



Zona Próxima

ISSN: 1657-2416

jmizzuno@uninorte.edu.co

Universidad del Norte

Colombia

Coronado Borja, Milfred E.; Arteta Vargas, Judith
Competencias científicas que propician docentes de Ciencias naturales
Zona Próxima, núm. 23, 2015, pp. 131-144
Universidad del Norte
Barranquilla, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85344718009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ARTÍCULO DE REFLEXIÓN
REFLEXION REPORT

Competencias científicas que propician docentes de Ciencias naturales

*Scientific competences that
promote science teachers*

Milfred E. Coronado Borja
Judith Arteta Vargas

zona próxima

Revista del Instituto
de Estudios en Educación
Universidad del Norte
n° 23 julio-diciembre, 2015
ISSN 2145-9444 (electrónica)

<http://dx.doi.org/10.14482/zp.22.5832>



MAGOLA MORENO

zona
próxima

MILFRED E. CORONADO BORJA
Magister en Educación.
Fundación Universidad del Norte
mcoronadoborja@hotmail.com

JUDITH ARTETA VARGAS
Magister en Biología y en Educación
Fundación Universidad del Norte
vjudith@uninorte.edu.co

FECHA DE RECEPCIÓN: 15 DE NOVIEMBRE DE 2013
FECHA DE ACEPTACIÓN: 18 DE OCTUBRE DE 2015

<p>El propósito del presente trabajo fue determinar los desempeños científicos que dos docentes de ciencias naturales propician en los educandos de noveno grado y mostrar las diferentes estrategias didácticas utilizadas por los docentes de ciencias naturales, para propiciar las competencias científicas en el aula, permitiendo así, retroalimentar el acto educativo para lograr un proceso de formación integral. A través de un estudio de caso se pudo determinar que las competencias científicas que propician los docentes de Ciencias Naturales de la Institución Educativa pública son: identificar, indagar, comunicar, explicar y trabajar en grupo. De estas competencias, en las cuatro primeras, los alumnos tienen un desempeño limitado mientras que la última es fortaleza en el proceso educativo de los discentes.</p> <p>Palabras claves: competencias científicas, pensamiento y conocimiento profesional de docentes.</p>	<p>RESUMEN</p>	<p>The purpose of this study was to determine the scientific performance that two science teachers foster in ninth grade students and to show the different teaching strategies used by teachers of natural sciences, to foster scientific competence in the classroom, thus allowing feedback to the educational act to achieve a comprehensive training process. Through a case study it was determined that scientific skills that Natural Science teachers of an official school encourage are to identify, investigate, communicate, explain and work together. In the first four of these competences, students have limited performance while the latter is pivotal in the educational process of the learners.</p> <p>Keywords: scientific skills, thinking and professional knowledge of teachers.</p>
--	----------------	--

INTRODUCCIÓN

Desde el año 1995, en Colombia se viene hablando de competencias y gracias a las recomendaciones realizadas por el grupo de los sabios, se sugiere la necesidad de desarrollar las competencias básicas en el p^éns^um acad^émico.

El Ministerio de Educación Nacional, en el año 2004, desarrolló una guía sobre los estándares básicos de competencias en ciencias naturales y sociales, buscando rediseñar los planes de estudio institucionales y posibilitar el mejoramiento de estrategias didácticas utilizadas por el docente para desarrollar y evaluar desempeños de competencias en los estudiantes. En 2005, se lleva a cabo un foro nacional de competencias científicas, donde se resaltaron y socializaron experiencias significativas para desarrollar competencias científicas en los educandos. Es de resaltar que aun contando con escasos recursos tecnológicos, la institución en Tasajera (Institución que es la base de este estudio) ha avanzado en muchos aspectos como: unificación de la malla curricular, diversificación de la educación media, iniciación de procesos de bilingüismo; sin embargo, persiste un nivel bajo en el rendimiento académico de las pruebas Saber¹, específicamente en el área de Ciencias Naturales. La causa de la problemática expuesta lleva a reflexionar sobre las dificultades que tienen los docentes para propiciar una formación científica de modo sistemática en los educandos, razón por la cual, la institución objeto de estudio, ubicada en Pueblo Viejo (Magdalena), se interesó por realizar un estudio sobre el manejo y desempeño de las competencias científicas en el área de ciencias naturales, en el grado noveno.

¹ Pruebas estandarizadas institucionales que el gobierno colombiano aplica en distintas etapas del proceso educativo.

Se observa una tendencia en la enseñanza de las ciencias centrada en contenidos conceptuales, lo que se evidencia en la planeación curricular, privilegiando la información y no el desarrollo de competencias alrededor de la construcción de explicaciones acerca de fenómenos naturales que hacen parte de la vida cotidiana de los estudiantes (Chona et al., 2006).

Según Mellado (2003), el docente no privilegia los procesos cognitivos para el desarrollo de habilidades, sino que hace énfasis en los contenidos disciplinares, por lo cual sus prácticas pedagógicas se reducen a la memoria. Este autor señala que se detecta una falta de reflexión previa, por parte del docente, sobre la naturaleza del conocimiento científico. Además, indica que los docentes no tienen claridad sobre la naturaleza de la ciencia, lo cual se convierte en un obstáculo para que el profesor pueda desarrollar las competencias científicas; se requiere entonces un cambio de actitud del docente hacia la investigación, que le permita modificar las concepciones de Ciencia y maneje de manera asertiva las competencias científicas, sirviéndole de enriquecimiento a los discentes. Es por ello que Beltrán, Quijano y Villamizar (2008) resaltan que la gran mayoría de los docentes no son coherentes con relación a sus pensamientos y su actuación pedagógica en el aula de clase.

Se observa que el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes, obedece en gran medida al conocimiento profesional del docente, especialmente al conocimiento didáctico del contenido, el cual se fundamenta en una síntesis de los otros tipos de conocimiento (conocimiento disciplinar, conocimiento pedagógico y conocimiento contextual). Es imperante que el docente reflexione acerca de su naturaleza e implicaciones en su enseñanza (Chona et al., 2006).

Se evidencia en la institución una yuxtaposición de cuatro tipos de saberes de naturaleza diferente, generados en momentos y contextos no siempre coincidentes, basados en aparentes evidencias científicas, que muchas veces se constituyen en obstáculos epistemológicos para el desarrollo del acto educativo, generando perturbación en los discentes, por lo anterior se requiere adelantar procesos de investigación y reflexión que involucren a los docentes de esta área.

Atendiendo a la problemática antes planteada, surge el siguiente interrogante: ¿Cómo se pueden analizar las competencias científicas que propician los docentes de Ciencias Naturales en los estudiantes de Noveno Grado (9°) de la Educación Básica en la I.ED. Rural de Tasajera, Municipio de Pueblo Viejo Departamento del Magdalena?

Del anterior interrogante surgen las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las competencias científicas que propician los docentes del área de Ciencias Naturales en los estudiantes de Noveno Grado (9°) de la Básica Secundaria, de una I.E.D pública del Departamento del Magdalena?
- ¿Qué estrategias didácticas utilizan los docentes de Ciencias Naturales, para propiciar el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes?
- ¿Qué desempeños de las competencias científicas tienen los estudiantes del grado Noveno (9°) de la Básica Secundaria, de una I.E.D pública del Departamento del Magdalena?

La respuesta a los anteriores interrogantes se ha apoyado en un marco teórico donde se revisaron los aportes de los autores que sustentan la presente investigación, tales como:

Hernández, Fernández y Baptista (2010), quienes expresan que las competencias científicas son un conjunto de conocimientos, capacidades y actitudes que permiten actuar e interactuar significativamente en contextos en los que se necesita "producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos." (p.21). Por su parte, en trabajos como el de Chona, et al. (2006) se definen las competencias científicas como la capacidad de un sujeto para reconocer un lenguaje científico, desarrollar habilidades de tipo experimental, organizar la información y trabajar en equipo, entre otros desempeños.

Para Arteta, Chona, Fonseca, Martínez e Ibañez (2002), este tipo de competencias "se desarrollan en la interrelación de los contextos disciplinar, multicultural y de la vida cotidiana." (p.247). Otro autor significativo para la investigación es Escobedo quien afirma que una persona se considera competente para ser productiva en las ciencias naturales cuando ha desarrollado el pensamiento científico, el trabajo en equipo y el interés por el conocimiento científico (2001, p.47). En esta misma línea, cabe destacar a Quintanilla (2006) quien expresa:

debemos comprender las competencias científicas como una habilidad para lograr adecuadamente una tarea con ciertas finalidades, conocimientos, habilidades y motivaciones que son requisitos para una acción eficaz en el aula en un determinado contexto que puede ser distinto a una habilidad, a una motivación o a un prerrequisito en otro contexto y el conjunto de saberes técnicos, metodológicos, sociales y participativos que se actualizan en una situación. (p.21)

Por su parte, el ICFES (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior) (2007) conceptúa sobre las competencias como ca-

pacidad de saber e interactuar en un contexto material y social.

Según este organismo, las competencias específicas que se ha considerado importante desarrollar en el aula de clase, son:

1. Identificar. Capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre estos fenómenos.
2. Indagar. Capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas.
3. Explicar. Capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos.
4. Comunicar. Capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento.
5. Trabajar en equipo. Capacidad para interactuar productivamente asumiendo compromisos.
6. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento.
7. Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente. (2007, p.18)

Las siete (7) competencias para desarrollar en el aula de clase antes indicadas, son explicitadas por el ICFES en diferentes guías o documentos de trabajo, siendo las tres (3) primeras base o fundamento para las evaluaciones aplicadas en las Pruebas Saber: 5, 9 y 11

Según Adams, Turner, McCrae y Mendelovits (2006), la competencia científica se define como "los conocimientos científicos de un individuo y el uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar

fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia." (p.24)

METODOLOGÍA

El enfoque de investigación utilizado fue el cualitativo-interpretativo, debido a que se buscaba identificar las competencias de referencias en el mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de noveno grado para luego interpretar el desarrollo de las mismas en el aula y en los contextos significativos de los discentes objeto de estudio. El diseño correspondió a dos estudios de casos, generalizando sobre el pensamiento del docente y la acción de los participantes del estudio.

Los participantes fueron dos docentes de Ciencias Naturales de Noveno Grado y los veinte discentes del respectivo curso. Las técnicas empleadas para la recolección de los datos fueron: Análisis de documentos, Entrevista Semiestructurada, Cuestionario diagnóstico y Observación. Se elaboraron y aplicaron seis instrumentos:

Instrumento 1: Cuestionario diagnóstico

Instrumento 2: Guía para la observación de clases.

Instrumento 3: Entrevista aplicadas a docentes

Instrumento 4: Guía de análisis de la malla curricular de ciencias naturales 9°.

Instrumento 5: Guía de análisis de los módulos de ciencias naturales 9°

Fases de la investigación

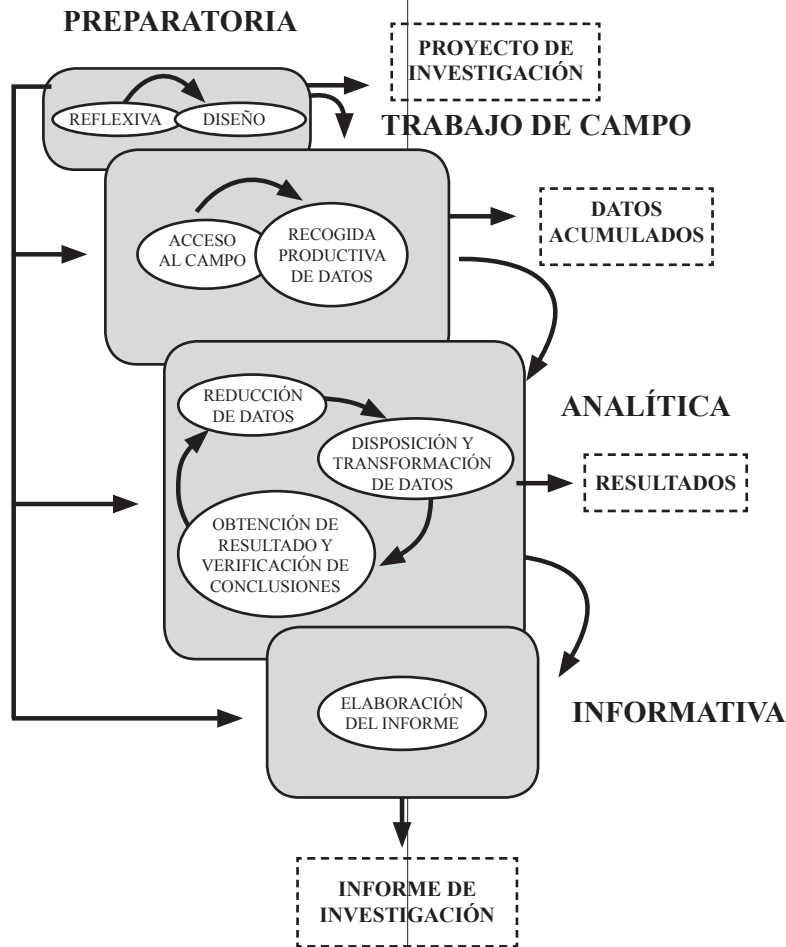
El proceso de la investigación tuvo un carácter continuo, con una serie de fases que no tienen un principio y final claramente delimitados, sino

que superponen y mezclan unas con las otras, pero siempre en un camino hacia adelante en el intento de responder a las cuestiones planteadas en el estudio (ver Figura 1).

De acuerdo con la clasificación de análisis de contenido en función de las aplicaciones, el presente estudio utiliza el análisis de contenido semántico ya que emplea las categorías para codificar lo que los profesores expresan por escrito y de forma oral.

Para el análisis de la información se organizaron las competencias científicas adaptando la matriz de desempeños. Para categorizar los tipos de competencias científicas se utilizaron las letras A para Identificar, B Indagar, C Explicar, D Comunicar y E Trabajo en grupo.

Con los desempeños se utilizaron números en orden ascendentes por tipo de competencia científica. (Ver tabla 1).



Tomado de Rodríguez, Flórez y García, 1996, p.64

Figura 1. Fases y etapas de la investigación.

Tabla 1. Codificación de los desempeños de competencias científicas

Tema central	Categorías	Subcategorías
	Tipos de competencias científicas	Desempeños que orienta el docente en sus estudiantes
Competencias Científicas	Identificar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observo y describo objetos, eventos o fenómenos 2. Reconozco y diferencio fenómenos 3. Identifico el esquema ilustrativo correspondiente a una situación 4. Interpreto gráficas que describen eventos 5. Identifico la gráfica que relaciona adecuadamente dos o más variables que describen el estado, las interacciones o la dinámica de un evento
	Indagar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organizo información relevante para responder una pregunta 2. Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas 3. Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos. 4. Sigo instrucciones 5. Formulo preguntas sobre eventos o fenómenos. 6. Planteo y desarrollo procedimientos para abordar problemas científicos/estrategias de solución posibles. 7. Realizo experimentos y demostraciones. 8. Realizo mediciones de diferentes magnitudes 9. Recolecto datos 10. Diseño gráficas a partir de la información recogida. 11. Resuelvo problemas de lápiz y papel que involucren dos o más variables. 12. Manipulo instrumentos de medida en el laboratorio 13. Utilizo recursos tecnológicos
	C. Explicar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Busco o formulo razones a los fenómenos o problemas. 2. Creo argumentos lógicos y propositivos de los fenómenos percibidos 3. Explico un mismo fenómeno utilizando representaciones conceptuales pertinentes a diferentes grados de complejidad. 4. Establezco relaciones de causa-efecto. 5. Combino ideas en la construcción de textos 6. Empleo ideas y técnicas matemáticas
	D. Comunicar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconozco el lenguaje científico 2. Utilizo lenguaje científico 3. Utilizo conceptos para analizar observaciones o experimentos 4. Organizo de diversas formas la información 5. Comprendo y escribo textos científicos 6. Comunico ideas de manera oral y escrita
	E. Trabajo en equipo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participo con libertad de expresión en una discusión 2. Respeto las opiniones de los demás 3. Acepto responsabilidades específicas y cumplo cabal y oportunamente las mismas. 4. Trabajo individualmente 5. Trabajo en grupo

La codificación usada para la interpretación se hizo atendiendo a los agrupamientos que anteriormente se describieron como parte del análisis de la información recolectada. Estas codificaciones se realizaron con la entrevista semiestructurada y con la transcripción de las clases observadas en los docentes participantes de la investigación. A continuación se muestra un ejemplo. (Ver tabla 2)

Tabla 2. Ejemplo de la unidad de análisis de la información recolectada

Unidad de análisis	Codificación de desempeños
L1 D: los fenómenos ondulatorios, vamos a demostrar cómo se llevan a cabo los L2 fenómenos ondulatorios, esto es una cubeta para demostrar los fenómenos de	B7
L10 D: El agua, entonces Carlos Andrés va a tomar, tiene ahí un cuenta gota, el agua tiene que estar en reposo L11 Carlos Andrés va a dejar caer una gota de agua en todo el centro "en todo el centro"	B4
L14 D: ustedes van a observar el espejo.	A1
L114 D: quien le contesta a Carlos Mario ¿qué son las ondas? L115 E: las ondas son fenómenos ondulatorios que se propagan por un medio que puede ser el aire, el agua...	C1
L20 (El estudiante levanta la mano y responde) L21 E: se originaron ondas circulares	E1

Seguidamente se realizó un análisis de frecuencia que dio como resultado los desempeños que más propiciaron en los estudiantes durante el tiempo en que se realizó la investigación. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Ejemplo del Análisis de las frecuencias para los desempeños

Desempeño de las competencias científicas	Frecuencia en las unidades de análisis
A1 Observo y describo objetos, eventos o fenómenos	12
A2 Reconozco y diferencio fenómenos	1
B2 Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas	3

Cabe resaltar que lo más exhaustivo de la fase analítica fue separar las unidades de análisis, además de interpretar la información e identificar a qué categoría y desempeño correspondía el contenido de la unidad de análisis correspondiente al discurso y acción del docente.

Los resultados se combinaron con los registros de las unidades de análisis y con el formato de observación de clases, con el fin de contrastar y triangular lo que el docente hace en su práctica educativa para orientar las competencias científicas, lo que sabe de ellas, lo que dice que hace en el aula para propiciarla y lo que los discentes dicen.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el caso del docente 1 se pueden resumir a través de los diagramas a continuación (Fig. 2 y 3):

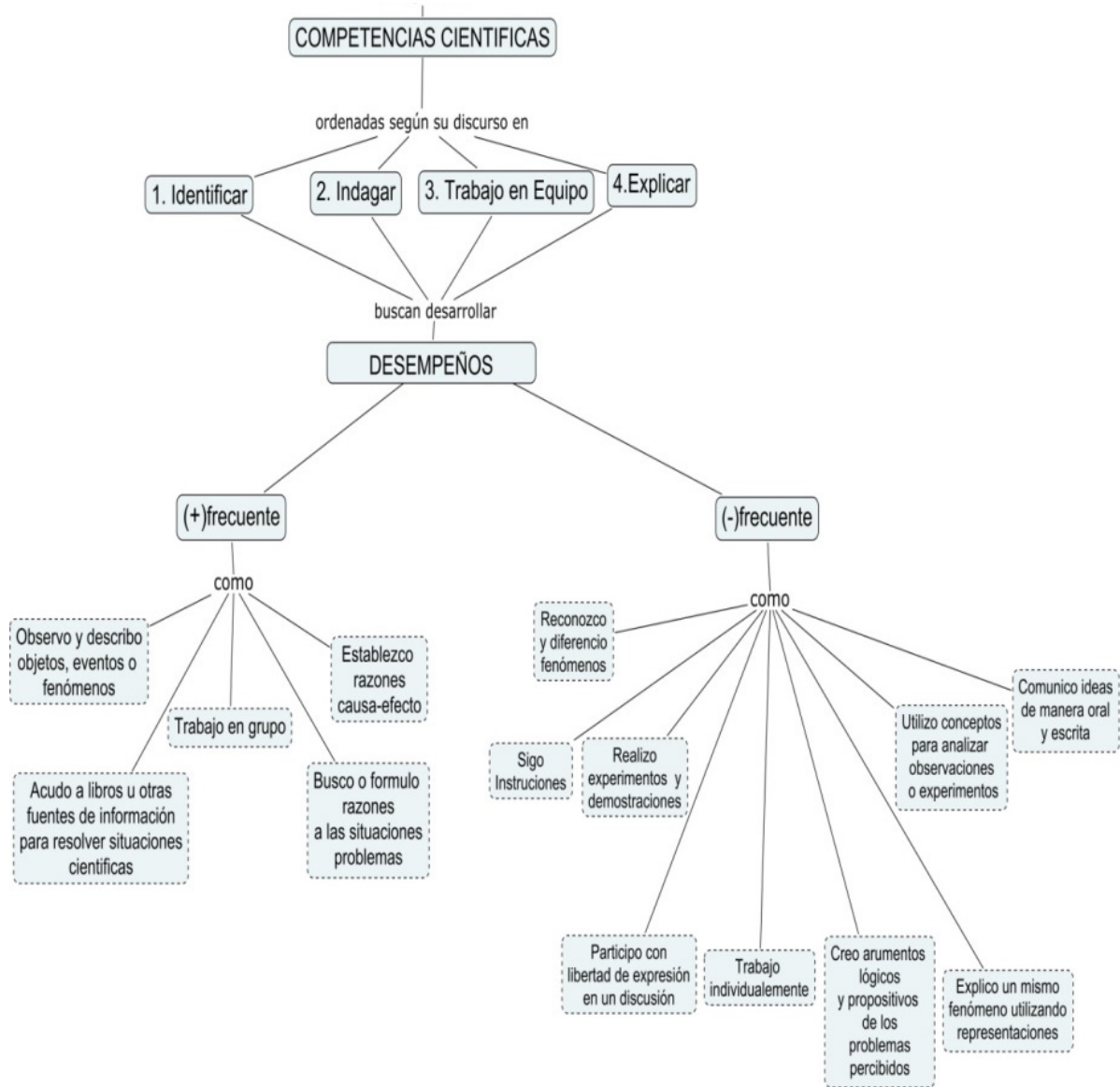


Figura 2. Diagrama sobre las competencias científicas que propicia el docente 1.



Figura 3. Síntesis de estrategias pedagógicas que el docente 1 utiliza para propiciar las competencias científicas, en los estudiantes de 9°

En la tabla 4 se resume el análisis de las frecuencias para los desempeños. Caso 1

Tabla 4. Análisis de frecuencias para los desempeños. Caso 1

Desempeño de las competencias científicas	Frecuencia en las unidades de análisis
A1 Observo y describo objetos, eventos o fenómenos	12
A2 Reconozco y diferencio fenómenos	1
B2 Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas	3
B4 Sigo instrucciones	1
B7 Realizo experimentos y demostraciones	1
C1 Busco o formulo razones a los fenómenos o problemas	2
C2 Creo argumentos lógicos y propositivos de los fenómenos percibidos	1
C3 Explico un mismo fenómeno utilizando representaciones conceptuales pertinentes a diferentes grados de complejidad	1
C4 Establezco relaciones de causa-efecto	2
D3 Utilizo conceptos para analizar observaciones o experimentos	1
D6 Comunico ideas de manera oral y escrita	1
E1 Participo con libertad de expresión en una discusión	1
E4 Trabajo individualmente	1
E5 Trabajo en grupo	3

En las figuras 4 y 5 se muestran los resultados de las prácticas en aula del docente 2, y en la Tabla 5 se sintetiza el análisis de las frecuencias

para los desempeños desarrollados por este mismo docente.

Tabla 5. Análisis de las frecuencias de desempeños logrados. Caso 2

Desempeño de las competencias científicas	Frecuencia en las unidades de análisis
A1 Observo y describo objetos, eventos o fenómenos	4
A3 Identifico el esquema ilustrativo correspondiente a una situación	1
A5 Identifico la gráfica que relaciona adecuadamente dos o más variables que describen el estado, las interacciones o la dinámica de un evento	1
B2 Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas	10
B4 Sigo instrucciones	3
B6 Planteo y desarrollo procedimientos para abordar problemas	2
B7 Realizo experimentos o demostraciones	2
B10 Diseño gráficas a partir de la información recogida	1
B11 Resuelvo problemas de lápiz y papel que involucren dos o más variables	2
C1 Busco o formulo razones a los fenómenos o problemas	2
C2 Creo argumentos lógicos y propositivos de los fenómenos percibidos	2
C6 Empleo ideas y técnicas matemáticas	1
D6 Comunico ideas de manera oral y escrita	4
E5 Trabajo en grupo	4

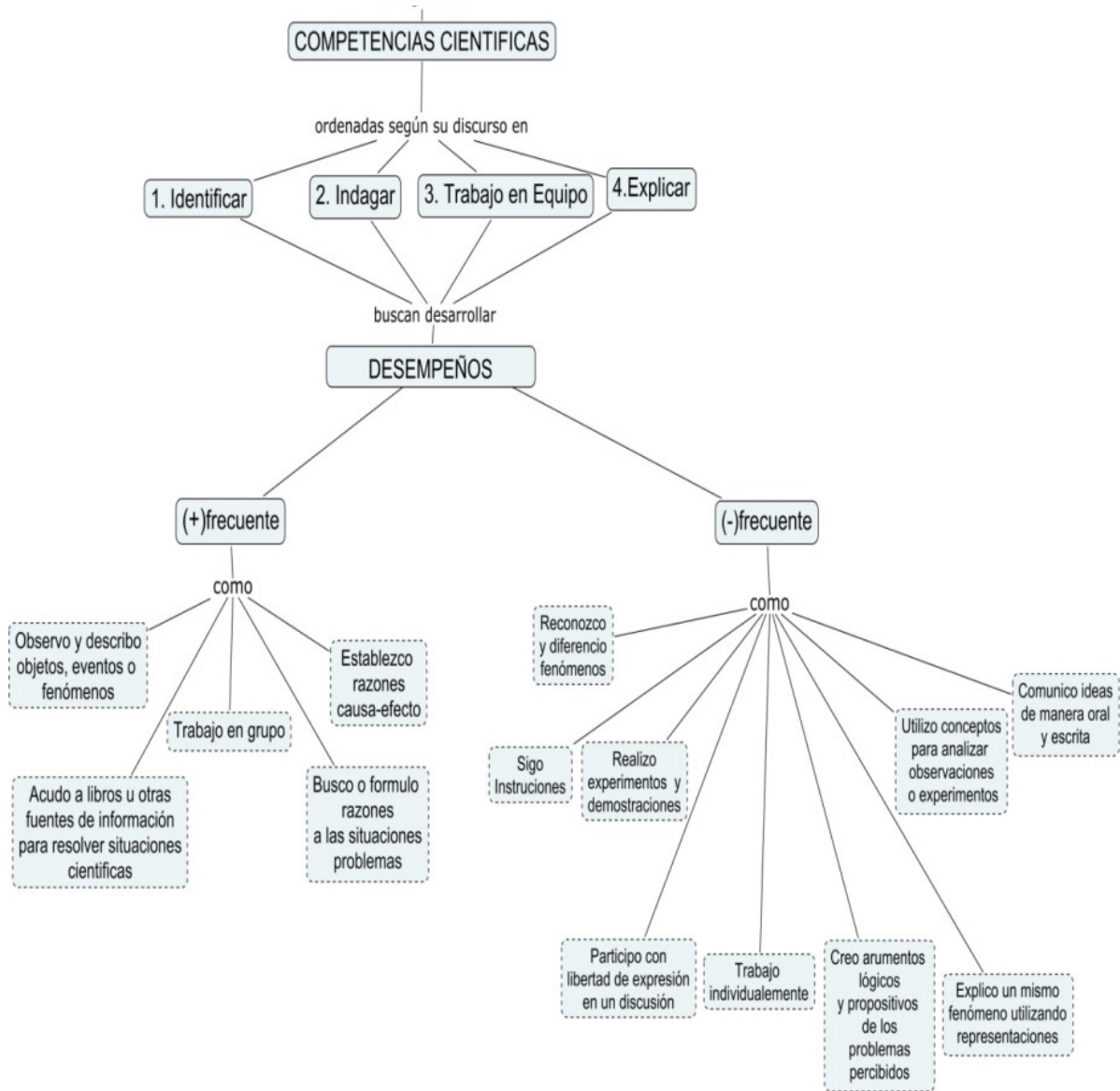


Figura 4. Diagrama sobre las competencias científicas que propicia el docente 2.



Figura 5. Síntesis de estrategias pedagógicas que el docente 2 utiliza para propiciar las competencias científicas, en los estudiantes de 9°

CONSIDERACIONES FINALES

Atendiendo a los objetivos trazados, el marco teórico y al análisis de los resultados obtenidos, se pueden inferir las siguientes reflexiones finales del estudio realizado sobre las competencias científicas que propician los docentes en ciencias naturales en la Institución estudiada.

Las competencias científicas propiciadas por los docentes de Ciencias Naturales en el aula con los alumnos de Noveno Grado de la Institución Educativa pública, fueron: identificar, indagar, comunicar, explicar y trabajar en grupo. Con respecto a estas competencias, los estudiantes mostraron desempeño limitado en las cuatro primeras (identificar, indagar, comunicar y explicar). Mientras que en la última de ellas (trabajar en equipo) parece ser una fortaleza en el proceso educativo de los discentes.

La planeación del acto educativo es oportuna y organizada pero fundamentada en una malla

curricular centralizada en logros e indicadores de logros. Si el acto educativo se hace por logros y no por competencias, la evaluación es un subproceso coincidente con lo inmediatamente mencionado, ocasionando un sesgo entre las formas de evaluar en el aula y lo aplicado por el Estado en las pruebas externas.

El dominio conceptual sobre competencias que tienen los educadores partícipes en la investigación es poco, más empírico que de formación profesional. Se evidencia en la praxis pedagógica el deseo de desarrollar competencias científicas en sus estudiantes, pero no tienen claridad sobre las mismas en el sentido que no las llaman con propiedad

El sistema modular empleado en la institución de referencia para el desarrollo facilita el trabajo pedagógico por competencias; sin embargo, los docentes siguen empleando métodos tradicionales centrados en el desarrollo de logros, limitando el cabal desarrollo de mejores niveles de competencias científicas.

Las estrategias didácticas aplicadas por los docentes se basan principalmente en el trabajo modular, utilizan la pregunta como generadora del quehacer pedagógico; igualmente emplean láminas y algunos mapas conceptuales.

En lo que concierne a las formas como los estudiantes abordan situaciones problémicas, se puede indicar que existen dificultades por el poco desempeño de los discentes en competencias científicas tan importantes como el identificar, indagar y explicar

Con relación al desempeño en la competencia científica de explicar, se puede concluir que muy pocas veces los estudiantes combinan ideas para la construcción de textos científicos. Esto minimiza también la utilización del método científico y por ende la generación de nuevos desarrollos conceptuales.

Existe bajo desempeño en competencias básicas de matemáticas, lo cual minimiza el trabajo de los educandos en competencias científicas. De igual forma existe poca apropiación de temáticas alusivas a disciplinas como la estadística.

La utilización del laboratorio como forma de complementariedad entre teoría y práctica es escasa. Esto limita el buen desempeño en el manejo de instrumentos de laboratorio, al igual que en el de realizar informes científicos.

Los educadores propiciaron en el aula desempeños principalmente dirigidos al trabajo en grupo y a la identificación a través de la observación. Es real u observable el buen desempeño de los estudiantes en seguimiento de instrucciones, esto debido fundamentalmente al trabajo modular que se lleva.

REFERENCIAS

- Adams, R., Turner, R., Mccrae, B. & Mendelovits, J. (2009). *OCDE of the PISA (Programme for international student assessment)*. Official Journal European Union.
- Arteta, J., Chona, G., Fonseca, G., Martínez, S, & Ibáñez, S. (2002). Las competencias científicas y el pensamiento de los profesores de Ciencias Naturales. En: B. Barbosa (Ed.), *El Oficio de Investigar. Educación y Pedagogía Frente a Nuevos Retos*. Colección: Desarrollos en Investigación en Educación. No.3. CIUP. UPN. Bogotá
- Beltrán, Y., Quijano, M. & Villamizar, G. (2008). Concepciones y prácticas pedagógicas de los profesores que enseñan ciencias naturales y ciencias humanas en programas de ingeniería de dos universidades colombianas. *Studiositas* 3(1), 41-45.
- Chona, G., Arteta J., Fonseca, G., Ibáñez, X., Martínez, S., Pedraza, M., & Gutiérrez, M. (2006) ¿Qué competencias científicas desarrollamos en el aula? *Revista TEΔ Tecné, Episteme y Didaxis*, (20), 62-79.
- Escobedo, H., (2001). *Desarrollo de las competencias básicas para pensar científicamente. Una propuesta didáctica para las ciencias naturales*. Colciencias ondas. Bogotá
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial McGraw Hill.
- ICFES. (2007). *Fundamentación conceptual área de Ciencias Naturales*. Bogotá: Secretaría General, Grupo Editorial, ICFES.
- Mellado, V (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias* 21 (3), 343-358
- Quintanilla, M. (2006) Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En M. Quintanilla & A. Adúriz-Bravo (Eds.) *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*, (pp. 17-42). Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Rodríguez, G., Gil, J. & García, E. (1996). *Investigación cualitativa*. Granada: Ediciones Aljibe.