

AGUJEROS NEGROS: UNA PROPUESTA PARA ABORDAR ALGUNOS CONCEPTOS DE FÍSICA CON ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA VOCACIONAL

BLACK HOLES: A DESIGN TO TACKLE SOME CONCEPTS OF PHYSICS WITH VOCATIONAL MEDIA EDUCATION

MAILITH DAYANA BARRERA TORRES¹

IVÓN MARITZA SUÁREZ HERRERA²

RUBINSTEN HERNÁNDEZ BARBOSA³

Eje temático N° 7) Relaciones entre aspectos metadisciplinarios (epistemológicos, filosóficos, sociológicos y ontológicos) de la educación en Ciencia y Tecnología.
Modalidad: Ponencia, Comunicación Oral.

1035

Resumen

En este texto se propone una secuencia didáctica para abordar algunos conceptos de física con estudiantes de educación media vocacional a partir de los agujeros negros. Esta propuesta surge como alternativa a las formas tradicionales en las que se ha enseñado la física, la cual ha estado centrada generalmente en la formalización de los conceptos a través de la matematización de éstos, pasando a un segundo plano la comprensión de los fenómenos físicos. La secuencia didáctica se diseña en 6 fases, donde se recupera la importancia de la pregunta como generadora de diálogo y apertura a nuevas comprensiones sobre el tema. En cada etapa se proponen una serie de actividades encaminadas a abordar conceptos específicos que favorecen la comprensión de los agujeros negros como un fenómeno astrofísico. La propuesta se orienta desde la perspectiva constructivista de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias

¹ Facultad de Ciencias de la Educación. Estudiante de licenciatura en ciencias naturales y Educación Ambiental. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de investigación WAIRA. mailith.barrera@uptc.edu.co

² 2Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Estudiante de licenciatura en ciencias naturales y Educación Ambiental, Grupo de investigación WAIRA. ivon.suarez@uptc.edu.co

³ 3Facultad de ciencias de la educación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Docente Investigador de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental UPTC, Grupo de investigación MICRAM, rhbjd@hotmail.com.



naturales, y toma en consideración aspectos de la investigación cualitativa con un enfoque histórico hermenéutico y socio-cultural.

Palabras clave: Astrofísica, Enseñanza y Aprendizaje, Secuencia Didáctica.

Abstract

In this text, a didactic sequence is proposed to address some concepts of physics with vocational middle education students from the black holes. This proposal arises as an alternative to the traditional ways in which physics have been taught, been generally focused on the formalization of concepts through their mathematicalization, moving to the background the compression of physical phenomena. The didactic sequence is designed in 5 phases where it is recovered the importance of the question as a dialogue generator and opens new comprehensions on the topic. At each stage, a series of activities are proposed to address specific concepts that promote the understanding of black holes as an astrophysical phenomenon. The proposal is oriented from the constructivist perspective of teaching and learning natural sciences and takes into consideration aspects of qualitative research with a historical hermeneutical and socio-cultural approach.

key words: Astrophysics, Teaching and Learning, Didactic Sequence.

Introducción

Desde hace un poco más de dos décadas, algunos aspectos de cosmología han sido un tema que ha despertado un gran interés, no solo a los astrónomos y profesionales de la física, sino también al público en general, especialmente jóvenes (Escribano, J. 2012). Este aspecto en la mayoría de los casos ha sido aprovechado por docentes de astronomía, física y áreas afines para motivar a estudiantes de educación básica y media a comprender el fenómeno y sus repercusiones en la evolución del universo.

De manera particular, en el sistema educativo colombiano, al no haber una asignatura que cobije estos temas de física específica, la



mayoría de las veces, son abordados por las asignaturas de química temas como (átomo, materia), biología (energía, materia) y física (interacciones fundamentales de la física: nuclear, electromagnética, ley de la gravitación universal y teoría de la relatividad, cuerpos súper másicos, campos gravitacionales, fuerzas electromagnéticas, distancia, velocidad de la luz y modelos atómicos). Estos temas también son estudiados por el área de sociales al abordar temas como el origen del universo teniendo en cuenta la teoría del Big Bang. (MEN, 2004). De igual manera son tenidos en cuenta mediante la creación de semilleros de investigación y los clubes de ciencia (Ávila & Rodríguez, 2019).

Los fenómenos astrofísicos, desde el comienzo de la humanidad, han suscitado una gran diversidad de interrogantes alrededor de su origen, composición, comportamiento, interacciones y el impacto en los seres vivos. Incluso, algunos de sus cuerpos celestes, como las estrellas, han sido recurso inspirador para poetas novelistas e historiadores. Esta motivación, que está presente en la mayoría en niños y jóvenes, puede ser aprovechada por los docentes para aproximar a los estudiantes al conocimiento de una de las ciencias más antiguas de la humanidad: la astronomía. Escribano (2012) plantea que, en la cosmología para la educación secundaria, la enseñanza de la ciencia de la astronomía está ausente dentro del contexto educativo, a pesar de saber que es una de las ciencias que abre los conocimientos e intereses científicos a los estudiantes, sin dejar atrás la concepción humanista y científica.

Además, la astronomía puede actuar como una fuente de información en el campo de lo global, para generar reflexión en los estudiantes y en la comunidad en general sobre la concepción del

cosmos y sus elementos constitutivos. Abre posibilidades para comprender el pasado y el futuro de nuestro sistema cósmico. En ese sentido, es necesario considerar la importancia que tiene la formación de profesores de ciencias naturales altamente cualificados para abordar estos temas, los cuales requieren un alto grado de conceptualización, que integren áreas de conocimiento como la física, biología, química, historia y economía, entre otras. (Ortiz, 2015).

1038

Orientaciones procedimentales

A continuación, en las tablas 1 a la 6, se describe la secuencia didáctica sobre agujeros negros, se diseña tomando en cuenta algunos elementos planteados por planteado por Hernández (2012), se organiza por fases, y en cada una de ellas se determina el objetivo, las actividades que se proponen y el valor didáctico de cada una de ellas. Es importante resaltar la importancia que tienen las preguntas como punto de partida para el diálogo, compartir experiencias, elemento motivador, despertar la curiosidad y deseo de los estudiantes por aprender. También contribuyen a organizar el conocimiento escolar (Márquez et all, 2005, Candelas, M; 2011).

1. Fase de sensibilización.

En la tabla N° 1. se señala el objetivo, la propuesta de actividades y el valor didáctico de la fase de sensibilización.

Barrera Torres, M. D., Suárez Herrera, I. M. y Hernández Barbosa, R. (2020).
Agujeros negros: una propuesta para abordar algunos conceptos de física con estudiantes de educación media vocacional. Revista Electrónica EDUCYT, Vol. Extra, pp. 1035 -1047.



Tabla 1. Fase sensibilización

Objetivo	Propuesta de desarrollo de actividad	Valor didáctico
Sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de los agujeros negros.	<p>Esta actividad se pretende desarrollar por medio de recursos audiovisuales, se proponen dos películas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La teoría del todo 2. Interestelar <p>Al finalizar cada película se propone un foro de discusión sobre los aspectos físicos que aborda cada una de ellas. También se aprovechará para conocer y reflexionar acerca de la vida y el trabajo de uno de los grandes físicos.</p>	<p>Por medio de estas películas, el docente abrirá el espacio para motivar a generar nuevas inquietudes sobre el universo y de manera específica sobre los agujeros negros. Se espera fomentar el interés por estudiar y conocer sobre el tema en cuestión.</p>

2. Fase de diagnóstico.

1039

En la tabla N° 2. se señala el objetivo, la propuesta de actividades y el valor didáctico de la fase de esta fase.

Tabla 2. Fase de diagnóstico

Objetivo	Propuesta de desarrollo de actividad	Valor didáctico
Caracterizar el conocimiento que tienen los estudiantes acerca de los agujeros negros.	<p>Se propone hacerlo por medio de preguntas abiertas, que actúan como diagnósticas. Algunas preguntas como:</p> <p>¿Qué saben ustedes sobre los agujeros negros? ¿De qué están formados los agujeros negros? ¿Cómo se sabe que es un agujero negro?</p>	<p>Por medio de esta actividad se identifica el conocimiento que tienen los estudiantes acerca de los agujeros negros, y de igual manera servirá de ayuda para reestructurar el diseño de la secuencia didáctica.</p>



3. Fase de caracterización y organización del conocimiento e intereses de los estudiantes sobre los agujeros negros

Para esta fase se propone una tabla KWL (Por sus siglas: Know, Want to learn, Learned), organizador gráfico que se desarrolla en tres momentos, permite sistematizar el conocimiento previo de los estudiantes, sus intereses plasmados a través de preguntas y lo aprendido con el desarrollo de la secuencia didáctica. En la tabla No. 3 se señalan los objetivos y el valor didáctico de cada momento.

1040

Tabla 3. Caracterización y organización del conocimiento e intereses de los estudiantes

Momentos	Objetivo	Valor didáctico
1. ¿Qué sé sobre agujeros negros?	Caracterizar el conocimiento que los estudiantes tienen sobre el tema objeto de estudio.	Esta actividad permite identificar el tipo de conocimientos que tienen los estudiantes, clasificarlos y establecer las fuentes del mismo. También le permite reestructurar su propuesta didáctica, considerar los recursos y orientar las actividades y productos esperados.
¿Qué quiero saber sobre agujeros negros?	Identificar las inquietudes que los estudiantes expresan sobre el tema objeto de estudio.	Como se determina en el objetivo, puede abrir un espacio de diálogo de saberes entre los estudiantes, como también de interacción y participación de los estudiantes, en cuanto manifiestan sus intereses frente al tema a estudiar.
2. ¿Qué aprendí sobre agujeros negros?	Evaluar y valorar los conocimientos alcanzados sobre el tema abordado.	Esta casilla se diligencia una vez se haya desarrollado la secuencia, es decir al final de todas las actividades. Permite al docente evidenciar los aprendizajes alcanzados por los estudiantes, identificar fortalezas y debilidades de la secuencia, y proponer cambios de ser necesario, entre otros aspectos.

Barrera Torres, M. D., Suárez Herrera, I. M. y Hernández Barbosa, R. (2020).
Agujeros negros: una propuesta para abordar algunos conceptos de física con estudiantes de educación media vocacional. Revista Electrónica EDUCYT, Vol. Extra, pp. 1035 -1047.



4. Vida y obra de Stephen Hawking

Considerando que el astrofísico inglés Stephen W. Hawking ha sido reconocido como uno de los físicos más importantes que se dedicó al estudio de la cosmología, particularmente de los agujeros negros, en esta secuencia didáctica tiene un espacio relevante para conocer su vida, obra y aportes al conocimiento de los agujeros negros. Estos aspectos se presentan en la tabla No 4.

Tabla 4. Vida y obra de Stephen Hawking

Aspecto objeto de estudio	Objetivo	Preguntas	Valor didáctico
Aspectos biográficos	Conocer los principales aspectos biográficos durante su trabajo como cosmólogo	¿En qué época vivió Hawking? ¿Cómo era su familia? ¿Qué estudios realizó? ¿Cómo pudo superar la enfermedad?	El abordar estos aspectos favorece una visión más humana de la ciencia y de quienes han aportado a su desarrollo.
Trabajo desarrollado	Analizar los trabajos realizados por Hawking en el estudio de los agujeros negros y relacionarlos con los tópicos de física contemporánea.	¿A qué se debe el interés de Hawking en entender los agujeros negros? ¿Qué es el espacio tiempo? ¿Cuál sería el inicio y el final del universo? ¿A qué hace referencia el libro de la teoría del todo planteada por Hawking? ¿Qué aspectos de la teoría de la relatividad general de Einstein tomó	Favorece que los estudiantes reconozcan los aportes específicos, pero consideren el trabajo en equipo y los aportes de otros.

1041



Aspecto objeto de estudio	Objetivo	Preguntas	Valor didáctico
		Hawking para basarse en los estudios de los agujeros negros?	
Aportes e importancia	Establecer la importancia de los aportes más relevantes de Hawking.	<p>¿Por qué se podría decir que los agujeros negros son la cara opuesta de la teoría del Big Bang referente al origen del universo?</p> <p>¿Cómo cree usted que a pesar de la enfermedad y los rechazos que recibió Hawking a su teoría y la exposición de sus ideas logró mantener su pasión para continuar con sus estudios que hasta hoy han sido aceptados?</p>	Abre un espacio para reflexionar sobre la importancia de la cosmología, y de manera particular del trabajo de Hawking sobre los agujeros negros, aspecto relevante para comprender la organización y composición del universo.

1042

5. Fase de fundamentación conceptual sobre los agujeros negros

Teniendo presente las inquietudes de los estudiantes y los propósitos de los autores, se organiza por temas el abordaje sobre los agujeros negros. A continuación, en la tabla No 5. se muestra una posible secuencia, partiendo de los aspectos más sencillos a los más complejos para su comprensión. Esta fase se estructura en siete (7) momentos, para cada uno de ellos se tienen de base una serie de preguntas, las cuales orientan el desarrollo de las actividades, y que son el punto de partida y pueden reestructurarse en concordancia con las características del grupo.



Tabla 5. Conceptualización de Agujeros negros.

Aspectos para abordar sobre los agujeros negros	Preguntas orientadoras
1. Origen y formación de agujeros negros.	¿Cómo se origina un agujero negro? ¿Cuánto tarda en formarse un agujero negro? ¿Qué papel juega la gravedad en la formación de un agujero negro? ¿Qué pasaría si “algo” cae dentro de un agujero negro? ¿A qué velocidad viajan los fotones emitidos por la radiación de un agujero negro para ser captados por un receptor, sabiendo que de este fenómeno no puede escapar siquiera la luz? ¿Por qué en la imagen que se muestra el agujero negro M-87 se ve en un lado del disco de acreción más brillante que el otro? ¿Por qué el agujero negro tiene esa forma? ¿Qué similitudes y diferencias se pueden establecer entre un agujero negro y un huracán?
2. Composición.	¿Cómo está compuesto un agujero negro? ¿Cuáles elementos químicos hacen parte de su composición? ¿Cuáles son los aspectos básicos del agujero negro y con qué analogía podría escribirlo? ¿Qué tipo de partículas componen un agujero negro? ¿Qué tan grande puede llegar a ser un agujero negro? ¿Cuál es la masa de un agujero negro? ¿Por qué se reduce el tamaño de un agujero negro que contiene la masa de cualquier objeto cósmico, por ejemplo, la masa de la tierra? ¿Cómo se podría hallar la masa del agujero negro? ¿Cómo se podría identificar los tipos de luz existentes conocido como ondas electromagnéticas?
3. Ubicación en el espacio.	¿En qué parte del espacio se ubican los agujeros negros? ¿Qué sucede cuando hay más de dos agujeros negros muy cerca? ¿Cómo se puede determinar la distancia en años luz del agujero más próximo a la tierra? ¿Cómo se calcula la distancia en años luz de la tierra hasta el agujero negro de la galaxia M-87 de la constelación de virgo? ¿Qué tipo de información aportan los fotones para captar la presencia de un agujero negro? ¿Con qué aspectos teóricos podría afirmar que el agujero negro es tan sólo una región del espacio-tiempo?
4. Tipos de agujeros negros.	¿Cómo se da el origen de los diferentes tipos de agujeros negros? ¿Qué diferencias y similitudes hay entre cada uno de ellos?
5. Diferencias entre agujero negros y otros cuerpos celestes	¿Es igual un agujero negro a una supernova? ¿Qué diferencias hay entre un agujero negro y una estrella? ¿Cuál es la diferencia de un agujero negro y un agujero blanco? ¿Un agujero de gusano puede llegar a ser un agujero negro? ¿Cuál es la clasificación de la luz en cuanto a su propagación

1043



Aspectos para abordar sobre los agujeros negros	Preguntas orientadoras
	para lograr llegar hasta el agujero negro? ¿Cuál sería la velocidad de escape dentro del agujero negro? ¿Como puedo afirmar que la gravedad de un agujero negro depende de la compactación del mismo?
6. Importancia de los agujeros negros	¿Qué pasaría si caigo en un agujero negro? ¿Por qué creería que un agujero negro puede comerse la totalidad del universo? ¿Cuánto dura un agujero negro? ¿Se puede destruir un agujero negro? ¿Cómo podría compararse la fuerza gravitatoria con respecto a la espaguetización? ¿Cómo afirma que la espaguetización transformaría un cuerpo en hileras de átomos? ¿Por qué el agujero negro de la galaxia M-87 de la constelación de virgo fue captado en abril de 2019 y no otro agujero negro más cercano a nuestra galaxia? ¿En qué consiste la técnica de la interferometría? ¿Por qué es tan importante la imagen del agujero negro M-87? ¿Cómo fue creada la imagen que se mostró en la película Interestelar?
7. Personajes que han estudiado y aportado al conocimiento de los agujeros negros.	¿Qué aportó cada uno de los siguientes personajes al estudio y comprensión de los agujeros negros? Jhon Michell, Pierre Simon Laplace, Einstein, Karl Schwarzschild Subrahmanyan Chandrasekhar, Roy Kerr, Lev Landau, Robert Oppenheimer, Stephen Hawking, Roger Penrose, John wheeler, Jorge Casares

6. Fase de evaluación

Se concibe la evaluación como un proceso continuo, holístico e integral, que se orienta a transformar los aprendizajes, las habilidades y las competencias en los estudiantes y a favorecer la toma de decisiones, entre otros aspectos. Es fundamental su planeación y estructuración, al igual que el uso de diversos instrumentos, con los cuales se recaba información para luego hacer inferencias y juicios de valor sobre alguien o sobre un aspecto de la realidad (Arribas, 2017). En la tabla 6 se señalan los aspectos que se van a considerar en esta etapa.



Tabla 6. Aspectos de evaluación

Objetivo	Actividades propuestas de evaluación	Valor didáctico
<p>Evaluar los resultados de la secuencia didáctica implementada con los estudiantes</p>	<p>A lo largo de la secuencia se hará de diversas maneras. A continuación, se mencionan las posibles formas a implementar a medida que se desarrolla la secuencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participación del cine foro. • Talleres escritos • Realización de video. • Exposición. • Trabajo escrito en formato de artículo. • Tabla KWL. • Autoevaluación 	<p>Como todo proceso, es necesario abrir espacios de evaluación a lo largo del desarrollo de la secuencia, si bien aparece, por la estructura del documento de últimas, es fundamental que se haga en el transcurso, y se tome como espacio también para reestructurar, si es necesario lo planificado. Las actividades de evaluación que se proponen son diversas, precisamente con el fin de favorecer las cuatro competencias alrededor del lenguaje: escribir, hablar, escuchar y leer.</p>

1045

Para finalizar, como se anotó al comienzo, es una propuesta que se fundamenta en la posibilidad de enseñar algunos conceptos de la física (masa, peso, gravedad, luz, años luz y electromagnetismo, entre otros), tomando como excusa los agujeros negros, tema que despierta gran interés en los jóvenes. La secuencia didáctica, donde cobra valor la pregunta, se debe concebir como una actividad de planeación docente y que orienta la consecución de unos objetivos de aprendizaje, pero que da posibilidades de flexibilidad y apertura a otras actividades dependiendo de las características de los grupos.



Referentes bibliográficos

Arribas-Estebanz, J (2017). La evaluación de los aprendizajes.

Problemas y soluciones. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, vol. 21, núm. 4, septiembre-diciembre, 2017, pp. 381-404.

<https://www.redalyc.org/pdf/567/56754639020.pdf>

Ávila, G., & Rodríguez, C. (2019). Propuesta de enseñanza de la

Astronomía en clubes de Astronomía a partir del concepto de cuerpo negro. Revista Científica, 199-207. Tomado de:

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/14491>

Candelas, M. (2011). Sobre las preguntas infantiles y su relevancia para el cambio educativo. Escuela abierta. Vol. 14. Pág. 111-122.

Tomado de:

https://www.researchgate.net/publication/255966467_Sobre_las_preguntas_infantiles_y_su_relevancia_en_el_cambio_educativo

Escribiano, J. (2012). Cosmología para secundaria. Editorial: Antares Producción & Distribución, S.L. Bogotá, Colombia.

Hernández, R. (2010). Las biografías: un valioso recurso en las clases de Ciencias Naturales. Bio-grafía, 3(5), 1-20. Tomado de:

<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/biografia/article/view/488>

Márquez, Bargalló, Conxita y Roca, Tort, Monserrat. (2005). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. Revista educación y pedagogía. Vol. 18. Núm. 45.

1046

Barrera Torres, M. D., Suárez Herrera, I. M. y Hernández Barbosa, R. (2020).
Agujeros negros: una propuesta para abordar algunos conceptos de física con estudiantes
de educación media vocacional. Revista Electrónica EDUCYT, Vol. Extra, pp. 1035 -1047.



- MEN. (2004). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales. Santa Fe de Bogotá. Tomado de: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Ortiz, L (2015). El Cielo en las Ciencias: Enseñanza de la Astronomía en la Escuela. Grado Décimo. Tesis De Grado. Universidad Nacional, Medellín. Tomado de: <http://bdigital.unal.edu.co/50511/1/43168112.2015.pdf>

