	Artística y tecnología: 34	Matemáticas: 33	Química: 33
Descripción de la clase de biología	Vemos partes de las cosas, anatomía, otros mundos, como los de los animales: 34	Dicta y a l g u n a s veces trae el video beam: 33	Muy interesante: 33
Preferencia del docente	Directora de grupo, les ayuda en lo que necesitan: 67	Docente de sociales, ha depositado confianza y enseña bastante: 33	
Desarrollo escolar y personal			
¿Cómo considera su desempeño escolar?	Excelente: 33	Regular: 67	
Comportamiento frente a deberes escolares	Excelente: 33	Bueno: 33	Regular: 34
Rendimiento escolar	Excelente: 33	Regular: 67	
Comportamiento fuera del salón	Normal: 33	Regular: 67	
¿Cómo me observan los compañeros?	Seré alguien bueno de grande: 33	Bien, no la llevo mal con ninguno: 67	

Estas respuestas permiten inferir que la manera como se venía planeando y desarrollando las clases de Ciencias Naturales no permitía generar agrado o interés por esta asignatura, Asimismo, confirman que la docente de Ciencias Naturales venía siguiendo un modelo tradicional que poco favorece desarrollo de competencias científicas, además la metodología de otros docentes o el acercamiento que han brindado, les genera determinado interés por la clase.

Respecto al desarrollo escolar y personal, un 33% lo considera excelente y el otro 67% regular, coincidiendo con el comportamiento dentro y fuera del salón de clases, con este se determina que los estudiantes son concientes que la actitud influye en el logro de un mejor aprendizaje. La relación con sus compañeros es óptima porque hay aceptación entre pares y facilita desarrollar estrategias con trabajo colaborativo. Esta entrevista permitió reconocer opiniones que pocas veces se dan en

el salón de clases, menos cuando se orienta una clase tradicional por la poca interacción entre los estudiantes, lo que dificulta comprender el conocimiento o incluso forjar los valores éticos, siendo útil planear actividades necesarias para desarrollar una secuencia didáctica, comprender relaciones, actitudes, enfrentamientos o dificultades que se ven a diario en las actividades académicas.

Figura 2. Estudiantes de octavo grado presentando prueba diagnóstica



La prueba diagnóstica se aplicó en el aula de clases donde se desarrolló parte de la investigación (Ver figura 2). Al analizar los resultados de aciertos y desaciertos, se observó que las tres competencias tienen menor cantidad de aciertos, indicando que los estudiantes tienen deficiencias en cuanto a competencias científicas en Ciencias Naturales.

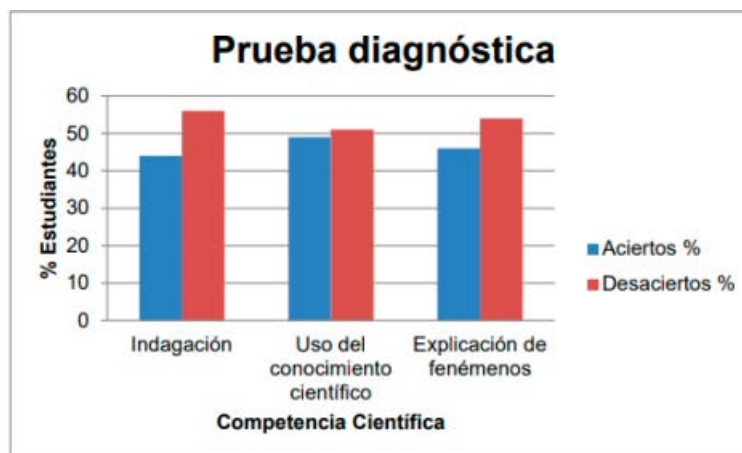
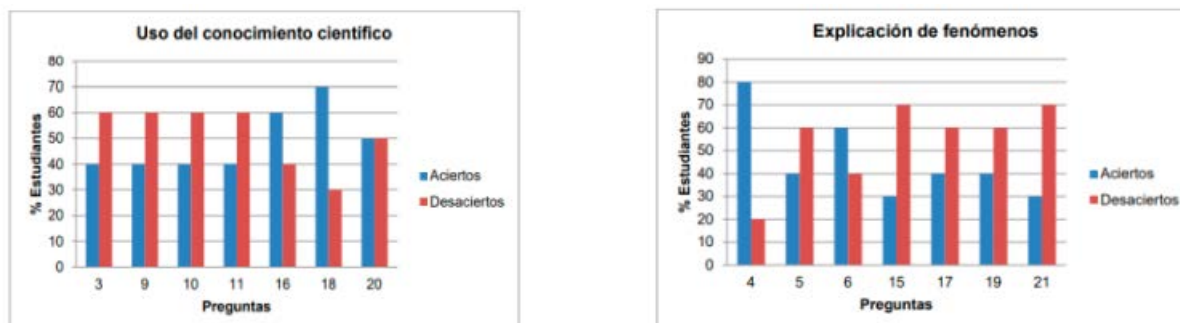


Fig 3. Resultados de la prueba diagnóstica

De las preguntas de indagación, las que tienen más aciertos son la 2, 8 y 12. En las preguntas 1, 13 y 14 hay menos aciertos que desaciertos y en la pregunta 7, el 50 % de los estudiantes acertó, el otro 50% falló en la respuesta correcta. Según la Guías saber 5 (2016, p. 48) se demuestra que los jóvenes "Presentan dificultades en formular preguntas y procedimientos para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante y dar respuesta a estas preguntas". Lo anterior determina que algunos estudiantes realizan procesos de indagación y se debe seguir fortaleciendo esta competencia.

En el uso comprensivo del conocimiento científico se dieron 49% de aciertos y 51% de desaciertos (Ver figura 4). Refleja que los estudiantes presentan dificultades en este tipo de competencias, como comprender, usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas a partir del conocimiento adquirido (Guías Saber 5, 2016, p. 48). Se necesita seguir reforzando esta competencia científica para que los jóvenes pasen de simple repetición de conceptos a su uso comprensivo.

Fig. 4 Resultados prueba diagnóstica. A. Uso comprensivo del conocimiento científico. B. Explicación de fenómenos.



En la explicación de fenómenos la pregunta 4 se respondió correctamente por mayoría de estudiantes, la 6 por un 60%, el resto de preguntas el mayor porcentaje se da en los desaciertos. Según la Guías Saber 5 (2016, p. 48) “Refleja que hay poca capacidad para concluir explicaciones, comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, indicando la necesidad de permitir que desarrollen actitud crítica y analítica para establecer validez y coherencia de argumentos, dar explicaciones de fenómenos usando representaciones conceptuales”. Lo anterior, correlaciona con los bajos resultados que se dan a nivel nacional y en la entidad territorial en la que se encuentra la Institución Educativa en estudio, viendo esto como una oportunidad para los estudiantes y la docente al implementar la investigación dirigida como propuesta didáctica para fortalecer las competencias científicas.

Diseño y experimentación de la Secuencia didáctica: Esta secuencia presenta tres fases según orientación de Sánchez y Valcárcel (1993, p.41) y Osborne (1998, p. 178-181): “Iniciación o apertura, restauración de ideas o desarrollo y cierre con actividades para poner en práctica nuevas ideas”. Además, buscar fortalecer el nivel de competencias, promover el aprendizaje significativo, uso de instrumentos de laboratorio y tecnológicos, realizar trabajo colaborativo, autónomo de estudiantes y llevar un rol del docente como orientador e investigador. El contenido y duración de la secuencia didáctica se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Sesiones trabajadas en la secuencia didáctica

Sesión	Tema	Tiempo (Horas)
1	Enfermedades relacionadas con la herencia	2.5
2	¿Qué es la información hereditaria?	3
3	Organización de la información hereditaria: ADN y cromosomas	3
4	Experimentos genéticos	11
5	Patrones de herencia	3

En la sesión uno, la apertura consistió en indagar ideas previas sobre genética al recordar enfermedades hereditarias, observando el video “Informe especial del Síndrome Down” que muestra casos de niños con esta enfermedad, para analizar colectivamente preguntas como: ¿Por qué creen que se presenta esta enfermedad? En la actividad de desarrollo se preguntó ¿Qué cree que ha

sucedido para que se forme un niño con Síndrome Down? Esta fue respondida y discutida.

Se organizó búsqueda de información y exposición de esta enfermedad (Ver figura 5). En el cierre se pidió responder ¿Cómo explicarían la trisomía 21 de la que se habla en esta enfermedad? Concluyendo que se debe a trisomía del cromosoma 21 por disyunción (no desunión) de este cromosoma en la meiosis por falla de separación de cromosomas homólogos emparejados en fase I y II, dando lugar a gametos masculinos o femeninos con $n+1$ cromosomas, es decir, bebés con 47 cromosomas en su cariotipo. Se hicieron otras preguntas y se complementaron respuestas.

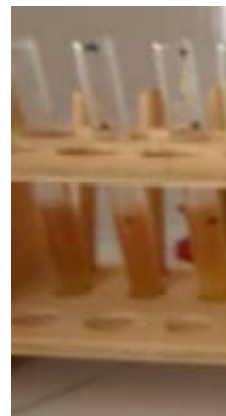
Figura 5. Estudiantes de octavo consultando y preparando exposición sobre Síndrome Down



En la sesión 2 se buscó formular preguntas específicas sobre una observación, experiencia o teoría científica. En la apertura se propuso la pregunta problematizadora ¿Cómo es la estructura donde está la información hereditaria? Se pidió que formularan hipótesis. Se dieron inconvenientes para la reflexión ya que querían empezar a aplicar el procedimiento y trabajar con los materiales de laboratorio, el estudiante E6 decía, “abramos ya la rabadilla”. También se vió que no querían responder a la pregunta y manifestó “no entiendo nada de eso”. La docente comentó la importancia de reflexionar y comprender lo que se va a hacer, luego E8 motivó a dar inicio a la proposición de hipótesis.

En el desarrollo se preguntó ¿Dónde puede estar el ADN y cómo cree que es esta molécula? Socializaron respuestas y se comentó que se puede aislar ADN de vegetales y animales, un grupo lo hizo con hígado y el otro con riñón de pollo. Inicialmente, E9 no estaba trabajando en la actividad, luego se integra por invitación de la docente y también al observar a los compañeros participar. Prepararon el jugo de piña, mezclaron la fuente de ADN con Agua, cada grupo optuvo 225 mL de mezcla, agregaron detergente y dejaron reposar 10 minutos para ser llevado a tubos de ensayo (Ver figura 6).

Figura 6. Extracción de ADN de células animales y vegetales



Se observó trabajo colaborativo, incluso apoyo entre los dos grupos. Se adicionó el alcohol con pipeta hasta formar dos capas, para esto los estudiantes se organizaron donde la mayoría tuvieran la oportunidad de hacerlo. Se evidenció orientación permanente de la docente y manejo de la temática; liderazgo, motivación y buena disposición de los estudiantes, además de la alegría cuando se observó el ADN. El estudiante E6 dijo “ya profe”, E8 le responde “huy sisas”, E3 le pregunta ¿Qué? Y E8 gritaba “El de nosotros ya, el de nosotros ya, vengan a ver? Siendo la mejor muestra para la observación (Ver figura 7).

Figura 7. ADN de células animales (riñón e hígado de pollo)



Para el cierre de esta sesión, compararon las hebras de ADN, las describieron, determinando semejanzas, diferencias, se discutieron otras preguntas del procedimiento y los jóvenes entregaron informe del laboratorio.

La tercera sesión inició con observación de imágenes de cromosomas, se realizaron preguntas para reconocer presaberes como: ¿Qué pueden ver ustedes aquí? ¿Qué fue lo que pudimos extraer en el laboratorio? Se evidencia que no tienen claro cuántos cromosomas tiene el ser humano al dar diversas respuestas, por tanto, la docente les muestra el cariotipo de hombre y mujer. Comparan y comparten ideas como: “la semejanza es que cada uno tiene las mismas rayitas”, “la diferencia es que los cromosomas no son del mismo tamaño”, “el cromosoma 23 del masculino es más pequeño que el de la mujer y la forma que tienen los cromosomas”. Demostrando que si reconocían características de los cariotipos y la actividad aportaba herramientas para lograr un aprendizaje del tema.

Posteriormente la docente entrega otra imagen de cariotipo, explicando que corresponde a un mapa genético de cromosomas que han organizado, luego otro de un niño con síndrome down para comparar. Dieron algunas ideas poco acertadas, pero luego E10 comenta “en el 21”, llama a la profesora y le muestra. La docente pregunta ¿Cómo es el cariotipo de una persona con Síndrome Down? E3 responde “Que tiene la trisomía del par 21 y también en la hoja que usted nos dio es femenino” Esto se había comentado en la sesión uno, pero por si solos, lo han reconocido en la imagen del cariotipo.

Realizaron análisis exhaustivo para diferenciar acertivamente el tema tratado, con indagación y uso del conocimiento científico para explicar el fenómenos ocurridos en esta anomalía genética, logrado por la actividad, como lo sustenta Rodríguez (2015, p. 164): “Así se entiende que las competencias no son entidades preexistentes sino que estas emergen de la acción”. Comprobando que se han alcanzado estas competencias después de realizar la actividad de esta sesión planeada a través de la investigación dirigida.

Luego la docente explicó cómo se realiza la descripción del cariotipo, escribiendo en el tablero 47, XX, +21, les dice “un genetista que revise un cariotipo de estos lo escribiría así en su diagnóstico, sería uno de los resultados que reporta”. A continuación, la docente entrega fotocopias de imagen de ideograma de los cromosomas del ser humano, solicitando a los estudiantes que organicen el cariotipo, tenían dudas de cómo hacerlo, siendo necesario que la docente pasara por cada grupo y les orientara, les da ejemplo de como buscar parejas de cada cromosoma, ubicando por tamaños de mayor a menor. Iniciaron trabajo, distribuyendo funciones y logrando trabajo colaborativo. El producto se puede ver en la figura 8.

Figura 8. Cariotipo elaborado por los estudiantes



En la cuarta sesión se comenta a los estudiantes que se trabajará con organismos en el laboratorio que facilitan estudios genéticos, la mosca de la fruta de nombre científico *Drosophila melanogaster*, E8 comentó: “Un tío mio tiene Síndrome Down, puede estar guardado en alguna parte de él y le puede salir un hijo así”, la docente le responde: “hay bastante probabilidad”, luego explica que las moscas tienen un ciclo de vida corto, pero la temperatura influye. A bajas temperaturas dura 50-60 días, a 25-28 °C dura unos 15 días aproximadamente. Esto motivó a los estudiantes a consultar, preguntaron si podían buscar en el celular, mostraron imágenes de las moscas y de larvas de otras especies. Se organizaron grupos de trabajo, prepararon medios de cultivo con fruta, gelatina y vinagre para evitar contaminación. Colocaron las moscas pero días después unas murieron, por lo cual volvieron a preparar medio de cultivo. Posteriormente pudieron observar que si se desarrollaron y se reprodujeron, se reconocieron los diferentes estados de larva, pupa y adulto (Ver figura 9). Los estudiantes hacen algunas preguntas, unas las responden entre ellos, otras la docente.

Posteriormente se orienta para que revisen imágenes de mutaciones en esta especie, los estudiantes participan e indagan, observan imágenes de los cromosomas de las moscas y un cuadro de punet de un macho y una hembra analizando el sexo. Discuten el cruce entre hombre y mujer para determinar sexo y probabilidad de que nazca varón o hembra.

Figura 9. Observación y recuento de cultivo de moscas *Drosophila melanogaster*



Subsiguientemente, los estudiantes exponen lo trabajado en las sesiones a estudiantes de otros grados; explicando parte de la genética de las moscas apoyados por carteleros y medios de cultivo (Ver figura 10).

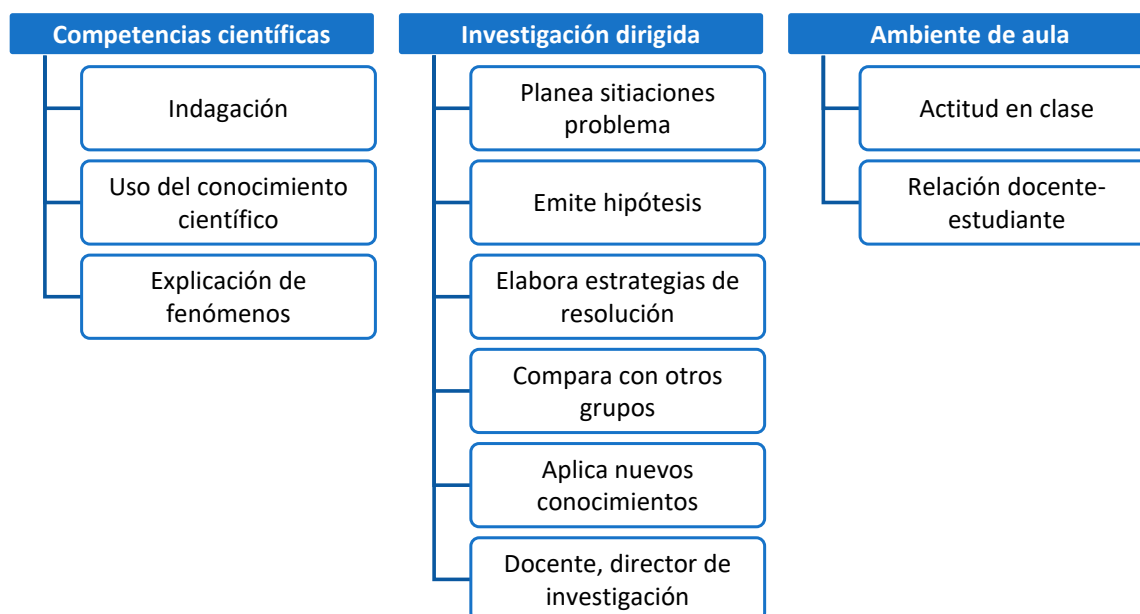
Figura 10. Estudiantes de octavo exponiendo genética a estudiantes de otros grados



En la quinta sesión se trabaja en la sala de informática. Se busca reconocer patrones de herencia como Acrondroplasia. Consultan, realizan diapositivas y exponen a sus compañeros.

Se elabora matriz de categorías. En esta se presentan tres categorías: competencias científicas, investigación dirigida y ambiente de aula como se muestra en el mapa conceptual (Ver figura 11).

Figura 11. Categorías y subcategorías analizadas



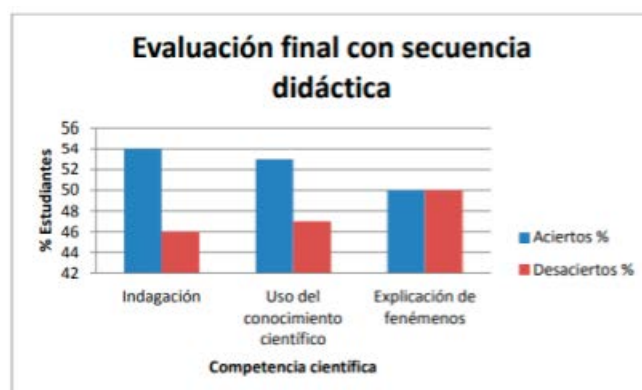
De cada categoría se analizaron las subcategorías teniendo en cuenta momentos donde se evidencian algunas de las actitudes que demuestran aportes de la investigación dirigida al aprendizaje.

Tabla 3. Matriz de categorías

Competencias científicas	
Indagación	La docente presentó imágenes de división celular, comenta “en las fases de la meiosis hay un error”, E6 preguntó ¿Profesora y en alguna de estas tres puede pasar el síndrome Down?. En la segunda sesión E8 preguntó: “¿Profesora qué es DNA?”, E7 al sacar hígado de rabadilla preguntó: ¿Cómo se llama a la parte del ano? E6: Profesora esto se puede transmitir por herencia?
Uso del conocimiento científico	A posterior lectura de Síndrome Down E5 planteó “si hay cura porque se puede tratar con hormonas”, E8 responde “lo único es estimular con terapias”. Los estudiantes hablan con más seguridad, como lo hizo E8 al no leer cartelera cuando expone sobre síndrome down y E7 realiza su aporte sobre trisomía 21. Al observar moscas de fruta, E1 reconoce que es hembra, dice “esa es hembra, se puede ver a simple vista”. E5 manifiesta al observar cultivo de moscas, “las larvas se convierten en pupas y las pupas en moscas”. E3 comenta “la diferencia entre macho y hembra, la hembra es más grande, tiene la cola más redonda”. En otra ocasión dice “Es rara la mosca de ojos blancos”.
Explicación de fenómenos	Después de ver el video del síndrome down E5 manifestó: “Lo que está diciendo es que esa enfermedad, puede generar problemas digestivos o cardíacos como habla el video, o problema hormonal que es el sistema endocrino, se puede entrar a terapia, hacer cirugía del corazón pero cura no hay”. En la extracción de ADN al adicionar alcohol y subir las fibras, E10 dice “profe ya entonces podemos concluir que rompimos el tejido”. La profesora le pregunta ¿Con qué lo hicimos?, la estudiante responde “con el jugo de piña...ablandador de carnes” y la profesora le recuerda que se comporta como enzima.
Investigación dirigida	
Plantea situaciones problema	En la primera sesión E2 preguntas ¿Puede ser otra enfermedad? En la tercera E6 ¿Porqué el cromosoma 23 es tan pequeño en el hombre? En la cuarta E10 pregunta sobre las moscas ¿Cómo así, sus alas son apenas más largas que su cuerpo?
Emite hipótesis	El estudiante E9 preguntó ¿Con quién quedan los niños cuando los papás son así mayores? Y E7 responde “Ellos se quedan con un tutor”. A la pregunta ¿Por qué se presenta la condición genética del Síndrome Down? E8 responde: “Es algo cerebral ¿No?, E1 dice “Se reúnen 24” La estudiante E10 “No 23” y E9 “En el espermatozoide 23”. A la pregunta ¿Por qué cree que se da el Síndrome Down? E8 dice “Que la mujer tenga encima de 35 años”
Elabora estrategias de resolución	En tercera sesión se organizan para realizar cariotipo. En cuarta sesión E5 propone estrategia para atrapar moscas, E3 consultó otra y la expone. E4 propone con mandarina y E3 con banano.
Compara con otros grupos	En la segunda sesión (extracción de ADN) comparan sus tubos de ensayo. Al final E7 comenta “En los tubos café se vio más filamentos que en los verdes”. En la tercera sesión E5 compara lo que llevaba de su cariotipo con el de E10 que ya había terminado.
Aplica nuevos conocimientos	E8 comenta “A veces hay espermatozoides que tienen 20 cromosomas y los bebés salen con algún síndrome ”.
Docente como director de investigación	E3 preguntó: ¿Y la espinaca pa qué? La docente respondió: La espinaca es el material vegetal para extraer ADN, o sea, de las células de la planta extraeremos ADN vegetal y de los riñones ADN animal. La idea es romper membrana celular y nuclear para sacar ADN. E10 solicitó orientación para adicionar alcohol con pipeta, la docente lo hizo y recomendó adicionar mínima cantidad de enzima o jugo de piña, agitando suavemente los tubos de ensayo para no dañar las muestras. Igualmente, orientó para preparar medios de cultivo para moscas.
Ambiente de aula	
Actitud en clase	E7 recomienda que “Al grabar lejos de la cámara no se escucha nada”. Inicialmente, E3 pidió trabajar solo pero en posteriores actividades se integró. Escribir hipótesis se tornaba aborrido y E8 lo motiva. Se observa felicidad al lograr extraer ADN. E1 se acerca a la cámara y graba, luego E7 dice “Estamos viendo el proyecto aquí, que octavo lo hizo”. Inician exposiciones con timidez pero luego lo hacen con seguridad, como lo realizó E5. En otro momento, E6 dijo: “La clase está interesante pero es que juega Colombia” y siguió trabajando.
Relación docente-estudiante	Piden asesoría como lo hizo E10 “Profe puedo copiar esto”, además pide que le ayude a recoger el cabello. E3 ayuda a acomodar la cámara. Los estudiantes ayudan a docente cuando estaba con un cultivo que tenía moscas.

Posteriormente se desarrollo la fase de evaluación para reconocer el nivel de competencias después de aplicar la secuencia didáctica de investigación dirigida. De las 21 preguntas, se tuvo en cuenta aciertos y desaciertos para sacar promedio y analizar resultados (Ver figura 12).

Figura 12. Resultados de evaluación final



En todas las competencias se superó en los aciertos, en estos se dio aumento y los desaciertos disminuyeron como lo muestra la tabla 4.

Tabla 4. Aciertos y desaciertos de evaluación diagnóstica y evaluación final.

	Indagación		Uso de conocimiento científico		Explicación de fenómenos	
Ítem	Diagnóstico	Ev final	Diagnóstico	Eval final	Diagnóstico	Eval final
Aciertos	44	54	49	53	46	50
Desaciertos	56	46	51	47	54	50

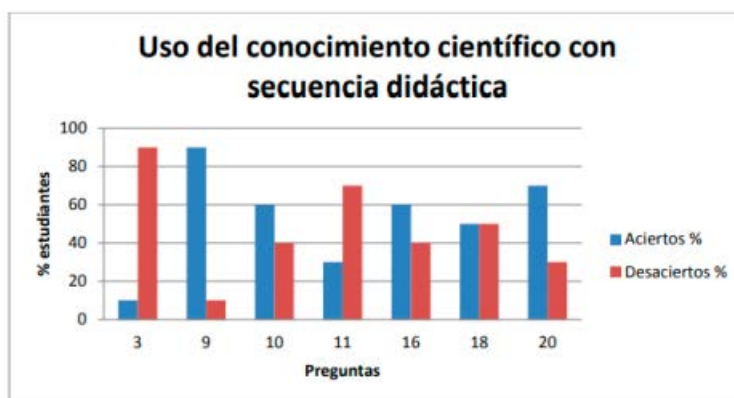
Se dio mayor cantidad de aciertos en las preguntas 1, 8 y 12; en la 2 ninguno de los estudiantes acertó, indicando la necesidad de seguir aplicando esta estrategia, seguir realizando observación a diferentes contextos, planteamiento de situaciones problemáticas, poder predecir, incluso elaborar estrategias de resolución y análisis.

Figura 13. Resultados de evaluación final en indagación



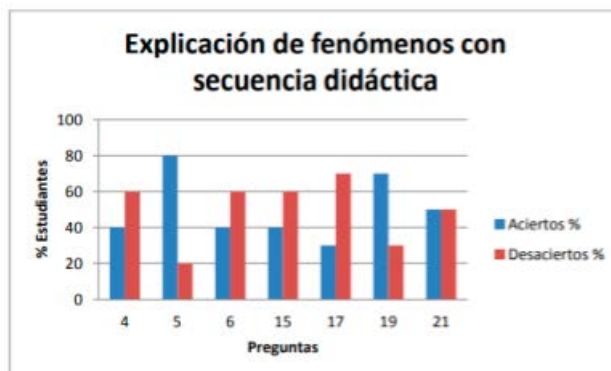
En los resultados de uso del conocimiento científico, las preguntas 9, 10, 16 y 20 tuvieron mayor cantidad de aciertos, pero muy pocos en la 3 y la 11, esto permite evidenciar que algunos estudiantes están empezando a aplicar procesos como comprender y usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas a partir del conocimiento que van adquiriendo (Guía saber 5, 2016, p. 48), pero se debe seguir fortaleciendo esta competencia y es soportado por el resultado del 53% en la evaluación final.

Figura 14. Resultados de evaluación final en uso del conocimiento científico



Para la explicación de fenómenos se evidenció leve aumento en aciertos, indicando que la secuencia didáctica influyó en la construcción de explicaciones, comprensión de argumentos y modelos que dan razón de los fenómenos (Guía saber 5, 2016, p. 48).

Figura 15. Resultados de evaluación final en explicación de fenómenos



Discusión

Al analizar la matriz de categorías de las competencias científicas se evidencia que los estudiantes han construido varias preguntas en toda la aplicación de la secuencia didáctica, deseo de consultar para contribuir en la discusión, situación que no se había dado en el aula de clases. Es un aporte al aprendizaje como lo plantean Cañal y Porlan (1987, p. 90), "La investigación que detecta problemas (dudas) se formula y se resuelve caracterizando el problema como una dificultad que no pueda superarse automáticamente, en el proceso de mediación pedagógica lo genera la construcción del conocimiento".

Al tratar el Síndrome Down los estudiantes comprenden el significado de las características recesivas, como cuando E5 manifestó “Es muy difícil encontrar una mosca con ojos blancos”. Además, fue satisfactorio para ellos crear un medio de cultivo para adecuar un hábitat en laboratorio, incluso valorar la importancia de los componentes abióticos de los organismos. Y afirma Mota, Chaves y Castillo (2011, p. 121) “la investigación científica surge de la observación, donde se trata de identificar el fenómeno que causa una inquietud, generando una metodología para probar posibles hipótesis, incluyendo cual de esas hipótesis responde al fenómeno que ocasionó duda”. Las observaciones de los estudiantes permitieron construir explicaciones a las características del Síndrome Down, a los cruces genéticos, usando ideas previas y vivencias para fomentar el deseo de aprender con actitud crítica y participativa.

Para la investigación dirigida se evidenció participación y planteamiento de situaciones problema, motivado por trabajo con casos reales y de interés. Esto lo apoyan Esteban y colaboradores, quienes sustentan que el abordar un tema con casos prácticos y problemas reales genera mayor interés por parte de los estudiantes (2006, p. 3). Motivaron al grupo a mejorar en observación, construcción de cariotipos y demás actividades; orientaron a la docente para introducir conceptos, anclarlos y lograr despertar deseo de aprender, también abalado por Melina Furman y María Eugenia de Podesta (2009, p. 70).

Emitieron hipótesis, unas basadas en conocimiento previo como “estos niños con Síndrome Down son paricidos”, formulada por E7, en ocasiones discuten, deconstruyen, reconstruyen logrando adquirir conocimiento científico. Mas aún, como lo concluyen Guissasola y colaboradores (2003, p. 222) “logran someterlo a un mayor nivel, incluso una rigurosidad y característica que un procedimiento científico requiere”. Brindando oportunidad para elaborar estrategias de resolución de problemas, paso clave en la investigación y en especial de la investigación dirigida, donde el estudiante se comporta como un científico novel o novato.

Otra subcategoría analizada es la elaboración de estrategia de resolución y análisis como la propuesta de E5 para atrapar moscas, apareciendo habilidades o destrezas que no se reconocían, con actividades dinamizadoras, buscando abordar una ciencia recreativa con problemas cotidianos puestos a disposición de los estudiantes.

El comparar sus respuestas con las de otros grupos de trabajo, vivenciado en todas las sesiones, denota la importancia de la comparación o contrastación en la investigación científica, como lo recomienda Bunge (2000, p. 703) “Esta debe ser teórica y experimental, cumpliendo con características de validez o adecuación y fundamentación y así poder aplicar nuevos conocimientos extrapolando y comprendiendo resultados”. Resultados que dependen en gran parte de la actitud del docente como director de investigación, motivando, diseñando estrategias y teniendo dominio de los temas planteados.

Al reflexionar sobre la matriz de categorías según el Ambiente de aula se ven dos subcategorías. Una es la actitud en clase, donde se considera que fue apropiada para todos los participantes de la investigación, dándose apoyo y respeto. Mota, Chaves y Castillo (2011, p. 122) comentan que “puede ser pasiva, luego generar diálogica e incluso formación en valores” y es lo que ocurre al desarrollar esta metodología. Se observó actitud de liderazgo como en el caso del estudiante E8, además de participación activa y colaborativa logrando un aprendizaje significativo. Se puede concluir que se dio cambio en la actitud de los estudiantes hacia la clase de Biología, evidenciando que la aplicación de la secuencia didáctica a través de la investigación dirigida permitió trabajo reflexivo y autónomo. La segunda subcategoría es la relación docente-estudiante que mejoró con el desarrollo de las actividades.

En el desarrollo de la secuencia didáctica se propusieron varios tipos de hipótesis, estas iniciaron

siendo subjetivas, posteriormente se aproximaron más a la investigación científica con base al marco teórico que se iba construyendo en la implementación de la propuesta, en la búsqueda de información individual, grupal y orientación docente.

Es necesario tener en cuenta que las actividades planeadas deben ser secuenciales para que se de adquisición de destrezas, mejor comprensión de procedimientos y conceptos, permitiendo libre expresión e integración de los participantes, debido a que un aula dinámica y participativa influye en la actitud y mejora la relación docente-estudiante, motiva a buscar pautas para adquirir mejor el conocimiento y aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Referencias

- ARGUELLO, P. Andrés; CABEZA, H. Oscar, CARDONA, O. Roberto; HERNÁNDEZ, Martín y RODRIGUEZ, Denix. Del modelo de desarrollo económico al paradigma del desarrollo humano: una puesta al papel del arte y las humanidades en el pensamiento de Martha Nussbaum. *Revista Complutense de Educación*. Vol. 23. Num 2. P. 406
- BUNGE, M. 2000. La investigación científica. Ed. Siglo veintiuno. México. P. 703-705).
- CAÑAL, P. y PORLAN, R. 1987. Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo. Universidad de Sevilla. Enseñanza de las ciencias. P. 90. Disponible en: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v5n2702124521v5n2p89.pdf>
- ESTEBAN, F. J., ABRIL, A. M., NAVAS, J, QUESADA, J. M., LUQUE, R., ELOSEGUI, F., SERRANO, E. Y PEREZ, J. 2006. La investigación dirigida como base didáctica de la docencia de Histología Aplicada: el uso de portafolios. *Revista electrónica Universidad de Jaén. Ini Inv. E1: a20. 7p*. Disponible en: revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ininv/article/download/263/245
- GALAGOVSKY, Lidyia y ANDÚRIZ-BRAVO, Agustín. 2001. Modelos y Analogías en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto del Modelo Didáctico Analógico. Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las ciencias. Universidad de Buenos Aires. Argentina. Vol. 19 No. 2. P. 233
- GONZÁLES, D. A. M. 2005. Reflexiones pedagógicas acerca del aprendizaje significativo y la investigación dirigida en genética bacteriana para estudiantes de bacteriología de la Universidad Industrial de Santander. CEDEDUIS. P. 185-189
- GUÍAS SABER 5. 2016. Lineamientos para las aplicaciones muestrales y censales 2016. P. 48
- LATORRE, Antonio. 2003. La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa. Ed. Graó, de IRIF, S.L. Barcelona.
- MORENO, E. 2016. Concepciones de prácticas pedagógicas. Universidad pedagógica Nacional. P. 8.
- MOYA, S. Alejandro; CHAVES, S. Esteban y CASTILLO, R. Kenneth. 2011. La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias. Universidad Nacional. Costa Rica. *Revista Ensayos Pedagógicos*. Vol 5, No. 1 Enero-Junio. P.115-116. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/54094032.pdf>
- OSBORNE, R. y PETER, F.1998. El aprendizaje de las ciencias. Influencia de las “ideas Previas” de los alumnos. 3ª ed. Madrid: Narcea. P. 178-181.
- RODRIGUEZ, A., FONSECA, H. y GÓMEZ, H. 2009. La investigación escolar en la construcción de aplicaciones acerca de la transmisión de caracteres hereditarios. Sistematización de la unidad didáctica ¡Moscas a enseñar herencia! Enseñanza de las ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*. Pp. 2677-2680. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/Enseñanza/article/viewFile/294456/382968>
- SANCHEZ, G. y VALCÁRCEL, M. V. Diseño de unidades didácticas en ciencias experimentales. Enseñanza de las ciencias. 1993. P. 41. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/SEASanchez-ValcarcelEC1993_24089.pdf
- Rodríguez, B. J. 2015. El proyecto de aula como estrategia didáctica para promover competencias científicas y comunicativas en estudiantes de grado décimo y undécimo. Caso: Colegio Público Rural de Puerto Parra, Santander, Colombia. Universidad Industrial de Santander. P. 164.
- TRAVEL, G. G. y CAÑAL, de L. P. 1997. ¿Podemos cambiar la educación primaria?: el lugar de los ámbitos de investigación en un curriculum alternativo? *Investigación en la escuela*. No. 31. P. 49-61 Disponible en: http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/10665/Podemos_cambiar_la_educacion.pdf?sequence=2
- VYGOTSKY, L. 1979. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona: Grijalbo. Disponible en: <https://saberpspsi.files.wordpress.com/2016/09/vygostki-el-desarrollo-de-los-procesos-psicolc3b3gicos-superiores.pdf>