



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (FÍSICA)

FACULTAD DE CIENCIAS

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES MORELIA

“ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DEL TEMA DE COSMOLOGÍA:  
ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL UNIVERSO EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR”.

**REPORTE DE PRÁCTICA DOCENTE**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (FÍSICA)**

PRESENTA:

**MANUEL MUÑOZ OROZCO**

TUTOR PRINCIPAL

DRA. MIRNA VILLAVICENCIO TORRES

FACULTAD DE CIENCIAS

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DRA. MIRNA VILLAVICENCIO TORRES

DRA. BEATRIZ ELIZABETH FUENTES MADARIAGA

FACULTAD DE CIENCIAS

DRA. MARTHA DIANA BOSCO HERNÁNDEZ

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., OCTUBRE DE 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mis padres*

*A mi esposa Laura*

*Lo más incomprensible del universo es que sea comprensible*

*Un ser humano es parte del todo que llamamos universo, una parte limitada en el tiempo y en el espacio*

*Albert Einstein*

## **Agradecimientos**

Agradezco en primer lugar a mis padres por su comprensión de manera incondicionada. Esperando sea un orgullo para ellos la culminación de este trabajo.

Con todo mi amor agradezco a mi compañera Ana Laura, quien ha sabido amarme, respetarme, ser mi confidente en nuestras aventuras y sobre todo por valorarme como persona. Reconozco su valentía, así como el apoyo en el desarrollo y terminación de este reporte, dándome ánimos en momentos de flaqueza. Esperando sea para ella una motivación y ejemplo en sus estudios profesionales.

A mis hermanos por estar siempre conmigo. Esperando sea para ellos un ejemplo de lucha y entrega a lo que ellos anhelan.

A Maribel Nava, Sofío Nava, Miguel Ángel Nava, Carmen Nava, José Luis Nava y Lili Gaytán, por su apoyo y cariño que tienen hacia a mí.

También debo de agradecer con mucho cariño, respeto y admiración a mi tutora principal la Dra. Mirna Villavicencio Torres, por su guía en la elaboración de este reporte, así como su paciencia en el desarrollo de este trabajo, siendo un gran orgullo para mí, ya que siempre conté con ella en todo momento. Muchas gracias, Dra. Mirna.

De manera muy especial agradezco a la Dra. Julieta N. Fierro Gossman por su apoyo en facilitarme sus materiales sobre este tema y ayudarme a redactar parte de este trabajo, así como sus críticas y consejos, siempre con la intención de mejorar el trabajo.

Agradezco grandemente por las aportaciones, sugerencias y enseñanzas a mi comité tutor: Dra. Martha Diana Bosco Hernández y a la Dra. Beatriz Elizabeth Fuentes Madariaga.

De igual manera, un agradecimiento a mis sínodos por las sugerencias acertadas y pertinentes a este trabajo: A la Dra. Patricia Goldstein Menache y al Dr. Miguel Ángel Cervantes Solano.

A mis compañeros profesores de la ENCCH Oriente, por su aliento que me dieron para entrar a esta maestría, y muchas otras sugerencias, siempre en mi bienestar, a Javier Ramos, Ramón Pérez, Virginia Astudillo, Alma Mireya Arrieta, Jazmín Irán López, José Vargas y Humberto Gutiérrez.

Agradezco a mis profesores de la MADEMS, al Dr. Jorge Barojas Weber, M. en A. P. Humberto Ruíz Ocampo, M. en P. Milagros Figueroa, M. en C. María Sabina y a la Dra. Emma Jiménez Cisneros por su orientación en la realización de esta tesis y a todos los demás profesores que hicieron posible mi mejor formación como docente.

A la Dirección General del Personal Académico (DGAPA), por el apoyo en la beca académica Programas de Apoyo para la Superación del Personal Académico de la UNAM (PASPA).

Con mucho orgullo y agradecimiento enorme a la Universidad Nacional Autónoma de México, por ser quien soy.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>Capítulo 1 Características de las instituciones en las que se implementó la estrategia didáctica y de los estudiantes que participaron</b> .....	8
1.1 La Escuela Nacional Preparatoria .....	8
1.1.1 El Modelo Educativo de la Escuela Nacional Preparatoria .....	8
1.1.2 La infraestructura y servicios de la ENP No. 8 .....	10
1.2 La Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades .....	11
1.2.1 El Modelo Educativo de la ENCCCH .....	11
1.2.2 La infraestructura y servicios de la ENCCCH-Oriente .....	13
1.3 Características de la población estudiantil .....	15
<b>Capítulo 2 Marco Teórico en el que sustenta la estrategia didáctica</b> .....	19
2.1 Marco psicopedagógico .....	19
2.2 Marco disciplinario .....	24
2.2.1 Efecto Doppler .....	24
2.2.2 Radiación de fondo fósil. El cosmos y su <i>planckiana</i> , la radiación fósil.....	26
2.2.3 Expansión del universo .....	30
2.2.4 Radiación electromagnética .....	33
2.2.5 Espectro de luz .....	36
2.2.6 Espectros de luz continuo, de emisión y de absorción .....	37
2.2.7 Emisión y absorción atómica .....	38
<b>Capítulo 3 Diseño e implantación de la estrategia didáctica</b> .....	39
3.1 La Astronomía en el plan de estudios del bachillerato universitario .....	39
3.2 Secuencia didáctica .....	42
3.2.1 Propuesta para una práctica de campo .....	46

<b>Capítulo 4 Resultados y análisis</b> .....	48
4.1 Resultados, análisis y tres cuestionarios contestados individualmente (como evidencias) sobre el cuestionario diagnóstico acerca del universo .....	48
4.2 Resultados, análisis y dos actividades contestadas por equipo (como evidencias) sobre la estrategia la expansión del universo .....	59
4.2.1 Imágenes de estudiantes realizando la estrategia didáctica, por medio de una analogía de la expansión del universo al inflar globos .....	71
4.3 Resultados, análisis y dos cuestionarios contestados por equipo (como evidencias) sobre la lectura: Radiación de fondo cósmico .....	73
4.4 Resultados, análisis y dos cuestionarios contestados por equipo (como evidencias) sobre la lectura: Abundancia química de los elementos .....	80
<b>Capítulo 5 Conclusiones</b> .....	87
<b>Anexos</b> .....	90
Anexo 1 .....	90
Anexo 2 .....	91
Anexo 3 .....	94
Anexo 4 .....	97
<b>Referencias</b> .....	100

## RESUMEN

Este reporte de práctica docente contiene una secuencia didáctica acerca del tema de cosmología: Origen y evolución del universo, junto con los resultados y conclusiones que se obtuvieron al aplicarla a estudiantes del nivel medio superior en los dos subsistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCH). La secuencia didáctica se aplicó a estudiantes de la ENP No. 8 Miguel E. Schulz en el semestre 2008-1, en la asignatura optativa llamada Astronomía al final de la octava unidad correspondiente al sexto año de la preparatoria de acuerdo con el Programa de Estudios (UNAM-ENP, 1996b). Dicha aplicación fue cuando el autor cursaba la asignatura: Práctica Docente II y en el caso de la ENCCH Plantel Oriente, fue llevada a cabo en el semestre 2008-2, en la asignatura obligatoria Física II, al final de la tercera y última unidad, correspondiente al cuarto semestre del ENCCH de acuerdo con los Programas de Estudio de Física I a IV (UNAM-ENCCH, 2004). En este caso el autor cursaba la asignatura: Práctica Docente III.

En ambos casos la estrategia se aplicó en tres clases, una clase de una hora y dos clases de dos horas, con la siguiente cronología: Primero en la clase de una hora la evaluación diagnóstica, después en la primera clase de dos horas la estrategia que fue una actividad experimental por medio de una analogía de la expansión del universo (Ramírez y Jiménez, 1998) y por último en la segunda clase de dos horas, las dos lecturas, la primera: Radiación de fondo cósmico y la segunda: Abundancia química de los elementos.

La elaboración, aplicación, obtención de resultados, el análisis de resultados y por último las conclusiones de la secuencia didáctica fueron desarrolladas por el autor durante los estudios de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS), apoyadas en las tres líneas que conforma la maestría, es decir, la socio-ético-educativa, psicopedagógica y la didáctica disciplinar.

La secuencia didáctica inicia con una evaluación diagnóstica sobre las ideas previas o preconceptos que tienen los alumnos sobre el tema: origen y evolución del universo.

Una vez analizada la evaluación diagnóstica por medio de un cuestionario de 6 preguntas (Anexo 1), se desarrollaron tres estrategias didácticas sobre tres de los pilares observacionales que sustentan la Teoría de la Gran Explosión (TGE) o Modelo Estándar de la Gran Explosión (MEGE), (el cuarto pilar trata sobre la evolución de los cúmulos de galaxias, la cual no se incluye en la secuencia didáctica) dichas estrategias didácticas son:

1. Una actividad experimental para observar la expansión del universo a través de una analogía al hacer inflar un globo, colocando marcas en el globo antes de inflar, las marcas representan las galaxias y al inflar el globo se representa la expansión del universo (Ramírez y Jiménez, 1998), al terminar la actividad aparece un análisis para los estudiantes por medio de un cuestionario de 7 preguntas (Anexo 2).
2. Una lectura llamada: Radiación de fondo cósmico, una lectura científica que permite conocer al estudiante sobre como de manera accidental dos astrónomos descubrieron dicha radiación y que posteriormente fue corroborada por un satélite puesto en órbita años más tarde, al final de la lectura hay un cuestionario con 5 preguntas para los estudiantes (Anexo 3).
3. Una segunda lectura nombrada: Abundancia química de los elementos que versa acerca de cuáles fueron los primeros elementos químicos que abundaban en el universo temprano, así como los que actualmente predominan, reconociendo que algunos de estos elementos químicos del universo conforman los compuestos o moléculas como el agua, la sal, oxígeno molecular, etc. que hay en la Tierra, así como de los elementos químicos del universo que están presentes en los seres humanos, al final de la lectura hay un cuestionario con 5 preguntas para los estudiantes (Anexo 4).

Al final, como un cierre a la secuencia didáctica se propone una guía para que el profesor realice una práctica de campo con sus alumnos, visitando planetarios, observatorios o museos sobre Astronomía.

Después de haber aplicado la secuencia didáctica, se analizaron las respuestas que dieron los alumnos en las tres actividades. Dando como conclusión que la mayoría de los alumnos tuvieron un aprendizaje significativo sobre tres de los pilares que sustenta la TGE o MEGE, es decir, que el universo tuvo un origen, y que a la vez que se enfría, se está expandiendo, esto es, el universo está evolucionando con el tiempo.



## **ABSTRACT**

This teaching practice report contains a didactic sequence on the subject of cosmology: Origin and evolution of the universe, together with the results and conclusions that were obtained when applying it to upper secondary level students in the two subsystems of the National Autonomous University of Mexico (UNAM), the National Preparatory School (ENP) and the National College of Sciences and Humanities (ENCCH). The didactic sequence was applied to students of the ENP No. 8 Miguel E. Schulz in the 2008-1 semester, in the optional subject called Astronomy at the end of the eighth unit corresponding to the sixth year of high school according to the Study Program (UNAM-ENP, 1996b). Said application was made when the author was studying the subject: Teaching Practice II and in the case of the ENCCH Campus Oriente, it was carried out in the 2008-2 semester, in the compulsory subject Physics II, at the end of the third and last unit, corresponding to the fourth semester of the ENCCH according to the Physics Study Programs I to IV (UNAM-ENCCH, 2004). In this case, the author was studying the subject: Teaching Practice III.

In both cases, the strategy was applied in three classes, one one-hour class and two two-hour classes, with the following chronology: First, in the one-hour class, the diagnostic evaluation, then in the first two-hour class, the strategy that It was an experimental activity through an analogy of the expansion of the universe (Ramírez and Jiménez, 1998) and finally in the second class of two hours, the two readings, the first: Cosmic background radiation and the second: Chemical abundance of The elements.

The elaboration, application, obtaining of results, the analysis of results and finally the conclusions of the didactic sequence were developed by the author during the studies of the Master's Degree in Teaching for Higher Secondary Education (MADEMS), supported by the three lines that make up the master's degree, that is, the socio-ethical-educational, psycho-pedagogical and disciplinary didactics.

The didactic sequence begins with a diagnostic evaluation of the previous ideas or preconceptions that students have on the subject: origin and evolution of the universe.

Once the diagnostic evaluation was analyzed through a 6-question questionnaire (Annex 1), three didactic strategies were developed on three of the observational pillars that support the Big Bang Theory (TGE) or the Standard Model of the Big Bang (MEGE), (the fourth pillar deals with the evolution of galaxy clusters, which is not included in the didactic sequence) these didactic strategies are:

1. An experimental activity to observe the expansion of the universe through an analogy to inflating a balloon, placing marks on the balloon before inflating, the marks represent the galaxies and when inflating the balloon the expansion of the universe is represented (Ramírez and Jiménez, 1998), at the end of the activity an analysis appears for the students through a 7-question questionnaire (Annex 2).

2. A reading called: Cosmic background radiation, a scientific reading that allows the student to know how two astronomers accidentally discovered said radiation and that it was later corroborated by a satellite put into orbit years later, at the end of the reading there is a questionnaire with 5 questions for the students (Annex 3).

3. A second named reading: Chemical abundance of the elements that deals with what were the first chemical elements that were abundant in the early universe, as well as those that currently predominate, recognizing that some of these chemical elements of the universe make up the compounds or molecules such as water, salt, molecular oxygen, etc. that there is on Earth, as well as the chemical elements of the universe that are present in human beings, at the end of the reading there is a questionnaire with 5 questions for the students (Annex 4).

At the end, as a closure to the didactic sequence, a guide is proposed for the teacher to carry out a field practice with her students, visiting planetariums, observatories or museums on Astronomy.

After having applied the didactic sequence, the answers given by the students in the three activities were analyzed. Concluding that most of the students had significant learning about three of the pillars that support the TGE or MEGE, that is, that the universe had an origin, and that while it cools, it is expanding, this is, the universe is evolving over time.

## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física está contemplada en el plan de estudios del nivel medio superior de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y en la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCH), haciendo énfasis en los conceptos básicos de esta área de la ciencia que permitirán al estudiante adquirir una cultura básica que le facilite comprender los fenómenos físicos que puede observar a su alrededor y explicar el desarrollo de la tecnología de la que actualmente se sirve. Se pretende, además, que el alumno desarrolle de manera integrada y gradual: conceptos, competencias, habilidades y valores que deberá incorporar a su vida cotidiana y que le permitan desarrollarse académica y socialmente (UNAM-ENP, 1996a y UNAM-ENCCH, 1996a).

Ahora bien, uno de los retos que actualmente enfrentan los profesores de Física del nivel medio superior es el diseño de actividades y material de apoyo novedosos que motiven al estudiante y le lleven a convertirse en promotor de su propio aprendizaje. Es decir, se busca que el estudiante se convierta en un participante activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje (UNAM-ENCCH, 1996a).

Así pues, es claro que se debe impulsar el estudio y discusión de temas actuales, que interesen a los estudiantes y que despierten su curiosidad y necesidad de investigar. En este sentido, es claro que la astronomía, y en particular la cosmología, cumplen con estos requisitos.

En este reporte de práctica docente, se presentan los resultados obtenidos en las asignaturas de práctica docente, cursadas a lo largo de la MADEMS-Física, al implementar la secuencia didáctica para la enseñanza de la Astronomía, con énfasis en Cosmología, es decir, en el origen y evolución del universo, en los dos subsistemas de educación media superior de la Universidad Nacional Autónoma de México: la Escuela Nacional Preparatoria No. 8 Miguel E. Schulz y la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Oriente.

En el caso de la ENP No. 8, se implementó en el semestre 2008-1 en la asignatura optativa llamada Astronomía al final de la Octava Unidad correspondiente al sexto año de la preparatoria de acuerdo con el Programa de Estudios de la asignatura de Astronomía (UNAM-ENP, 1996b). El tiempo fue de 5 horas repartidas en tres clases: la primera clase de una hora fue para la realización de una evaluación diagnóstica y dos clases de dos horas, en la primera clase de dos horas se llevó a cabo la estrategia que fue una actividad

experimental sobre la expansión del universo por medio de una analogía (Ramírez y Jiménez, 1998) y la segunda clase de dos horas se implementaron dos lecturas, la primera: Radiación de fondo cósmico y la segunda: Abundancia química de los elementos.

Para la situación en la ENCCH Oriente, se implementó en el semestre 2008-2, en la asignatura obligatoria Física II, al final de la tercera y última unidad, correspondiente al cuarto semestre del ENCCH de acuerdo con los Programas de Estudio de Física I a IV (UNAM-ENCCH, 2004). La implementación de la secuencia didáctica fue la misma, tanto en cronología, tiempo en horas y el número de clases con respecto a la ENP No. 8.

Ahora bien, ya que los docentes buscan apoyos novedosos acordes a este nivel educativo, la estrategia didáctica se acompaña de material didáctico que puede ser utilizado en el aula y que se espera sirvan de motivación tanto a profesores como alumnos.

Otro de los objetivos que se buscó al implementar esta secuencia didáctica, fue que permita despertar vocaciones científicas, sobre todo si consideramos que el número de astrónomos profesionales en México es pequeño comparado con el de otros países y aunque no todos los estudiantes elegirán una carrera científica, como la Física, para desarrollarse profesionalmente, puede decirse que el gusto por la astronomía es muy común, al grado que a todos nos gusta admirar las estrellas y soñar con lo que hay más allá de nuestro planeta. Además, existen muchas agrupaciones de astrónomos aficionados en todo el país y en el mundo, con lo que se espera que los estudiantes deseen participar en ellas, existen varias sociedades o asociaciones dedicadas a la astronomía, de tal manera que pueden dedicarse a la astronomía de manera aficionada, por ejemplo, en la Ciudad de México está la Sociedad Astronómica de México (SAM), localizada en el Parque Felipe Xicotencalt, en la colonia Álamos (SAM A.C., 2020).

### **Este reporte de práctica docente está estructurado de la siguiente manera:**

En el primer capítulo se presentan las características de las instituciones en las que se implementó la secuencia didáctica y de los estudiantes que participaron. En el segundo capítulo se explica el marco teórico en el que se basa el diseño de la secuencia didáctica, mientras que en el tercer capítulo se describe con detalle en qué consiste esta última.

En el cuarto capítulo se describe la forma en la que se implementó la estrategia y los resultados obtenidos para, finalmente, presentar en el quinto capítulo las conclusiones.

En los anexos se presentan los materiales didácticos desarrollados: Anexo 1, un cuestionario diagnóstico o ideas alternativas o preconceptos sobre el tema origen y

evolución del universo, anexo 2, una actividad experimental que se desarrollan en el aula-laboratorio, haciendo una analogía del expansión del universo inflando un globo que contienen marcas que representan las galaxias (Ramírez y Jiménez, 1998), en el anexo 3 una lectura, que versa sobre la radiación de fondo cósmico y en el anexo 4 otra lectura que trata sobre la abundancia química de los elementos.

A modo de cierre de la secuencia didáctica, se propone la realización de una práctica de campo consistente en observar la bóveda celeste “cielo” por la noche, a simple vista y/o con instrumentos ópticos astronómicos: binoculares y telescopios o asistir a un observatorio astronómico, como el de Tonantzintla, Puebla. Sin embargo, puede suceder que el docente no se sienta capaz de realizarla, dada la gran responsabilidad que implica llevar alumnos menores de edad a una práctica de campo por la noche. Incluso, hay instituciones educativas que no permiten este tipo de actividades, ya que han ocurrido accidentes. Como alternativa, se presenta una propuesta para una planeación de una práctica de campo, también de manera opcional con los estudiantes de bachillerato para hacer una visita a algún planetario o museo en un mismo día, cerca de su centro educativo. Esta propuesta para la práctica de campo aparece al final de la secuencia didáctica.

## **CAPÍTULO 1**

### **CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTITUCIONES EN LAS QUE SE IMPLEMENTÓ LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA Y DE LOS ESTUDIANTES QUE PARTICIPARON**

La estrategia didáctica que se diseñó en las asignaturas de Práctica Docente de la MADEMS-Física, para la enseñanza de la Astronomía en el bachillerato fue implementada en el Plantel 8 de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y en el Plantel Oriente de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCCH) de la UNAM, por lo que era necesario conocer el modelo educativo de estas instituciones y las características de sus estudiantes.

#### **1.1 La Escuela Nacional Preparatoria**

La Escuela Nacional Preparatoria (ENP) de la UNAM inició sus labores, por decreto del entonces presidente de México, Benito Juárez, el 3 de febrero de 1868, bajo la dirección del médico Gabino Barreda. El primer plantel de la ENP se ubicó en el edificio del Antiguo Colegio de San Ildefonso en el Centro Histórico de la Ciudad de México (UNAM-ENP, 2020).

El Plantel 8 de la ENP (ENP8) se fundó en 1964 por el presidente Adolfo López Mateos en los terrenos aledaños al antiguo manicomio de "La Castañeda" y fue inaugurado, por el presidente Gustavo Díaz Ordaz, el 28 de Julio 1965. El plantel contaba con una biblioteca, laboratorios, alberca y gimnasios, de tal forma que los alumnos recibirían una educación integral. Su primer director, el Lic. Fernando Castellanos Tena, imprimió un sello académico al plantel y fomentó la unión entre los profesores (UNAM-ENP 8, 2018).

##### **1.1.1 El Modelo Educativo de la Escuela Nacional Preparatoria**

El modelo educativo de la ENP tiene como objetivo fundamental proporcionar al estudiante los elementos cognitivos, metodológicos y afectivos que le proporcionen una formación integral. Esto es, se busca que los alumnos adquieran los elementos cognitivos, metodológicos y afectivos que le lleven de forma progresiva a comprender el medio natural y social que le rodea, a desarrollar su personalidad, a desarrollar un tipo de pensamiento que le permita participar de forma crítica y constructiva en la sociedad e introducirse en el análisis de los problemas que son el objeto de estudio de las diferentes disciplinas científicas y tecnológicas, siempre con la perspectiva de la formación profesional universitaria (UNAM-ENP, 1996a).

Se busca establecer un perfil del egresado acorde con los requisitos que se solicitan en los estudios de nivel superior y los que cada área de formación académica que pueden tomar los estudiantes.

El enfoque metodológico a través del cual la ENP busca que los estudiantes construyan progresivamente el conocimiento a través de las siguientes acciones:

1. La enseñanza centrada en el alumno.
2. Se promueve que el estudiante construya el conocimiento al mismo tiempo que desarrolla competencias que le permitan identificar, plantear y resolver problemas, e interpretar los resultados.
3. Organizar los contenidos esenciales de cada área de conocimiento y establecer las estrategias que les den sentido y significado.
4. Diseñar actividades que promuevan el autoaprendizaje y el progreso intelectual del alumno, y fomenten la reflexión y la síntesis, colectiva e individual.
5. Entender a los contenidos como medios para desarrollar competencias, habilidades, actitudes y conocimientos que favorezcan la autonomía en el aprendizaje y privilegien lo formativo sobre lo informativo. Esto es, los contenidos corresponden a un criterio epistemológico: el vincular el conocimiento a problemas específicos de estudio en cada disciplina, que permitan al alumno ir construyendo un aprendizaje coherente y significativo.
6. La organización curricular en áreas de formación.
7. Establecer un proceso de evaluación que permita al estudiante comprender que él es el gestor de su aprendizaje.

Este modelo educativo no busca solamente la preparación cognoscitiva del estudiante hacia continuar una carrera profesional, sino que también se busca prepararlo para hacer frente a los problemas que se le presente en su vida y como integrante de la sociedad (UNAM-ENP, 1996a).

### 1.1.2 La infraestructura y servicios de la ENP No.8

Actualmente, la ENP No.8 cuenta con aulas para la impartición de clases teóricas y laboratorios en los que se realizan las actividades experimentales. Cuenta con los servicios de biblioteca, así como un área de trabajo, llamada Colegio del Área 1: Ciencias físico-matemáticas y de las ingenierías, en la que los profesores que imparten las asignaturas de física, matemáticas y computación pueden compartir experiencias de trabajo. También se tiene servicio de copias fotostáticas, internet, de cómputo, mediateca, cafetería, instalaciones deportivas y estacionamiento, figura 1.1 (UNAM-ENP 8, 2017).



Figura 1.1 Instalaciones de la ENP: Servicio de cómputo, biblioteca, instalaciones deportivas y mediateca.

Actualmente las instalaciones y la infraestructura que posee la ENP No 8, permiten el desarrollo adecuado de todas las actividades académicas, además de que es posible llegar al plantel tanto en transporte particular como público con facilidad.

En la ENP No. 8 los estudiantes cuentan con servicios de:

**Orientación.** Es un servicio que se proporciona a los estudiantes con la finalidad de que desarrollen un proceso educativo integral, al ayudarlo a clasificar sus metas, valorar los recursos y alternativas, tanto sociales como personales, que posee; así como orientarlo en la búsqueda de los medios y ejecución de las acciones que le permitan alcanzar sus expectativas y llegar a un punto de desarrollo personal en armonía con la sociedad.



**Asesoría.** El programa de asesoría académica apoya al estudiante aclarando las dudas que llega a tener sobre los contenidos de las asignaturas.

**Consejo.** Se presta atención al estudiante ayudándole a tomar decisiones por sí mismo y apoyando a quienes tienen dificultades.

**Tutoría.** Este servicio es proporcionado por todos los profesores del plantel. En él se brinda ayuda a los estudiantes, ya sea de forma individual o colectiva, de manera que se pueda integrar al proceso de aprendizaje (Lázaro y Asensi 1989). Su propósito es brindar a los estudiantes que tienen problemas, siempre y cuando se relacionen con su rendimiento y adaptación al ambiente académico (Fernández, 1999).

## **1.2 La Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades**

El 26 de enero de 1971, el Consejo Universitario de la UNAM aprobó, durante el rectorado de Pablo González Casanova, el proyecto de creación del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), (UNAM-ENCCH, 2011a).

Entre los objetivos de su creación se encontraban:

1. Atender la creciente demanda de ingreso al nivel medio superior en la zona metropolitana.
2. Resolver la desvinculación que en ese momento se tenía entre las diversas escuelas, facultades, institutos y centros de investigación de la UNAM.
3. Impulsar la transformación académica de la Universidad con una nueva perspectiva curricular y nuevos métodos de enseñanza.

### **1.2.1 El modelo educativo de la ENCCH**

En la ENCCH se considera que la educación tiene una doble finalidad, la personal y social, ambas orientadas al desarrollo armónico del estudiante y al mejoramiento de la sociedad en la que es participante (UNAM-ENCCH, 1996a).

Este modelo busca que los alumnos adquieran una cultura básica, general y propedéutica, que les permita continuar con estudios superiores o que les permita seguir preparándose a lo largo de su vida. En lo social, la meta es que los estudiantes sean capaces de incidir en la transformación del país a partir de un compromiso personal y social y de una actitud analítica, crítica y participativa.

Actualmente, el Colegio tiene ante sí el reto de formar jóvenes conscientes de la trascendencia y consecuencias de sus actos; del valor que tienen, como agentes de cambio, en el desarrollo del país, capaces de interactuar en los distintos niveles de organización social, con respeto y tolerancia.

Desde su creación, el modelo educativo de la ENCCH se basa en 3 pilares: Aprender a aprender, Aprender a hacer y Aprender a ser, aunque posteriormente se incluyó un cuarto pilar, el Aprender a convivir, (UNAM-ENCCH, 1996a).

El aprender a aprender incluye aspectos metacognitivos, habilidades complejas del pensamiento, autorregulación y autoestima, lo que les permitirá seguir aprendiendo a lo largo de su vida, esto es, apreciarán su capacidad de aprendizaje y asumirán su responsabilidad como actores centrales del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Aprender a aprender va más allá del aprender a conocer. Se quiere que el alumno sea consciente de la forma en la que llega al nuevo conocimiento y como éste se vincula con los conocimientos previos, al tiempo que va conociendo la forma en la que mejor aprende. Es decir, alcanzará un estado de autoconocimiento, al que se denomina metacognición, que le permitirá establecer metas, identificar sus logros y dificultades, valorar los logros obtenidos y ser capaz de corregir sus errores. A través de la metacognición el estudiante podrá reflexionar sobre su propio pensamiento y será capaz de comprender sus procesos de pensar y de aprender, (UNAM-ENCCH, 1996a).

Cuando un alumno ha desarrollado la capacidad de aprender a aprender participará activamente en su aprendizaje; podrá investigar por cuenta propia y relacionar la información adquirida con otros conocimientos. Podrá, además, vincular el conocimiento con sus actividades cotidianas y con su entorno; pudiendo comunicar sus ideas y plantear preguntas, asumiendo una posición crítica. Resolverá problemas, será creativo.

En el aprender a hacer, se quiere que, en cada asignatura, los profesores incorporen, de forma articulada, los elementos de orden procedimental con los aspectos conceptuales y actitudinales. Aprender haciendo implica que los alumnos sean capaces de obtener información, escribir, expresar sus ideas, resolver problemas, establecer modelos, llevar a cabo un proyecto o una actividad experimental, trabajar colaborativamente, entre otras cosas de tipo práctico. Este aprendizaje se fomenta en las prácticas escolares y en las que se propone desarrollar la noción de contenido procedimental. El aprender a hacer se estableció como una visión innovadora de la enseñanza en el nivel medio superior.

El aprender a ser representa para el estudiante la afirmación de valores personales como, por ejemplo; conservar la salud y la integridad; hacerse responsable de la construcción de su futuro; desarrollar una personalidad y una identidad propias; procurar el conocimiento de sí mismo y la autorrealización; actuar con mayor autonomía, fundamento y responsabilidad personal (Delors, 1996).

En la ENCCH se considera necesario impulsar la formación en valores, yendo más allá de lo declarativo. Se busca que desde la práctica docente el profesor inculque con el ejemplo valores como: responsabilidad, justicia, compromiso, honestidad, solidaridad y respeto a los derechos humanos entre otras, (UNAM-ENCCH, 1996a).

Aprender a convivir, se refiere a la comprensión adquirida por los individuos sobre su relación con el otro y pasa forzosamente por el conocimiento de uno mismo. Es decir, se busca generar la empatía en el estudiantado.

En el modelo educativo de la ENCCH se considera que, si un alumno aprende a ser desde la perspectiva individual y social, podrá desarrollar un compromiso consigo mismo, con su entorno y manifiesta un espíritu transformador y de superación permanente. Además, será poseedor de una ética y principios que rijan su conducta, (UNAM-ENCCH, 1996a).

### **1.2.2 La infraestructura y servicios de la ENCCH-Oriente**

En la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Oriente (ENCCH-O), que fue fundado el 3 de abril de 1972, tiene una superficie total de 144 mil 974 metros cuadrados, cuenta con 23 mil 936 metros cuadrados de construcción, 34 Edificios con aulas, sanitarios, oficinas administrativas y 25 laboratorios para el área de Ciencias Experimentales. En particular, para la impartición de las asignaturas de física, se cuenta con aulas-laboratorio en las que es posible realizar tanto las actividades teóricas como experimentales, lo cual contrasta con las aulas de la ENP y permite al docente proporcionar una atención más cercana a los estudiantes, ver figura 1.2, (UNAM-CCH-O, 2022a).



Figura 1.2 Aulas-laboratorios y edificios del plantel oriente, (UNAM-CCH-O, 2022a).

Cuenta con una serie de departamentos que ofrecen diversos servicios con el objetivo de reforzar y complementar la formación del estudiante. Entre éstos se encuentran: Servicios escolares y/o control escolar, psicopedagogía, biblioteca, difusión cultural, servicio médico, salas de audiovisual, servicios de cómputo, folletería y la oficina jurídica (UNAM-CCH-O, 2022a), como se aprecia en la figura 1.3.



Figura 1.3 Explanada y biblioteca del plantel oriente, (UNAM-CCH-O, 2022a).

También brinda el Programa Institucional de Tutorías (PIT), el Programa Institucional de Asesorías (PIA), así como también el Programa de Seguimiento Integral (PSI), (UNAM CCH oriente estudiantes (UNAM-CCH-O 2022b).

A partir del ciclo escolar 2010-2011, la Dirección General del CCH priorizó el desarrollo del Programa Institucional de Tutoría (PIT) en su plan de trabajo, pues se trata de un programa de apoyo para la formación de los alumnos, adicional a los cursos ordinarios, cuyo propósito es contribuir a mejorar la calidad de los aprendizajes y evitar el rezago académico de los alumnos mediante el acompañamiento permanente a lo largo de su trayectoria escolar. Este programa está vinculado además al Programa Institucional de Asesorías (PIA).

La Secretaría de Informática de la Dirección General de la ENCCH creó el Programa de Seguimiento Integral (PSI), que es un espacio virtual en el que se encuentra la información académica relevante y permite realizar el seguimiento puntual del desempeño de los alumnos y mejorar la comunicación entre los alumnos, profesores, asesores, tutores, autoridades y padres de familia. Una de las aportaciones más importantes del PSI es el listado de perfil académico de cada grupo, también conocido como "lista dalmata", que ofrece la posibilidad de contar con un diagnóstico de la situación académica de los alumnos, (UNAM-ENCCH-PSI, 2011).

Los servicios y programas que ofrecen los dos sistemas educativos del nivel medio superior de la UNAM permiten un buen desarrollo de la práctica docente, ya que, al contar con ellos, los alumnos tienen la posibilidad de orientarse y aclarar sus dudas académicas, en caso de que surgieran, lo cual permite un avance adecuado en la práctica docente.

### **1.3 Características de la población estudiantil**

Casi en su totalidad, los estudiantes de la educación media superior son adolescentes y la adolescencia es una de las etapas de la vida en el cual se presentan cambios de manera repentina, notable y con cierta conciencia.

La adolescencia se concibe como el período de transición entre la niñez y la edad adulta.

*“La transición de una etapa a otra es gradual e indeterminada, y no es la misma duración para todas las personas” (Rice, 2000).*

Esto es, no todas las personas tienen esta transición de la niñez a la edad adulta igual y al mismo tiempo. En la adolescencia se manifiestan cambios de ciertos aspectos, tales como: el biológico, el cognitivo, el psicosexual, y el social; pero más que en términos de cambios, se debe concebir a la adolescencia como un crecimiento de dichos aspectos.

Etimológicamente, la palabra *adolescere* en latín significa “crecer” o “crecer hacia la madurez” (Rice, 2000).

Según Rice (2000) la adolescencia se clasifica en dos etapas: la primera, conocida como adolescencia temprana, abarca desde los 11 a los 14 años, y la segunda, la adolescencia mediana o tardía, se extiende desde los 15 a los 19 años. Es en esta segunda etapa en la que se encuentran la mayoría de los estudiantes del bachillerato, (ver las Tablas 1 y 2 obtenidas del Portal de Estadística Universitaria, 2008).

Para Reymond-Rivier (1986), los psicólogos han considerado por mucho tiempo a la adolescencia como la simple fase de transición entre la niñez y la edad adulta, y al adolescente como un ser híbrido, difícil de clasificar en una categoría precisa.

En el aspecto biológico, la adolescencia aborda procesos de la maduración sexual, incluyendo el desarrollo pleno de los órganos sexuales, así como de las características sexuales secundarias y el aumento de peso y estatura.

En esta etapa, los adolescentes se preocupan por su salud, por su atractivo físico, así como por las relaciones afectivas y emocionales.

En el aspecto cognitivo, el adolescente enfrenta dos situaciones: primero, aparecen cambios cualitativos en su forma de pensar, y segundo, se presentan cambios cuantitativos en la inteligencia y el procesamiento de la información. También aparecen cambios cognitivos sobre la personalidad y la conducta. Este aspecto cognitivo se abordará con más detalle más adelante, por su importancia que tiene para comprender la manera de abordar la pedagogía frente al adolescente.

En el aspecto psicosexual en la adolescencia, se desarrollan las emociones del “yo”, así como también el autoconcepto, la autoestima, el género y la identidad, sobre la cual se abundará en los siguientes párrafos. También en esta etapa, el individuo se interesa por su salud mental, los trastornos emocionales y los efectos del estrés (Rice, 2000).

En el aspecto social, el adolescente se interesa por las relaciones, los encuentros personales y el desarrollo del juicio moral, el carácter, los valores, las creencias y la conducta. Así mismo, el adolescente se presenta como un individuo dentro de una sociedad, con una cultura. El adolescente se confronta con las relaciones padres-adolescentes, la cual se ve influida por la estructura familiar y el entorno social, escuela, centro deportivo, etc., en el desarrollo del adolescente.

Las fases en el desarrollo de un autosistema conducen durante la adolescencia, a la formación de la identidad que se basa en lo que los jóvenes han aprendido sobre sí mismos como individuos que tienen diferentes características. De igual forma, Kimmel y Weiner (1998) mencionan que la identidad consiste en que el individuo esté razonablemente seguro del tipo de persona que es, de aquello en lo que cree, y de lo que quiere hacer con su vida. Para estos autores, formar una identidad implica que el individuo alcance una visión integrada de sus aptitudes y capacidades, de sus valores y preferencias, y de su forma de reaccionar ante las demás personas y de ser percibido por ellas.

Por lo que, una vez que se alcanza la visión integrada (identidad), se genera certidumbre y se da solución al proceso de pensar del pasado al futuro y se confiere continuidad a la manera de pensar, sentir y actuar de las personas en situaciones y momentos concretos a otros distintos.

Existen numerosos estudiosos de la formación de la identidad del adolescente, pero el que estableció y desarrolló por primera vez la identidad en el desarrollo del adolescente fue Erik Erikson en los años 1959, 1963 y 1968. En este trabajo partimos de la concepción de la identidad del adolescente que hace Erik Erikson en sus trabajos de 1959, 1963 y 1968 (Kimmel y Weiner, 1998).

Según los autores Kimmel y Weiner (1998), Erikson consideró a la identidad como pasos regulares, conocidos como estados de identidad. Por lo general la adolescencia comienza con un estado que Erikson llamó identidad difusa, en el que la persona no ha establecido compromisos firmes con ninguna actitud ideológica, ocupacional o interpersonal, ni contempla la posibilidad de tales compromisos. Si existiera un compromiso vacilante, éste tendería a ser efímero y sustituido por otros igualmente provisionales.

Después de que han crecido y haber llegado a conocerse a sí mismos, desde el punto de vista físico, cognitivo, interpersonal, social y sexual; los adolescentes comienzan a manifestar compromisos de largo plazo. A este estado de situaciones Erikson lo llamó *identidad en fase moratoria*, ésta considera las opciones, experimenta con roles diferentes y se postergan decisiones finales durante un tiempo de incertidumbre activa.

En ocasiones, los adolescentes se dan cuenta que la incertidumbre de contemplar alternativas mientras demora decisiones sobre el futuro, les provoca más ansiedad de la que están dispuestos a soportar. Lo que les da la opción de escoger entre no hacer nada y continuar con la incertidumbre, es decir, regresar a un estado de identidad difusa, en el que dejan a un lado los pensamientos sobre elecciones y compromisos u optar por lo que llamó

Erikson, una *identidad prestada*. En este estado, la persona toma una serie de creencias y objetivos vitales útiles que aparecen de inmediato, estos son normalmente sugeridos o modelados por otra persona sin haber emprendido nunca ningún proceso para contemplar otras alternativas.

Los adolescentes que son capaces de liberarse de la identidad difusa y eludir la identidad prestada inician lentamente un período de identidad demorada hasta alcanzar compromisos relativamente estables que constituyen el *logro de la identidad*.

Las investigaciones reflejan que cuando los jóvenes han alcanzado esta identidad y la moratoria, se vuelven más maduros en prácticamente en todas las facetas del desarrollo de su personalidad, que los que se hallan en los estados prestado y difuso. Para Kimmel y Weiner (1998), los que han alcanzado el logro de la identidad probablemente son personas autodirigidas y seguras de sí mismas que prácticamente no tienen ansiedad, se autocontemplan en términos positivos, y se sienten bien con lo que pueden hacer y harán en su vida.

Este tipo de personas suelen estar abiertas a nuevas ideas. Se enfrentan a los problemas directamente, pero toman decisiones sólo después de buscar información y evaluar esta, para considerar cuidadosamente las consecuencias de su decisión. Algo que me parece, muy relevante es lo que mencionan los autores Kimmel y Weiner (1998), que los adolescentes que se hallan en el estado del logro de la identidad y moratoria tienen más probabilidad, que lo que se encuentran en los estados difuso o prestado de sentirse tranquilos y cómodos en situaciones sociales.

Esto último, durante la implementación de la presente práctica docente quedó claramente reflejado en el hecho de que en los grupos en los que se implementó, algunos estudiantes no tuvieron dificultad para preguntar, atreverse a hacer cosas nuevas, tener iniciativa, entre otras cosas. Mientras que, otros permanecieron callados, no tomaron decisiones propias; esperan que otros les digan lo que tienen que hacer, no cuestionan, no tienen inventiva, ni iniciativa propia, además de otros sucesos.



## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO EN EL QUE SE SUSTENTA LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

#### 2.1 Marco psicopedagógico

Jean Paul Piaget consideró cinco términos para describir la dinámica del desarrollo (Rice, 2000):

1. El **esquema** representa los patrones originales del pensamiento, o las estructuras mentales que la gente utiliza para enfrentarse a los sucesos del entorno. Por ejemplo, cuando un niño ve algo que desea, aprende a darle alcance y lo toma. Esto significa que el niño crea un esquema para esta situación.

2. La **adaptación**, en la que se incluye y adapta la información nueva que aumenta la comprensión de una persona. La adaptación se logra a través de dos medios: *asimilación* y *acomodación*.

3. La **asimilación** significa adquirir nueva información utilizando estructuras ya existentes en respuesta a nuevos estímulos ambientales.

4. La **acomodación** implica el ajuste a la información nueva creando nuevas estructuras para reemplazar las antiguas. Por ejemplo, en los niños, pueden ver perros de diferentes tipos (asimilación) y aprender que a algunos se les puede acariciar sin peligro y a otros no (acomodación). A medida que los niños adquieren más información, cambian sus esquemas y se acomodan al mundo de manera diferente.

5. El **equilibrio** implica alcanzar una armonía entre la asimilación y la acomodación.

Esto trae como consecuencia un sentimiento agradable, porque la realidad que experimenta una persona es compatible con lo que ha aprendido de la misma. El *desequilibrio* surge cuando hay una inconformidad entre la realidad y la comprensión que tiene una persona acerca de dicha realidad, cuando se necesita más acomodación. Los niños y adolescentes resuelven el conflicto adquiriendo nuevas formas de pensamiento de tal manera que, lo que ellos comprenden está en lo que observan.

Según Kimmel y Weiner (1998), Piaget destaca cuatro etapas del desarrollo cognitivo, que son:

Etapa 1. **Inteligencia sensoriomotora**. Esta es una inteligencia de acción, la cual inicia con una fase de la ejercitación de los reflejos al nacer y finaliza con la comprensión

del objeto. Por ejemplo, aprender a alcanzar una pelota, mover los brazos y manos para coger un objeto; y mover la mano y los ojos para perseguir un objeto en movimiento.

Etapa 2. **Pensamiento preoperacional.** Esta comienza con la aparición del pensamiento mediante el uso de símbolos mentales. Es diferente al pensamiento del adulto y es un período de organización y preparación para operaciones concretas.

Etapa 3. **Operaciones concretas.** Aquí ya se tiene un pensamiento lógico sistemático sobre actividades y objetos físicos y concretos.

Etapa 4. **Operaciones formales.** Capacidad sobre el pensamiento y otras ideas abstractas e hipotéticas.

Como en el presente reporte de práctica docente se trabajó con adolescentes, la estrategia didáctica que se planteó para la enseñanza de la cosmología en el bachillerato se concentra en las etapas de las operaciones concretas y las operaciones formales.

Tanto para la ENP No. 8, como para la ENCCH, Plantel Oriente, el 96.41 % y 94.63 %, de los estudiantes de nuevo ingreso en el año 2007 tuvieron edades de entre los 14 y 17 años respectivamente, (ver las Tablas 1 y 2 obtenidas del Portal de Estadística Universitaria, 2008) por lo que se encuentran en la etapa de operaciones concretas. Hasta los 17-19 años comienzan a alcanzar las operaciones formales.

**Tabla 1.**

Edad de ingreso de alumnos de la ENP 8 para el año 2007.

**Concurso de Selección - Bachillerato**

**Plantel 8 Miguel E. Schultz - Bachillerato - 2007**

Años	Frecuencia	Frecuencia relativa
14 o menos	23	1.4
15	966	58.83
16	505	30.76
17	89	5.42
18	29	1.77
19	9	0.55
20	6	0.37
21	5	0.3
22	4	0.24
23 o mas	6	0.37
	1,642	100

**Tabla 2.**

Edad de ingreso de alumnos del CCH Oriente para el año 2007.

**Concurso de Selección - Bachillerato**

**Plantel Oriente - Bachillerato - 2007**

Años	Frecuencia	Frecuencia relativa
14 o menos	126	3.61
15	2,303	66.06
16	678	19.45
17	192	5.51
18	67	1.92
19	37	1.06
20	30	0.86
21	16	0.46
22	11	0.32
23 o mas	26	0.75
	3,486	100

Se entiende por el término **operación**, como aquellas acciones que una persona ejecuta mentalmente y que forma un sistema coherente y reversible. Un ejemplo claro de esto (Kimmel y Weiner, 1998), es cuando se consideran operaciones a la combinación mental de dos clases en una clase superordenada (padres y madres son “padres”) o la suma o la sustracción mental de dos números. Todas las operaciones son mentalmente reversibles, esto es, la combinación de dos clases puede separarse de nuevo, o los números añadidos pueden sustraerse.

En las **operaciones concretas** (etapa 3 cognitiva), el adolescente es capaz de ejecutar una variedad de operaciones sobre objetos físicamente presentes, sobre pensamientos de dichos objetos y de resultados de la experiencia anterior con el mundo físico. Y se denominan “*concretas*” porque implican objetos, no hipótesis o razonamientos, así como no contemplar el futuro. La mayoría de los adolescentes pueden utilizar **operaciones concretas** con facilidad y normalmente confían en ellas para resolver los problemas cotidianos.

Esta etapa la pueden lograr individuos a edades tardías, como lo refiere Rice, (2000), “*La transición de una etapa a otro es gradual e indeterminada, y no es la misma duración para todas las personas*”. Lo anterior ha sido corroborado por el autor en las aulas-laboratorios del bachillerato universitario de los dos subsistemas de la UNAM, al implementar con los estudiantes, actividades experimentales que tienen que ver con objetos físicos. Las edades de estos adolescentes oscilan entre los 15 y 17 años.

Para poder entender con mayor claridad lo dicho anteriormente, se puede consultar en (Kimmel y Weiner, 1998), donde se presentan los estudios realizados por Piaget y su colaboradora Bärbel Inhelder: i) la conservación de líquidos, ii) La pella de arcilla y iii) La conservación de volumen.

Los preadolescentes, antes de desarrollar operaciones concretas, confían en las apariencias, siendo engañados por su percepción y no disponen de una capacidad cognitiva para analizar correctamente el problema planteado.

En lugar de ello, según Kimmel y Weiner (1998), para Piaget los preadolescentes desarrollan estas capacidades de pensamiento por su propia cuenta, como consecuencia de la exploración de su entorno.

Piaget, introdujo un concepto para ser más específico con respecto al desarrollo del pensamiento, lo llamó concepto de equilibración, este se refiere al esfuerzo individual para alcanzar un estado de armonía y equilibrio entre la capacidad de comprender el entorno y los problemas que éste plantea.

Para Piaget y Inhelder (1969), los acontecimientos y objetos del universo, no sólo incluyen el universo físico, sino también en el mundo social de las relaciones interpersonales.

Cuando se llega al final de las operaciones concretas, los procesos de pensamiento del preadolescente son capaces de centrarse en dos o tres dimensiones del problema crítico concreto, cuando buscan solución a algún problema.

Este nivel operacional concreto del desarrollo cognitivo es muy eficaz. Una persona que es capaz de utilizar vías lógicas para pensar sobre el mundo físico concreto y también busca que demuestren o refuten sus opiniones. Este nivel es característico de los adolescentes jóvenes; los adolescentes mayores y los adultos lo utilizan para la resolución de problemas cotidianos en tareas concretas. Es decir, el pensamiento se limita a los hechos físicos reales y concretos.

En las **operaciones formales** (etapa 4 cognitiva) el grado de equilibrio es superior al que se alcanza en las operaciones concretas. Este nivel de equilibrio permite que el pensamiento sea eficaz y flexible, incluso cuando afronta ideas abstractas e hipotéticas. Cuando el adolescente utiliza el pensamiento formal puede imaginar las posibilidades de una situación y compensar mentalmente los cambios de la realidad (Ginsburg y Opper, 1988). Aquí, el adolescente ya puede pensar sobre objetos no presentes, el futuro,

posibilidades e hipótesis que no son concretas ni reales. Es capaz de pensar en ideas abstractas en las que no cree o de obtener conclusiones de cosas que sólo son posibles. Y esto marca el inicio de un tipo de lógica que está implicada en la **experimentación científica**.

Las operaciones concretas formales representan la capacidad mental de realizar operaciones lógicas sobre las ejecutadas en el período concreto. Existen tres problemas clásicos que ilustran cómo se produce el cambio en la capacidad cognitiva al pasar de las operaciones concretas a las formales: la barra de equilibrio, el péndulo y la combinación de líquidos. No los tocaré, estos están referidos en (Kimmel y Weiner, 1998). Para resumir, Kimmel y Weiner (1998), escriben:22

“El adolescente empieza en lo hipotético e imagina todas las posibilidades determinadas de los resultados. Para verificar las hipótesis inventa experimentos bien ordenados y diseñados para aislar los factores críticos manteniendo sistemáticamente constante todos los factores menos uno. Observa los resultados correctamente y partiendo de ellos, procede a extraer conclusiones. Dado que los experimentos se han diseñados de modo adecuado, las conclusiones del adolescente serán ciertas y esenciales. (Ginsburg y Opper, 1988).

El tránsito de las operaciones concretas a la de las operaciones formales, Piaget considera que es muy importantes las ideas emocionales e interpersonales. Y como se menciona anteriormente, los cambios cognitivos en los adolescentes no ocurren todos al mismo tiempo, ya que aplican gradualmente capacidades cognitivas a un amplio y cada vez mayor un conjunto de pensamientos y situaciones.

Blasi y Hoeffel (1974 en Kimmel y Weiner, 1998) llegaron a la conclusión de que un “porcentaje bastante elevado de individuos de inteligencia normal y de un origen social medio, tanto en la adolescencia como en la edad adulta parecen no funcionar en la fase operacional formal. Este resultado plantea el problema del por qué algunos adolescentes si alcanzan (o utilizan) las operaciones formales, mientras que otros no. Piaget (1972) sugirió que se podría deber a cuestiones de interés y capacidad.

## 2.2 Marco disciplinario

El perfil profesiográfico de los profesores que actualmente imparten las asignaturas de física en el bachillerato es diverso, es decir, hay docentes con una licenciatura en Física, también se tiene docentes egresados de licenciaturas en ingeniería, matemáticas y química. Esto lleva a que el nivel con el que manejan las diferentes áreas de la física sea diferente, o bien que posean un enfoque y concepción de la física diferente. Con el objetivo de que el profesor cuente con los conocimientos necesarios para aplicar la secuencia didáctica, a continuación, se presenta un breviario de los conceptos físicos involucrados.

### 2.2.1 Efecto Doppler

No únicamente el estudio de los espectros de los astros da información sobre su composición química, sino también que podemos conocer la velocidad de alejamiento o acercamiento de los objetos celestes. Esto es, obtener información sobre el movimiento de los astros a partir de los espectros y empleando el efecto Doppler.

Si un autobús en la carretera se acerca o se aleja, produce un ruido distinto, en uno u otro caso, dependiendo de su velocidad. Cuando se acerca el ruido es ligeramente más agudo, y cuando se aleja, más grave. Si una fuente sonora se acerca a nosotros se “comprimen” las ondas sonoras; por consiguiente, tienen más energía y su longitud de onda es menor. Lo contrario sucede si la fuente se aleja, ver figura 2.1 (J. Fierro, com. pers.). Así que las ondas comprimidas son más pequeñas y agudas, y las alargadas, más graves.

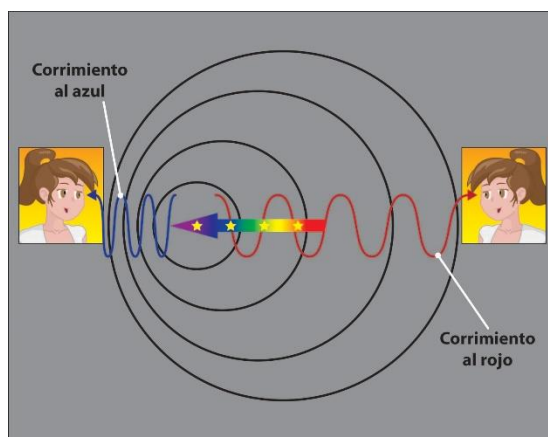


Figura 2.1 Efecto Doppler. Cuando una fuente sonora se acerca a un observador, la longitud de onda que recibe será más corta (tono más agudo), y si ésta se aleja, la longitud de onda será más larga (tono más grave).

Como una experiencia al fenómeno de efecto Doppler se puede hacer al colocar un despertador de timbre continuo encendido dentro de una bolsa de asas largas. Se trata de hacer girar la bolsa sostenida con fuerza de las asas, a una velocidad considerable, sobre la cabeza del experimentador (observador). Esto permitirá escuchar con claridad el cambio de timbre, de grave a agudo, conforme el despertador cambia de dirección (Peimbert y Fierro, 2016), figura 2.2 (El efecto Doppler: el sonido en objetos en movimiento, 2022).

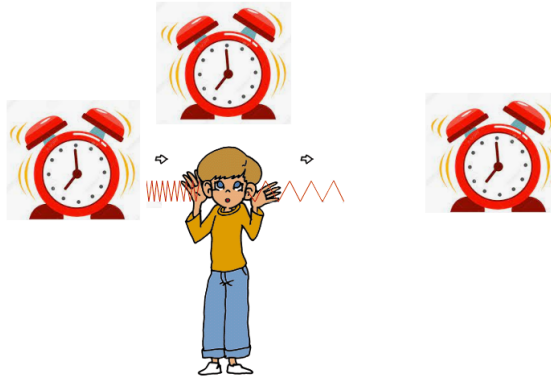


Figura 2.2 Cuando el observador tiene más cerca el despertador de su oído escucha un tono más agudo (mayor frecuencia) y cuando tiene más lejos el despertador de su oído escucha un tono más grave (menor frecuencia).

Así como hay cambios en la frecuencia debido al acercamiento o alejamiento de una fuente en este caso un sonido con respecto a un observador, también el efecto Doppler se produce en el caso de una fuente de luz.

Recordemos que en un espectro electromagnético hay decenas de miles de líneas espectrales, cada una de las cuales es de un color distinto, que no distinguimos a simple vista, pero que se puede medir con gran precisión por su longitud de onda o por su energía.

La luz de los astros se vuelve más roja si éstos se alejan de nosotros, y más azul si se acercan. Al medir qué distancia se desplazan las líneas de los espectros estelares respecto de la línea de los espectros del laboratorio terrestre como se aprecia en la figura 2.3 (eltamiz.com, 2011), tomados como referencia, además de medir la velocidad de acercamiento o alejamiento, se puede medir también la rotación o su expansión, pues hay secciones del astro que se acercan y otras que se alejan del observador (Peimbert y Fierro, 2016).

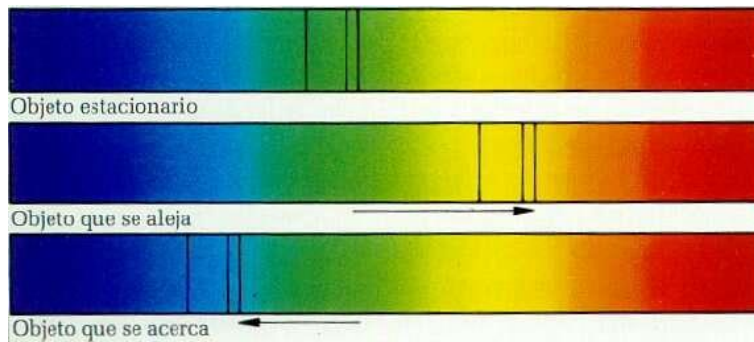


Figura 2.3 Al comparar la radiación de una fuente en movimiento hacia un observador con la que tendría en reposo se puede estimar la velocidad con la que se acerca o se aleja del observador. Si suponemos que el espectro superior corresponde al de una fuente en reposo o estacionario, el segundo correspondería a una fuente que se aleja (corrimiento hacia el rojo) y el tercero a una que se acerca (corrimiento hacia el azul).

Es seguro que nunca ha observado a los corredores olímpicos más azules ni más rojos, y tiene razón. Este efecto sólo se detecta cuando los objetos se desplazan a velocidades mayores a decenas de kilómetros por segundo, por medio de instrumentos de laboratorios llamados espectrómetros, ya que el ojo humano no lo puede percibir, siendo que los atletas más veloces del mundo corren a 10 metros por segundo (0.01 km/s). En cambio, la Tierra se traslada a una velocidad de 30 km/s en su órbita en torno al Sol y éste se mueve alrededor de la galaxia a una velocidad de 250 km/s (Peimbert y Fierro, 2016).

El efecto Doppler de las galaxias es una medición fundamental para comprender el modelo estándar de la Gran Explosión. Resulta que todos los cúmulos de galaxias se alejan unos de otros y mientras más distantes estén lo hacen con mayor velocidad (Peimbert y Fierro, 2016).

### 2.2.2 Radiación de fondo fósil. El cosmos y su *planckiana*, la radiación fósil

La radiación de fondo fósil es otro de los cuatros pilares que sustentan la Teoría de la Gran Explosión, en seguida describiremos como fue históricamente este hallazgo. El universo en su conjunto también emite una *planckiana*. Está repleto de radiación, radiación de fondo, ¡radiación fósil! La mayor parte corresponde a longitudes de onda de radio, de muy baja energía, de suerte que no nos afecta en la vida cotidiana. Nuestro cuerpo no está capacitado para detectar su presencia. A diferencia de las estrellas, que producen luz visible y, en consecuencia, podemos verlas con nuestros ojos, lo mismo que a la resistencia del hornito; por eso detectamos su color naranja cuando está caliente. La radiación de fondo del universo se descubrió con antenas de radio y ahora con satélites especializados



capaces de realizar mediciones muy precisas, en las secciones siguientes, se profundizará más sobre este punto (Peimbert y Fierro, 2016).

Haciendo una revisión sobre cómo fue el descubrimiento de la planckiana que emite nuestro universo. Será una descripción extensa ya que tomará en cuenta a los protagonistas de esta historia. En 1965 dos astrónomos estadounidenses que trabajaban en una compañía de teléfonos en New Jersey, Arno A. Penzias y Robert W. Wilson, instalaron una antena para radiocomunicaciones. Cuando la probaron para cerciorarse de que todo estuviera en orden, se dieron cuenta de que recibían una señal constante, pero no lograban detectar de dónde provenía, pues no localizaban la fuente exacta que la producía. Deseaban eliminarla, pues de otra manera produciría un ruido que afectaría sus comunicaciones (Peimbert y Fierro, 2016).

Pasaron varios meses y la señal seguía estando allí. Incluso creyeron que por algún efecto extraño el excremento de las palomas era el responsable de aquel ruido, por lo cual lavaron con grandes cepillos la antena; pero nada, la señal continuaba allí. Penzias le platicó el misterio a Jim Peebles, y este cosmólogo, sin pensarlo dos veces, le dijo que la antena estaba recibiendo la radiación fósil del universo. Le explicó que cuando se formó el cosmos, todos los átomos estaban ionizados y los núcleos desprovistos de electrones. Cuando se combinaron por primera vez, es decir, cuando cada núcleo atómico capturó sus electrones, emitió radiación (Peimbert y Fierro, 2016).

Fue la primera ocasión que se formaron átomos de hidrógeno como tales, con un núcleo circundado por un electrón. La temperatura del universo de entonces era de 3 000 K, (donde K es la unidad en la escala absoluta de temperatura llamada Kelvin y en el sistema internacional de unidades, es una unidad fundamental), como comparación, la temperatura de la superficie del Sol es de 5 800 K. Además, fue cuando el universo se volvió transparente. Pensemos en el interior del Sol: en él los fotones están rebotando de un átomo a otro porque es opaco. Sólo vemos los fotones que salen de la superficie. Pues bien, los primeros átomos en recorrer el universo al fin transparente fueron los de la radiación de fondo (Peimbert y Fierro, 2016).

Los fotones eran de energías elevadas, pero debido a la expansión cósmica lo que se detecta en la Tierra son fotones de radio, es decir, de poca energía. Debido a la expansión cósmica la longitud de onda de los fotones aumentó. La radiación fósil se produjo cuando la edad del universo era de 380 000 años (Peimbert y Fierro, 2016). En la actualidad la temperatura de la radiación de fondo es de 2.7 K.

Cuando esta radiación fue descubierta en 1965 se conocía el modelo de la Gran Explosión, pero no se tenía la certeza de que fuera la mejor manera de explicar el origen y la evolución del cosmos. El modelo que para algunos parecía más razonable era el del Estado Estacionario. Proponía que el universo siempre es igual, en todos lados, y que aun cuando se expande hay creación continua de materia que reemplaza a la que se diluye. Incluso el nombre “Gran Explosión” (en inglés, *Big Bang*) fue una broma de uno de sus detractores.

En general, en la astronomía los errores en las mediciones son considerables. Sin embargo, en el caso de la radiación de fondo se trata de una *planckiana* casi perfecta, como se aprecia en la figura 2.4 (Peimbert y Fierro, 2016). La diferencia entre la curva teórica y la observada es menor a los errores de la observación.

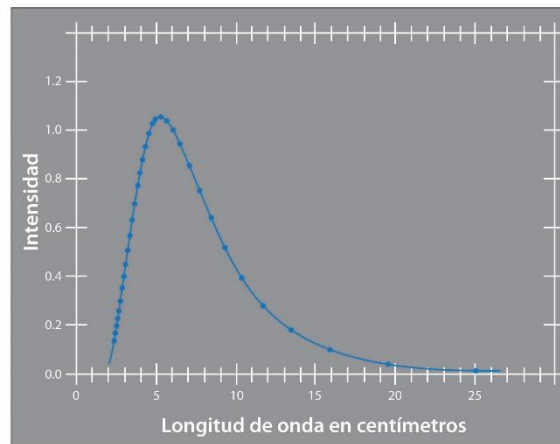


Figura 2.4 Grafica de la distribución de la intensidad en función de la longitud de onda (*planckiana*). Si se mide en ondas de radio la emisión que nos llega de cualquier lugar de la bóveda celeste, se puede obtener una planckiana casi perfecta: la de un cuerpo que se encuentra a 2.7 K. En la figura hemos graficado la intensidad de la radiación fósil contra su longitud de onda en centímetros.

Alpher, Bethe y Gamow escribieron el primer artículo teórico donde se predice la existencia de la radiación de fondo del universo, fechado en 1948. George Gamow le pidió a su entonces estudiante Ralph Alpher que calculara la proporción de elementos químicos de la tabla periódica para determinar si se habían generado durante la Gran Explosión. Es decir, que determinara cómo la energía primigenia formó protones, neutrones y electrones, y a partir de ellos todos los elementos de la tabla periódica. Llegaron a la conclusión de que debido a la expansión cósmica sólo se podrían haber formado el hidrógeno y el helio; los demás tuvieron que haberse creado mediante otros procesos que ahora sabemos se producen en el interior de las estrellas durante su evolución (Peimbert y Fierro, 2016).

Gamow le pidió a Bethe que firmara el artículo como “ $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ ” –alfa, beta, gamma– en honor a la analogía sonora de sus nombres Alpher, Bethe y Gamow. Por cierto, Hans Bethe obtuvo el premio Nobel de física en 1967 por su contribución al estudio de las reacciones termonucleares en el interior de las estrellas (Peimbert y Fierro, 2016).

Gamow se acercó a algunos radioastrónomos para pedirles que dirigieran sus antenas hacia el cielo, a fin de detectar la radiación de fondo del universo, pero no lo hicieron porque su equipo no era lo suficientemente sensible para medir esa radiación; se requerían detectores diez mil veces más sensibles de los que había en esa época. Así que el “artículo  $\alpha, \beta, \gamma$ ” se olvidó. Penzias y Wilson gracias al avance en la electrónica captaron casualmente la radiación de fondo, casi 20 años después (Peimbert y Fierro, 2016).

Cuando Penzias habló con Peebles, éste volvió a realizar los cálculos sobre la radiación de fondo que detectó la antena y comprobó la hipótesis de que se trataba del vestigio de la Gran Explosión. Por fortuna, fue alertado del cálculo anterior realizado en  $\alpha, \beta, \gamma$  y lo citó en su obra.

En una compilación reciente a cargo, entre otros, de Peebles, sobre la Gran Explosión, aparece una referencia a Manuel Peimbert, que destaca cómo determinó en 1968 la temperatura de la radiación fósil del universo utilizando las líneas espectrales que emite la molécula de CN. Además, la determinación de la abundancia primordial del helio obtenida a partir de regiones HII y nebulosas planetarias también están a favor de la teoría de la Gran Explosión (Peimbert y Fierro, 2016).

Uno de los grandes logros de finales del siglo XX consistió en poner en órbita el satélite COBE (Cosmic Background Explorer), por sus siglas en inglés, en el año de 1989, cuyo propósito fue precisamente estudiar la radiación de fondo. Se encontró que es muy homogénea, lo cual no indica que no estamos en un lugar privilegiado en el universo, ni existe ningún otro. El universo es muy parecido en todos lados así que debió tener un origen común. (Una analogía es pensar en la vida de la Tierra, está toda formada por RNA, lo cual implica que tuvo un origen común.) Posteriormente se pusieron en órbita el satélite WMAP y el Planck que han afinado las observaciones del COBE. Como se mencionó antes, estamos sumergidos en radiación que es la de un cuerpo negro a 2.7 K.

### 2.2.3 Expansión del universo

Imaginemos un universo muy grande, de una masa considerable, pues somos capaces de observar millones de galaxias a grandes distancias. Si cada galaxia estuviera quieta en su lugar, sentiría la atracción gravitacional de sus vecinas y éstas de las suyas, todas las galaxias se atraerían y terminarían cayendo unas sobre otras. Un universo con galaxias quietas sería inestable, dado que la fuerza de gravedad domina sobre el universo (Peimbert y Fierro, 2016).

En un universo estático, cualquier perturbación rompería el equilibrio y una galaxia caería sobre otra incrementando la gravedad local, y atraería así a otra y a otra más, hasta que todos los millones de cúmulos de galaxias cayeran sobre sí mismos.

Para que nuestro universo exista y no se colapse –para que no se caiga todo sobre sí mismo– es necesario que esté en expansión, y esto es justamente lo que se observa. Si lanzamos una pelota hacia arriba, debido a la atracción de la Tierra llegará a cierta altura y volverá a caer. Si la lanzamos más fuerte, llegará más alto, pero volverá a caer. Sin embargo, si la lanzamos a más de 12 km/s, se alejará para siempre (Peimbert y Fierro, 2016).

Dada una densidad específica, si la velocidad de alejamiento de las galaxias se vuelve lenta, el universo se irá frenando hasta que la distancia entre los cúmulos de galaxias sea la máxima y después se contraiga. Si la velocidad entre los cúmulos de galaxias es suficientemente elevada se alejarán para siempre, es decir, que el futuro del universo depende de dos factores: la densidad de materia que posea y su velocidad de expansión. Con los datos que tenemos hoy en día parecería que el universo se expandirá para siempre.

Ya que medimos la velocidad de expansión cósmica podemos extrapolar nuestras observaciones hacia el pasado y calcular cuándo se inició la expansión del universo; la respuesta es: hace 13 700 millones de años.

Es posible que nuestro cosmos haya tenido varios episodios anteriores al actual, en que el universo se expandió hasta cierto radio, y después se contrajo, y así sucesivamente. Pero en este episodio la aceleración que sufren los cúmulos de galaxias es tan alta que de continuar así se alejarán para siempre (Peimbert y Fierro, 2016).

No existe un centro de expansión del universo, pues todo se está expandiendo. Es como preguntarse dónde está el centro de la superficie de una pompa de jabón o de un

globo que se está inflando. Todos los puntos de la superficie se alejan de todos los demás y ninguno ocupa un sitio preponderante.

En realidad, el universo se está acelerando y se desconoce la fuente de energía que produce esta aceleración; sin embargo, tiene nombre: se llama energía oscura (Peimbert y Fierro, 2016).

J. Fierro (com. pers.) asegura que, puesto que vivimos en un universo en expansión, la distancia entre los cúmulos de galaxias es mayor de lo que fue en el pasado. Al calcular la distancia a un astro muy lejano se debe tomar en cuenta que el espacio recorrido por la luz que emitió ha aumentado desde que salió de su superficie. Está más lejos ahora de lo que estuvo cuando la luz salió de él. Mientras mayor sea la expansión del universo, mayor será el aumento de la distancia que separa a los cúmulos de galaxias.

Desde el año 1929, Edwin Hubble descubrió que las líneas espectrales de la mayoría de las galaxias aparecen corridas hacia el rojo, y que el corrimiento es mayor entre más alejada de nosotros se encuentre la galaxia. Las observaciones reunidas durante los últimos setenta años indican que el corrimiento hacia el rojo se puede explicar por medio del efecto Doppler.

Esta interpretación implica que la mayoría de las galaxias se están alejando de la nuestra y que las más distantes se alejan más rápidamente como se puede ver en la figura 2.5 (Peimbert y Fierro, 2016), lo que parecería indicar que nuestra Galaxia está situada en el centro del Universo.

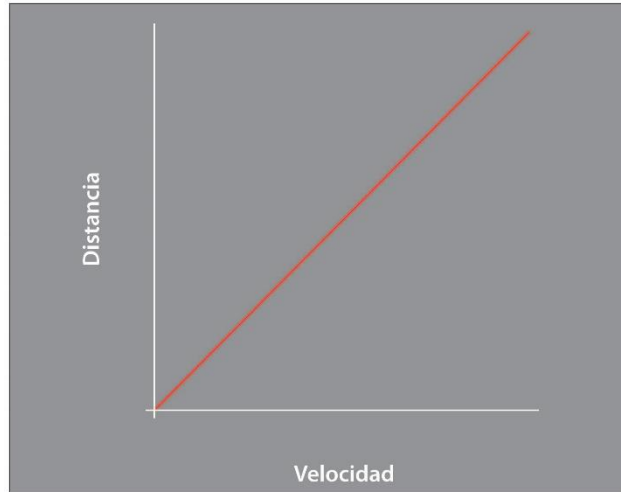


Figura 2.5 Gráfico distancia vs velocidad de la expansión de las galaxias. La velocidad de expansión de las galaxias aumenta conforme crece la distancia que nos separa de ellas.

Se puede demostrar que nuestra Galaxia no es el centro de la expansión del Universo y que desde otra galaxia observaríamos más o menos lo mismo, como se puede observar en la figura 2.6, (J. Fierro, com. pers.). Una analogía en dos dimensiones sería la de un globo que esté inflado con puntos pintados en su superficie; cada punto representaría a una galaxia y desde cualquier punto observaríamos a los demás puntos alejarse; esto es, no habría un punto privilegiado (actividad desarrollada y aplicada con alumnos del bachillerato de la UNAM), (Ramírez y Jiménez, 1998).

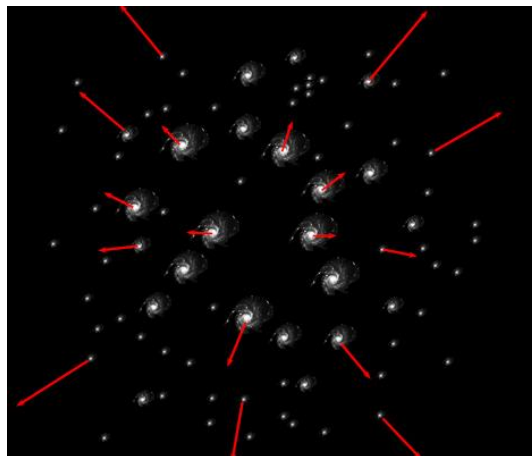


Figura 2.6 Imagen de lo que pudo haber observado Edwin Hubble, las flechas rojas indican la dirección en que se están expandiendo las galaxias.

Si las galaxias se alejan unas de otras, se sigue que en el pasado estuvieron más cercanas entre sí, e incluso que hubo un momento en que todo el material del universo observable se encontraba comprimido a grandes densidades y a muy altas temperaturas. En ese momento se produjo la Gran Explosión, así lo expresa J. Fierro (com. pers.).

## 2.2.4 Radiación electromagnética

La radiación es un fenómeno físico que consiste en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas a través del vacío o de algún medio.

La radiación electromagnética está constituida por ondas. Estas viajan a la velocidad de la luz, que es de 300 000 km/s. Está constituido por un campo magnético y eléctrico que se propagan de manera simultánea en forma de onda. Es importante aclarar que la radiación electromagnética (incluida la luz visible), es dual, pues se comporta a la vez como ondas y como partículas, es decir como pelotitas. Por ejemplo, en un telescopio óptico podríamos suponer que la luz es un conjunto de pelotitas que viajan por el espacio y que son capturadas por el telescopio. Dependiendo del experimento realizado, en ocasiones la luz se manifiesta como partículas, llamadas *fotones*, o como ondas (Fierro, 1999), ver figura 2.7 (mariogonzalez.es, 2020).

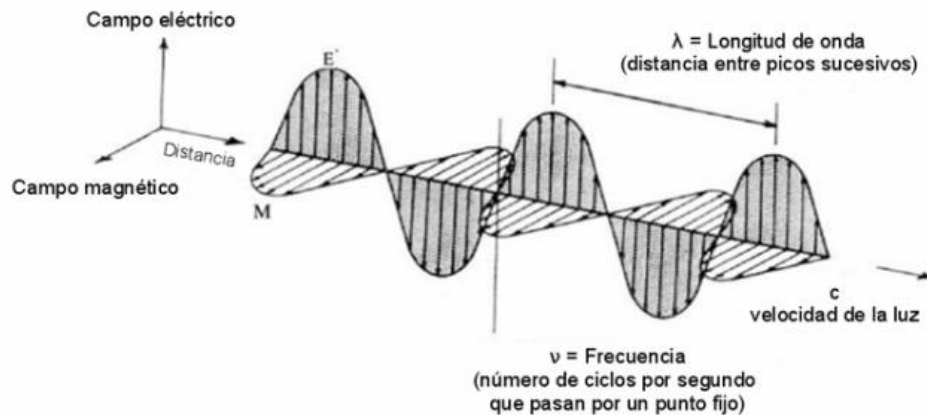


Figura 2.7 Representación de una onda electromagnética, constituido por un campo eléctrico y un campo magnético.

Una onda electromagnética se caracteriza por tener una velocidad de propagación (velocidad la luz arriba mencionada), una frecuencia (definido en la figura 2.7), una longitud de onda (representada en la figura 2.7), un periodo (es el tiempo que tarda la onda en completar un ciclo), una amplitud (altura máxima o mínima de la onda) y por último de una energía.

A continuación, se describen algunas de las propiedades de la radiación electromagnética y cómo se clasifica de mayor a menor energía.

La radiación de menor longitud de onda y mayor energía se denominan rayos gamma. Sus fotones poseen tanta energía que se pueden transformar en materia. La energía de un fotón se calcula por la fórmula  $E = hf$ , donde  $E$  es la energía del fotón,  $h$  es la constante de Planck, cuyo valor es de  $6.6260 \times 10^{-34} \text{ Js}$  y  $f$  es la frecuencia, la unidad de la constante de Planck es *Joule-segundo*. Nuestra atmósfera impide que ingresen los rayos gamma del cosmos, por lo tanto, solamente se pueden observar desde satélites.

Otra radiación que no puede ingresar a la superficie de la Tierra debido a la atmósfera son los rayos X. Estos también son muy energéticos tanto, que atraviesan los músculos de nuestro cuerpo y son absorbidos por los huesos, por lo que se emplean para tomar radiografías. A altas exposiciones son dañinos (Fierro, 1999).

La radiación ultravioleta es la que sigue en energía, la atmósfera también absorbe gran parte de ésta, sin embargo, la fracción de la radiación ultravioleta que nos llega del Sol y que no absorbe la atmósfera, llega a la superficie a la Tierra. Si observamos directamente al Sol puede dañar nuestros ojos, provocando desprendimiento de la retina, razón por la cual nunca hay que ver al Sol sin protección (filtros solares), de ahí la importancia de tener mucho cuidado en un eclipse solar. Nuestra piel también detecta radiación ultravioleta. Este tipo de radiación produce quemaduras, por eso no es bueno exponerse mucho tiempo al Sol. Los astrónomos observan el cielo en luz ultravioleta desde telescopios a bordo de satélites (Peimbert y Fierro, 2016).

Únicamente nuestros ojos pueden detectar la luz visible. En este intervalo de energías, es precisamente en el que emite más intensamente el Sol y también nuestra atmósfera es transparente, por lo que deja pasar la luz. Las estrellas similares al Sol también la producen. Las plantas verdes están diseñadas para aprovechar la luz del Sol.

Para el caso de la radiación infrarroja, los filamentos de las hornillas, los calentadores domésticos, una fogata, y un sartén puesto en la flama de una estufa producen este tipo de radiación. Las estrellas más frías emiten esta radiación (Peimbert y Fierro, 2016).

Conforme aumenta la longitud de onda se tienen las microondas, como la de los hornos. Su longitud de onda es de unos centímetros, por eso, si se coloca un guisado extendido y no gire algunas secciones se calientan y otras no.



La radiación de mayor longitud de onda corresponde a las ondas de radio, con las que se transmiten las señales que escuchamos en nuestros aparatos eléctricos como televisores, radios, entre otros.

En la figura 2.8 (Peimbert y Fierro, 2016) aparece la radiación electromagnética con su longitud de onda, y la fuente que la produce, por ejemplo, los rayos gamma son los de menor longitud de onda, la cual es similar al diámetro de un átomo y es generada por los hoyos negros cuando colisionan. En cambio, la longitud de onda de la luz visible tiene una longitud de onda cuya extensión es casi igual al tamaño de los protozoarios y la producen estrellas como el Sol.

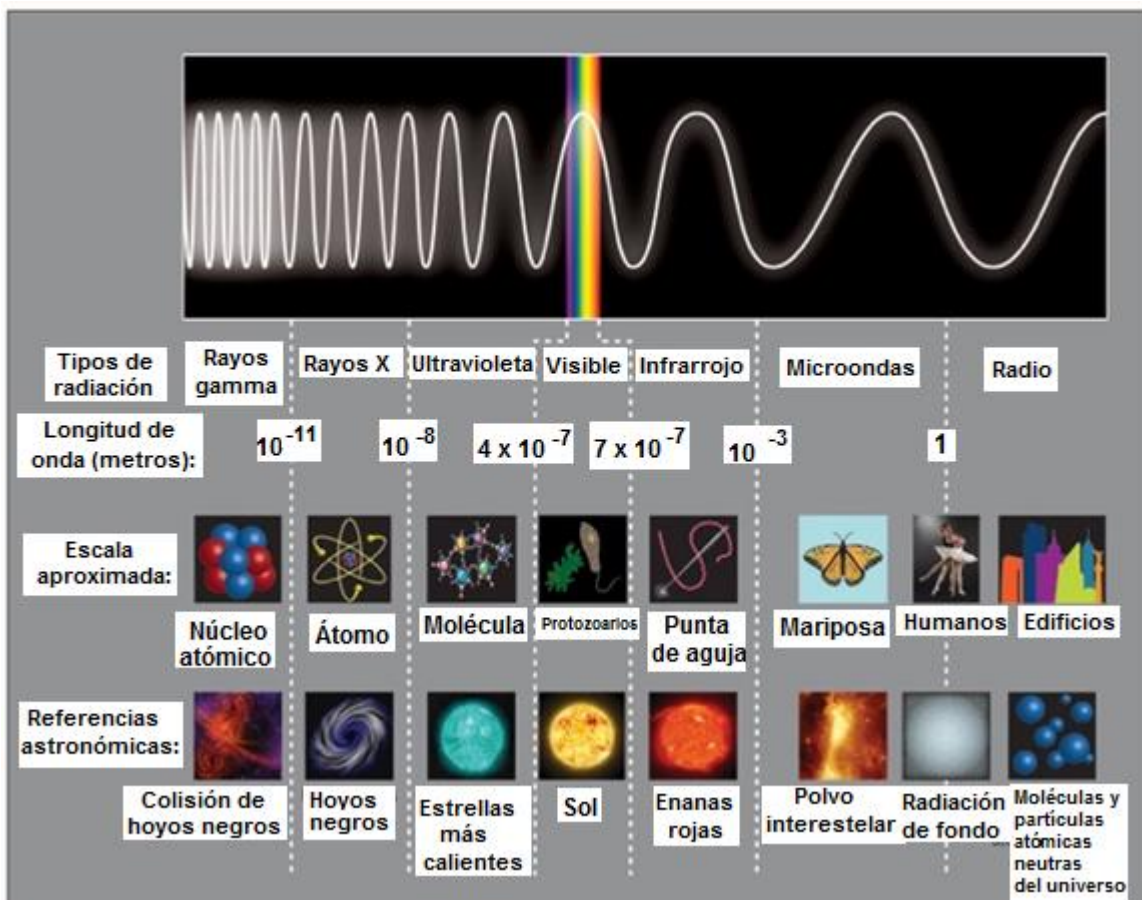


Figura 2.8 Tipos de radiación electromagnética con su respectiva longitud de onda, escala aproximada y referencias astronómicas.

## 2.2.5 Espectros de luz

A causa de la lejanía de los objetos celestes, los astrónomos analizan la radiación que llega a la Tierra. El estudio de la luz permite conocer sus propiedades. En general se puede tomar unas fotografías, lo que permite conocer el brillo, el color, su posición y la forma del objeto. También se puede descomponer la luz en arco iris, a esto se le conoce como espectroscopia. La espectroscopia es la rama de la astronomía que se dedica a estudiar la gama de colores, los espectros, que emiten todos los cuerpos celestes del universo.

Cuando se observa el espectro de un objeto se separa en los distintos colores de la luz que nos llega mezclada y que nuestros ojos solamente perciben como un solo color. Los espectros de los astros sirven para conocer su temperatura, densidad, composición química y velocidad, ver figura 2.9 (Física cuántica en la red, 2017).

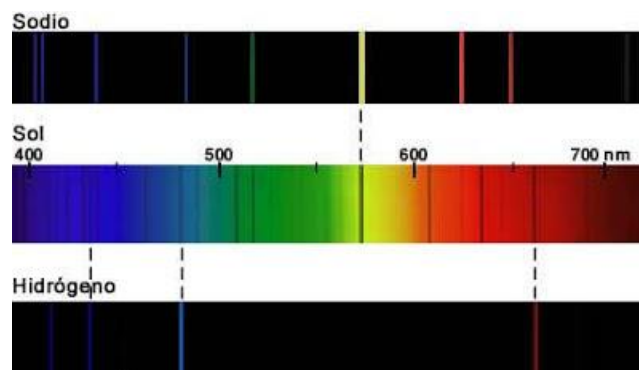


Figura 2.9 Espectros electromagnéticos de Sodio, el Sol y de Hidrógeno. En el espectro de luz solar se observan líneas tenues oscuras (verticales). Estas líneas oscuras son huella de los diferentes elementos químicos que están en la superficie del Sol. Como ejemplo se observa las líneas del Sodio y del Hidrógeno que hay en el Sol (nm, significa  $10^{-9}$ m, es decir unas mil millonésimas de un metro).

## 2.2.6 Espectros de luz continuo, de emisión y de absorción

Existen tres tipos de espectros: continuo, emisión y absorción. En la figura 2.10 (vecinadelpicasso, 2013) se presentan estos tres tipos de espectros. En el espectro continuo aparece toda la gama de colores, conocido como arco iris, en el espectro de emisión aparecen líneas verticales brillantes en una línea de color y en el espectro de absorción aparecen líneas oscuras también verticales (Peimbert, 2006).

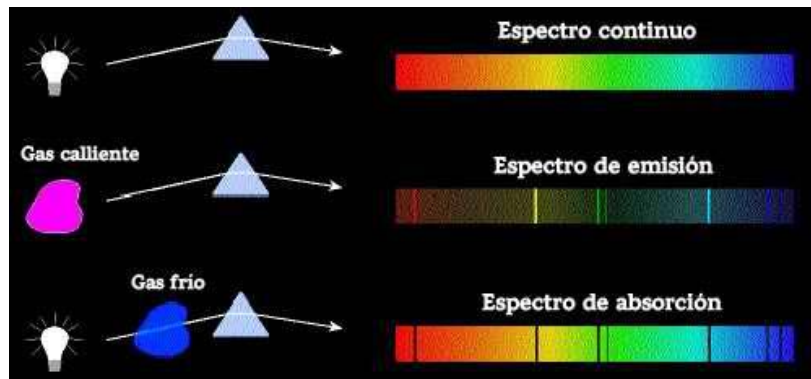


Figura 2.10 Espectros electromagnéticos continuos, de emisión y de absorción. Una fuente como un foco con un filamento incandescente que atraviesa un prisma presenta un espectro continuo, un gas caliente al pasar por un prisma presenta un espectro de emisión líneas verticales brillantes y cuando una fuente atraviesa un gas frío produce un espectro de absorción.

Cada elemento químico produce líneas espectrales únicas, con un color distinto del resto de los elementos químicos. Cuando se calienta un gas de un solo elemento químico emite luz de colores bien determinados como se puede observar en la figura 2.11 (Peimbert y Fierro, 2016). Se puede obtener su composición química de un gas incandescente compuesto por diferentes elementos al medir y analizar el espectro de emisión que produce en distintos colores. Por ejemplo, el oxígeno interestelar emite una luz verde que lo caracteriza.

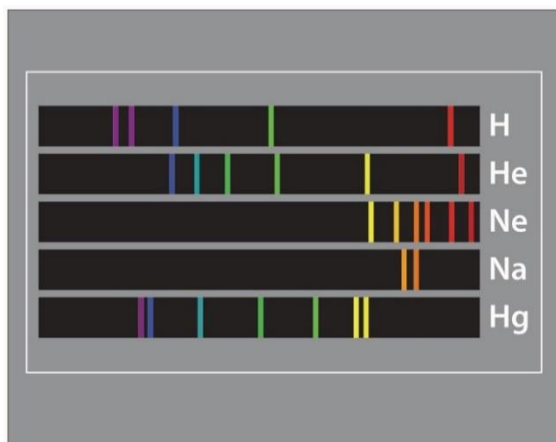


Figura 2.11 Espectros electromagnéticos de emisión para diferentes elementos químicos.

### 2.2.7 Emisión y absorción atómica

Los átomos pueden emitir o absorber energía. Cuando emiten fotones pierden energía; cuando los absorben ganan energía. Cada átomo o molécula sólo emite o absorbe cierto tipo de radiación, lo cual permite distinguir de qué sustancia se trata. Para explicar desde el punto de vista atómico estas dos situaciones del átomo en absorber o emitir energía, se recuerda que los electrones de los átomos tienen niveles de energía específicos o permitidos. Un átomo pierde energía cuando el electrón cae desde un nivel de mayor energía a un nivel menor energía, *emitiendo* un fotón de energía igual a la que perdió el electrón. Y un átomo gana energía *absorbiendo* un fotón, causando que el electrón pase a un nivel de menor energía a un nivel de mayor energía, igual a la energía del fotón, como se ve en la figura 2.12 (Wikipedia, 2014).

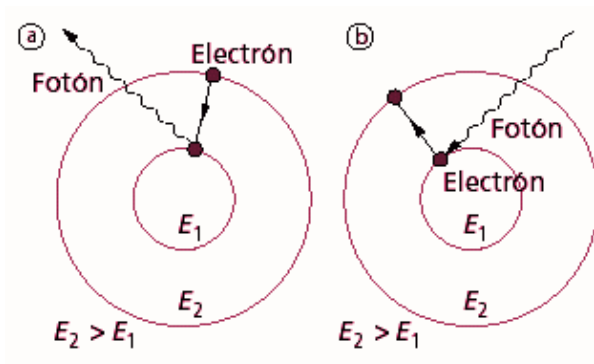


Figura 2.12 Esquema de la emisión y absorción de un fotón. a) Electrón pasando de un nivel de mayor energía  $E_2$  a un nivel menor energía  $E_1$  (emisión), b) Electrón pasando de un nivel de menor energía  $E_1$  a un nivel mayor energía  $E_2$  (absorción).

## **CAPÍTULO 3**

### **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA**

#### **3.1 La Astronomía en el plan de estudios del bachillerato universitario**

A lo largo del desarrollo de la ciencia, y en particular de la Física, la Astronomía ha jugado un papel fundamental. Desde que la humanidad tiene conciencia, se ha maravillado por los objetos que observa en el cielo, al mismo tiempo que se pregunta sobre la existencia misma y sobre el universo en el que vivimos.

La Astronomía ha llevado a un cambio constante en el pensamiento. En la antigüedad se utilizaba para medir el tiempo, para marcar las estaciones del año y para la navegación. Actualmente, es el vehículo que permite vislumbrar la inmensidad y complejidad del espacio exterior, colocando a la Tierra en su lugar en el universo.

Fuera de la gran cantidad de aplicaciones tecnológicas a las que la Astronomía ha dado lugar y del conocimiento que nos proporciona del universo en el que vivimos, la Astronomía pretende contestar a esa pregunta que todos nosotros nos hemos hecho en algún momento ¿de dónde venimos?

Ahora bien, las maravillosas imágenes que la Astronomía provee del espacio exterior inspiran tanto a los interesados en la ciencia, como a los que no la han considerado como un aspecto importante de su vida. Si se pretende que los estudiantes de bachillerato, y el público en general, posean una cultura científica básica, es claro que debemos incluir la enseñanza de la Astronomía en los diferentes niveles educativos.

La última actualización de los Programas de Estudio de la ENCCH se realizó en 2016 (UNAM-ENCCH, 2016), con la participación de los profesores que imparten las asignaturas de Física I-II, el autor de este reporte fungió como secretario de la comisión en dichas asignaturas. Cabe destacar que, en esta última actualización de los programas de estudio, el programa de la asignatura Física II ya no considera la enseñanza del tema “Cosmología: origen y evolución del universo”, el cual sí se incluía explícitamente tanto en la actualización del Plan y Programas de Estudios del año 1996 (UNAM-ENCCH, 1996b), como en la revisión y actualización de los Programas de Estudio de Física I-IV del año 2004 (UNAM-ENCCH, 2004).

La práctica docente motivo de este informe, fue realizada durante el ciclo escolar 2008-2009 (semestres 2008-1 y 2008-2) por lo que, el Programa de Estudio 2004 de la ENCCH se encontraba vigente al momento de realizar la intervención educativa.

Si se sigue con los actuales programas de estudio, el tema que se desarrolla en este reporte de práctica docente puede incluirse en la asignatura Física II, en la unidad 3. *Introducción a la Física Moderna y Contemporánea*, como tema motivador y generador de ideas.

A continuación, en la figura 3.1 se presenta el mapa curricular del Plan de Estudios actualizado en el año 1996 (UNAM-ENCCH, 1996b).

Semestre	MAPA CURRICULAR DEL PLAN DE ESTUDIOS ACTUALIZADO							TOTAL Horas/ Créditos
1°	Asignatura	Matemáticas I Álgebra y Geometría	Taller de Cómputo*	Química I	Historia Universal Moderna y Contemporánea I	Taller de Lectura, Redacción e Iniciación a la Investigación Documental I	Lengua Extranjera I	28/24 56/48
	Horas Créditos	5 10	4 3	5 10	4 8	6 12	4 8	
2	Asignatura	Matemáticas II Álgebra y Geometría	Taller de Cómputo*	Química II	Historia Universal Moderna y Contemporánea II	Taller de Lectura, Redacción e Iniciación a la Investigación Documental II	Lengua Extranjera II	28/24 56/48
	Horas Créditos	5 10	4 8	5 10	4 8	6 12	4 8	
3°	Asignatura	Matemáticas III Álgebra y Geometría Analítica	Física I	Biología I	Historia de México I	Taller de Lectura, Redacción e Iniciación a la Investigación Documental III	Lengua Extranjera III	29 58
	Horas Créditos	5 10	5 10	5 10	4 8	6 12	4 8	
4°	Asignatura	Matemáticas IV Álgebra y Geometría Analítica	Física II	Biología II	Historia de México II	Taller de Lectura, Redacción e Iniciación a la Investigación Documental IV	Lengua Extranjera IV	29 58
	Horas Créditos	5 10	5 10	5 10	4 8	6 12	4 8	
		Primera Opción	Segunda Opción	Tercera Opción	Cuarta Opción	Quinta Opción		
		Optativas	Optativas	Obligatoria	Optativas	Optativas		
5°	Asignatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo Integral y Diferencial I</li> <li>• Estadística y Probabilidad I</li> <li>• Cibernética y Computación I</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biología III</li> <li>• Física III</li> <li>• Química III</li> </ul>	Filosofía I 4 8 Optativa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temas Selectos de Filosofía I</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración I</li> <li>• Antropología I</li> <li>• Ciencias de la Salud I</li> <li>• Ciencias Políticas y Sociales I</li> <li>• Derecho I</li> <li>• Economía I</li> <li>• Geografía I</li> <li>• Psicología I</li> <li>• Teorías de la Historia I</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Griego I</li> <li>• Latín I</li> <li>• Lectura y Análisis de Textos Literarios I</li> <li>• Taller de Comunicación I</li> <li>• Taller de Diseño Ambiental I</li> <li>• Taller de Expresión Gráfica I</li> </ul>	4 8	28 56
	Horas Créditos	4 8	4 8	4 8	4 8	4 8	4 8	
6°	Asignatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo Integral y Diferencial II</li> <li>• Estadística y Probabilidad II</li> <li>• Cibernética y Computación II</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biología IV</li> <li>• Física IV</li> <li>• Química IV</li> </ul>	Obligatoria Filosofía II Optativa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temas Selectos de Filosofía II</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración II</li> <li>• Antropología II</li> <li>• Ciencias de la Salud II</li> <li>• Ciencias Políticas y Sociales II</li> <li>• Derecho II</li> <li>• Economía II</li> <li>• Geografía II</li> <li>• Psicología II</li> <li>• Teorías de la Historia II</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Griego II</li> <li>• Latín II</li> <li>• Lectura y Análisis de Textos Literarios II</li> <li>• Taller de Comunicación II</li> <li>• Taller de Diseño Ambiental II</li> <li>• Taller de Expresión Gráfica II</li> </ul>	4 8	28 56
	Horas Créditos	4 8	4 8	4 8	4 8	4 8	4 8	

\*La mitad de los alumnos cursarán en el primer semestre, la otra en el segundo.

En quinto y sexto semestres los alumnos cursarán siete materias: Filosofía; una materia de las opciones primera, segunda, cuarta y quinta; una de las opciones primera o segunda y una más de las opciones cuarta o quinta o bien Temas Selectos de Filosofía.

TOTAL DE HORAS 166

TOTAL DE CRÉDITOS 332

Figura 3.1 Mapa curricular del plan de estudios actualizado 1996 del CCH UNAM.

Como puede observarse, en el mapa curricular del Programa de Estudio de Física I-II, del Plan de Estudios actualizado 1996 y de la revisión del Programa de Estudios 2004, la asignatura de Física II, correspondiente al tercer semestre, es obligatoria. El aprendizaje correspondiente a la tercera unidad: Física y tecnológica contemporáneas, es: el alumno conoce los modelos actuales del origen y evolución del Universo, con la temática Cosmología: Origen y evolución del universo.

En la ENP se tiene la asignatura optativa de elección “Astronomía”<sup>1</sup> (UNAM-ENP, 1996b) en el sexto año de la preparatoria, al igual que en el ENCCH la práctica docente se llevó a cabo durante el ciclo escolar 2008-2009 (semestres 2008-1 y 2008-2) con el Plan y Programas de Estudio actualizado 1996 (UNAM-ENP, 1996b). En dicha asignatura optativa correspondiente al sexto año de la preparatoria del Área 1 Ciencias Físico – Matemáticas y de las Ingenierías, siendo este un curso teórico, se llevaron a cabo la secuencia didáctica desarrollada, que corresponde a la Unidad 1. El Sol: principio y fin de la vida. Cuyo objetivo específico es, el alumno: Analizará la importancia de la radiación electromagnética para comprender los tipos de energía que provienen del Sol, así como la expansión del universo mediante la interpretación de la gráfica de rapidez contra distancia del movimiento de las galaxias para fundamentar la teoría de la Gran Explosión sobre el origen del Universo.

Sin embargo, al igual que en el ENCCH el tema puede ser utilizado en cualquiera de las asignaturas de Física como un tema motivador y generador de ideas.

De acuerdo con el modelo educativo tanto del ENCCH, como de la ENP, el alumno debe adquirir conocimientos para tener una cultura básica general. Esto incluye una cultura básica referente a los conceptos fundamentales de la física que le ayudarán a comprender el mundo que le rodea. En este sentido, y en referencia a este reporte de práctica docente, es importante que los estudiantes, e incluso el público en general, tengan el conocimiento de que existe un origen del universo al que pertenecemos y que éste se encuentra evolucionando.

El cuestionario de evaluación diagnóstica que se aplicó durante la práctica docente mostró que hay estudiantes que consideran que no pertenecen al universo, que nos encontramos en un planeta que nada tiene que ver con el universo. Esta respuesta es sorpresiva, si consideramos que debería ser conocido que el planeta Tierra pertenece a un sistema solar que gira en torno a una estrella llamada Sol y que esta estrella gira en torno

---

<sup>1</sup> [http://enp.unam.mx/assets/pdf/planesdeestudio/6to/1723\\_astronomia.pdf](http://enp.unam.mx/assets/pdf/planesdeestudio/6to/1723_astronomia.pdf)

a una galaxia llamada vía láctea y esta Vía láctea pertenece a un enjambre de galaxias llamada el Grupo Local.

### **3.2 Secuencia didáctica**

En la secuencia didáctica que se construyó, los alumnos aplican los valores del modelo educativo, tales como su participación en el proceso de aprendizaje, al aprender haciendo. Por ejemplo, las lecturas aplicadas (Radiación de fondo cósmico y Abundancia química de los elementos) y el manejo de material para la analogía de la expansión del universo con los globos (Ramírez y Jiménez, 1998), implica que el estudiante tome un papel activo en el aprendizaje, teniendo al profesor ya no como transmisor del conocimiento, sino como un guía que le indicará el camino a la adquisición del conocimiento. Por otra parte, mientras los estudiantes realizan las actividades se fomentan el respeto entre ellos, la colaboración grupal, el aprender a convivir, el respeto a la diversidad, etc.

Para elaborar la estrategia didáctica, y por ende la secuencia didáctica para ser aplicada, se consideró a la concepción constructivista como la más adecuada y que es precisamente la que coincide con el modelo educativo de la ENP y el ENCCCH. En este caso, el alumno ya sabe algo y, como señala Ausubel et al. (2005): “el aprendizaje es aquello que el aprendiz ya sabe, indáguese esto y enseñe de acuerdo con esto”.

No sólo en el aspecto cognitivo, sino también en el social, los aprendizajes son construcciones propias de los alumnos, que se van produciendo día a día como resultado de la interacción de estos dos aspectos, para finalmente llegar a lo que se conoce como un aprendizaje significativo (Ausubel et al., 2005).

Retomando lo que menciona Ausubel et al. (2005), es muy importante considerar lo que ya trae consigo el estudiante: ideas alternativas, experiencias, ciertos conocimientos previos, manejo de materiales, habilidades en los lenguajes matemáticos, etc.

En resumen, para Ausubel et al. (2005), el aprendizaje significativo es aquel que conduce a la creación de estructura de conocimiento mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas de los estudiantes.

Ausubel et al. (2005), comenta que, reduciría toda la psicología educativa en un sólo principio: el factor aislado más importante que influencia el aprendizaje es aquello que el aprendiz ya sabe. Averígüese esto y enséñese de acuerdo con ello.



De acuerdo con Díaz Barriga y Hernández (2002), para César Coll, la concepción constructivista del aprendizaje escolar se sustenta en la idea que la meta de la educación que se imparte en las instituciones educativas es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece. Estos aprendizajes no se alcanzarán satisfactoriamente a no ser que se suministre una ayuda (el profesor) específica mediante la participación de los alumnos en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas, que logren propiciar en éste una actividad mental constructivista.

Los materiales didácticos desarrollados y puestos en práctica por el autor también cumplen con la teoría de enseñanza situada. Esta corriente del aprendizaje considera de una manera preponderante (Díaz Barriga y Hernández, 2002): aprender haciendo, que el conocimiento es situado, es decir, es parte y producto de la actividad, del contexto y de la cultura en que se desarrolla y utiliza.

Propone (Dewey, 1938 en Díaz Barriga, 2006) que toda educación auténtica se efectúa mediante la experiencia, sin embargo, afirma “no significa que todas las experiencias sean verdaderas o igualmente educativas”. Esto es, el aprendizaje experiencial es un aprendizaje activo, utiliza y transforma los ambientes físicos y sociales para extraer lo que contribuya a experiencias valiosas y pretende establecer un fuerte vínculo entre el aula y la comunidad, entre la escuela y la vida.

La secuencia didáctica que se aplicó durante la práctica docente tiene como objetivos de aprendizaje que el estudiante:

a) Conozca una de las teorías más aceptadas por la comunidad científica que explica el origen y evolución del universo.

b) Cuento con materiales didácticos de apoyo novedosos, acorde a su nivel cognitivo sobre el origen y evolución del universo y que sirva como una motivación.

c) Tenga el interés por la vocación de una carrera científica, como el caso de la física, en particular de la astronomía y se anime a estudiar esta última ciencia de manera profesional o aficionada.

Y se siguieron los siguientes pasos:

1. Se aplicó de manera individual un cuestionario diagnóstico (Anexo 1) que permitió indagar las ideas previas o alternativas, que en ocasiones les suelen llamar preconceptos,

que poseían los estudiantes acerca del origen y evolución del universo. Se aplicaron dos encuestas, una en el CCH Oriente y otra en la ENP no. 8, a alumnos de cuarto semestre y de sexto año respectivamente.

2. La información obtenida del cuestionario de diagnóstico permitió plantear las actividades a desarrollar con los estudiantes.

3. Se desarrolló la actividad experimental “La expansión del universo” (Anexo 2), la cual tiene el propósito de que el alumno comprenda claramente el concepto de la expansión del universo establecido por primera vez por Edwin Hubble en el año 1929 (Ramírez y Jiménez, 1998). En esta actividad se hace uso de la analogía (Díaz Barriga y Hernández, 2002), la que es conocida como un recurso didáctico útil que permite también la organización y contextualización de la información favoreciendo que el estudiante adquiera el conocimiento, lo asimile, le encuentre sentido y lo haga suyo. Se aplicó por equipo. Por otra parte, se fomenta el desarrollo de un pensamiento reflexivo y creativo, en el cual el estudiante puede establecer vínculos entre el nuevo conocimiento y el que ya posee, tal como se espera en el aprendizaje significativo. La expansión del universo es uno de los cuatro pilares que sustentan el Modelo Estándar de la Gran Explosión (MEGE). Además, el que sea una actividad para realizar en equipo favorece el trabajo colaborativo, el intercambio de ideas y el desarrollo de habilidades de comunicación oral y escrita.

4. Se realizaron dos lecturas, que se aplicaron por equipo, estas fueron elaboradas tomando en cuenta los conocimientos previos del estudiante y los objetivos de aprendizaje, con las que se pretende que el alumno comprenda los otros dos pilares que sustentan al MEGE. La primera lectura “Radiación de fondo cósmico” (Anexo 3), resulta motivadora ya que permite conocer como de manera accidental los científicos estadounidenses Arno Penzias y Robert Wilson en el año 1965, detectaron por medio de unas antenas de radio para comunicación, una radiación electromagnética desconocida, cuyo estudio llevó a la conclusión de que estamos sumergidos en un tipo de ondas de radio de baja frecuencia, que pueden interpretarse como el espectro continuo emitido por un cuerpo negro con una temperatura de entre 5 K y 3 K. Esta radiación junto con el corrimiento al rojo cosmológico se considera como la mejor prueba disponible de la teoría de la Gran Explosión o *Big Bang* del inglés o (MEGE). Actualmente, se ha medido, por medio de satélites, que esta radiación está asociada a una temperatura con un valor de 2.7 K (Peimbert y Fierro, 2016). En la segunda lectura, “Abundancia química de los elementos” (Anexo 4), se muestra que cuando el universo sólo tenía sólo cuatro minutos de vida, los únicos elementos químicos presentes

eran Hidrógeno (75%) y Helio (25%). Conforme el universo evolucionó, las estrellas elaboraron los demás elementos químicos y, al terminar su desarrollo, contaminaron el medio interestelar. Estas lecturas tienen por objetivo fomentar la comprensión entendiendo a ésta como un proceso interactivo en el que el lector construye una representación mental al procesar la información que obtiene del texto e integrarla al conocimiento previo que ya posee. En dichas lecturas se incluye un cuestionario final, cuyas preguntas van más dirigidas a la evaluación de la comprensión que a la enseñanza a través de ellas. Las preguntas han sido elaboradas considerando los objetivos de la lectura y pretenden también ser una invitación a la reflexión.

Se suele considerar que los estudiantes sólo leen por exigencias académicas más que por interés personal. Así pues, con estas lecturas se quiere evitar esta actitud negativa, para lo cual el profesor deberá convertirse en un motivador que sirva de mediador entre el estudiante y el texto escrito. Se pretende que estas lecturas animen al estudiante a leer pequeños textos dedicados a temas interesantes de física. En el nuevo paradigma de la educación se señala la importancia de la lectura, en este caso poder comprender un texto científico. Además, los alumnos deben aprender a redactar sus respuestas con claridad. Es decir, escribir con sus propias palabras lo que entendieron favoreciendo la comunicación. Para implementar estas lecturas, se formaron equipos de 4 alumnos cada uno. Posteriormente, se distribuyó el texto a leer y el cuestionario correspondiente. La idea es que reflexionen sobre el texto y sean capaces de sintetizar lo aprendido. Al finalizar la clase, se discutió de forma grupal la respuesta a cada una de las preguntas del cuestionario.

5. Finalmente, a modo de cierre de la secuencia didáctica, se propone la realización de una práctica de campo consistente en observar la bóveda celeste “cielo” por la noche, a simple vista y/o con instrumentos ópticos astronómicos: binoculares y telescopios.

Para realizar esta práctica existen varios lugares a los que el docente puede acudir junto con sus alumnos, en donde, incluso si el profesor no cuenta con conocimientos básicos de astronomía, puede solicitar el apoyo de un guía. Un lugar, por ejemplo, podría ser, el Observatorio de Tonantzintla, Puebla. Ya que este centro pertenece a la UNAM, el bachillerato universitario tiene las puertas abiertas y en él se encuentra un Telescopio de 100 cm de diámetro. En esta actividad, los estudiantes podrán observar los cuerpos celestes que conforman nuestro universo, esto es: planetas, estrellas, nebulosas, galaxias, etc.

Dicha visita al observatorio de Tonantzintla, Puebla, México, o a cualquier otro lugar, debe ser opcional, ya que, la realización de prácticas de campo no es obligatoria en todas las instituciones educativas del país, tanto públicas como privadas. Por otro lado, puede suceder que el docente no se sienta capaz de realizarla, dada la responsabilidad que ésta conlleva al llevar a alumnos menores de edad a una práctica de campo por la noche. Incluso, hay instituciones educativas que no permiten este tipo de actividades, ya que han ocurrido accidentes. Por esta razón, también se plantea la opción de realizar una visita a un planetario o un museo durante el día. A continuación, se presenta una guía para realizar la práctica de campo.

### **3.2.1 Propuesta para una práctica de campo**

En la medida de las posibilidades del docente y los estudiantes, así como de la institución educativa, se presenta una planeación a una práctica de campo de manera opcional, no es obligatoria, ya que conlleva una responsabilidad. Por otro lado, la práctica de campo tiene como objetivo que los alumnos conozcan más sobre la astronomía, en particular de nuestro universo, que somos parte de él, como lo reconocieron los estudiantes en la secuencia didáctica. La idea es que visiten un centro educativo o de divulgación en cual exista un planetario, ya sea fijo o portátil, o algún museo donde se tenga una exposición permanente o temporal sobre astronomía, esto depende mucho de su localidad.

También es importante señalar que, si se realiza la práctica de campo, esta debe ser muy bien planeada desde el ámbito administrativo, por ejemplo, si está permitido en el centro educativo las prácticas de campo, si es el caso que se permiten las prácticas de campo, es importante considerar lo siguiente: los permisos que deben dar los papás a los estudiantes, el transporte, los alimentos, el seguro de vida, si alguien es alérgico a un medicamento o picadura de animal, si tienen alguna enfermedad, el costo, etc.

Esta planeación debe considerar que se lleve a cabo en un sólo día, es decir, que salgan por la mañana y regresen por la tarde. Deben tener los teléfonos de los papás por cualquier eventualidad, así como los teléfonos de las autoridades del centro educativo y conocer el horario de salida y regreso y saber a dónde van a ser la práctica de campo.

A continuación, se presentan algunos lugares de la Ciudad de México donde se pueden llevar a cabo la práctica de campo, la direcciones y horarios las pueden encontrar en las páginas web:

1. Planetario Luis Enrique Erro, del Instituto Politécnico Nacional, CDMX.

2. Planetario José de la Herrán, Circuito Cultural, Ciudad Universitaria CDMX.
3. Planetario Ing. Joaquín Gallo, Col. Santa Cruz Atoyac, alcaldía Benito Juárez, CDMX.
4. Planetario Centro Astronómico Clavius, Col. Lomas de Santa Fe, CDMX.
5. Planetario Domos Producciones, Col. Cerro de la Estrella, alcaldía Iztapalapa CDMX.
6. Planetario del Museo Universum, Ciudad Universitaria, CDMX.
7. Planetario: Domo Digita Citibanamex, Papalote, Museo del Niño, segunda sección de Chapultepec, CDMX (consultar cartelera).
8. Planetario del Museo Tecnológico (MUTEC), segunda sección de Chapultepec, CDMX.
9. Museo Universum, sala del universo, Ciudad Universitaria, CDMX.
10. Observatorio Astronómico de la IBERO, Universidad Iberoamericana, CDMX.

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS Y ANÁLISIS

Enseguida, se presentan los resultados obtenidos en la implementación de la secuencia didáctica en un grupo de 20 estudiantes del CCH-Oriente. Cabe mencionar que los resultados obtenidos en un grupo de la ENP 8, son totalmente similares por lo que ya no han sido incluidos.

#### 4.1 Resultados, análisis y tres cuestionarios contestados individualmente (como evidencias) sobre el cuestionario diagnóstico acerca del universo

Primera pregunta: **¿Cómo crees que se haya formado el Universo?**

A continuación, presento las respuestas que dieron los estudiantes que algunas fueron muy semejantes, dichas respuestas las consideré en una categoría. En la tabla 1 aparecen dichas categorías.

**Tabla 1** Las seis categorías de respuestas que dieron los estudiantes a la primera pregunta

R1	R2	R3	R4	R5	R6
Por medio de una explosión llamada Big Bang	Dispersión de partículas especiales	A raíz del Big Bang, quedaron diversos residuos que formaron el universo	Por la concentración de gas y materia, para después expandirse	A partir de la acumulación de gases	Dios lo creó y una explosión

Donde: **R1** representa la primera respuesta, **R2** representa la segunda respuesta, **R3** representa la tercera respuesta, **R4** representa la cuarta respuesta, **R5** representa la quinta respuesta y **R6** representa la sexta respuesta.

A continuación, aparece en la tabla 2 el número de alumnos que dieron dichas respuestas y sus porcentajes.

**Tabla 2** Número de alumnos que dieron las seis categorías de respuestas y sus porcentajes

<b>Categoría de respuesta</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>
Número de alumnos que contestaron esa respuesta y sus porcentajes	13 (65%)	1 (5%)	1 (5%)	2 (10%)	2 (10%)	1 (5%)

Como se puede observar en la tabla 2, el 65% de los estudiantes afirman que se creó el universo por medio de una explosión llamada Big Bang del inglés que significa Gran Explosión (R1). Mientras que el 5% dice que por dispersión de partículas especiales (R2) y otro 5% por el Big Bang quedaron diversos residuos que formaron el universo (R3). Otro 10% afirma que se debió a la concentración de gas y materia, para después expandirse (R4) y otro 10% afirma que fue a partir de la acumulación de gases (R5). Y, por último, sólo un estudiante, el 5% cree que el universo lo creó Dios y a su vez una explosión (R6).

#### Segunda pregunta: ¿Qué forma tiene el Universo?

A continuación, se presentan las respuestas que dieron los estudiantes que algunas fueron muy semejantes, dichas respuestas las consideré en una categoría. En la tabla 3 aparecen dichas categorías.

**Tabla 3** Las siete categorías de respuestas que dieron los estudiantes a la segunda pregunta

<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>	<b>R7</b>
Rectangular	Como un huevo o huevo estrellado	Óvalo	No tiene forma	Circular	Elíptica	Infinito

Donde: **R1** representa la primera respuesta, **R2** representa la segunda respuesta, **R3** representa la tercera respuesta, **R4** representa la cuarta respuesta, **R5** representa la quinta respuesta, **R6** representa la sexta respuesta y **R7** representa la séptima respuesta.

A continuación, en la tabla 4 aparece el número de alumnos que dieron dichas respuestas y sus porcentajes.

**Tabla 4** Número de alumnos que dieron las siete categorías de respuestas y sus porcentajes

<b>Categoría de respuesta</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>	<b>R7</b>
Número de alumnos que contestaron esa respuesta y sus porcentajes	1	2	5	7	2	1	2
	5%	10%	25%	35%	10%	5%	10%

Como se puede observar en la tabla 4, la respuesta que predomina es la cuarta, que dice que el universo no tiene forma, con un 35% (R4). La otra que predomina es la respuesta 3, que establece que el universo tiene forma de óvalo, con un 25% (R3). Hay una respuesta de un alumno que menciona que el universo tiene forma rectangular, con un 5% (R1). En la respuesta dos, un alumno contesta que el universo tiene forma de huevo y otro de huevo “estrellado”, con un 10% (R2). Hay un 10% que dice que el universo tiene forma circular (R5). Con un 5% hay un alumno que el universo tiene forma elíptica (R6). Por último, hay dos estudiantes, el 10% que dice que el universo tiene forma de infinito (R7).

#### Tercera pregunta: **¿Qué edad crees que tiene el Universo?**

A continuación, se presentan las respuestas que dieron los estudiantes que algunas fueron muy semejantes, dichas respuestas las consideré en una categoría. En la tabla 5 aparecen dichas categorías.

**Tabla 5** Las doce categorías de respuestas que dieron los estudiantes a la tercera pregunta

<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>	<b>R7</b>
100 millones de años	10 millones de años	mil de millones de años	9 mil millones de años	15 millones de años	Millones y millones de años	4,800 millones de años
						Infinito de años

<b>R8</b>	<b>R9</b>	<b>R10</b>	<b>R11</b>	<b>R12</b>
Miles de millones de años	Millones de años	Todos los años	15 mil millones de años	8 mil millones de años



Donde: **R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11 y R12**, representan las doce respuestas que dieron los estudiantes.

A continuación, en la tabla 6 aparece el número de alumnos que dieron dichas respuestas y sus porcentajes.

**Tabla 6** Número de alumnos que dieron las doce categorías de respuestas y sus porcentajes

<b>Categoría de respuesta</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>	<b>R7</b>
Número de alumnos que contestaron esa respuesta y sus porcentajes	3	1	1	1	1	1	1
	15%	5%	5%	5%	5%	5%	5%

<b>Categoría de respuesta</b>	<b>R8</b>	<b>R9</b>	<b>R10</b>	<b>R11</b>	<b>R12</b>
Número de alumnos que contestaron esa respuesta y sus porcentajes	4	4	1	1	1
	20%	20%	5%	5%	5%

Como se observa en la tabla 6 las respuestas que tuvieron mayor frecuencia fueron la 8 (R8) y la 9 (R9) con 4 estudiantes cada una, con un porcentaje del 20%, donde en la primera afirman que la edad del universo es de miles de millones de años y en la segunda con una edad de millones de años. En la respuesta 1, que fueron 3 estudiantes, dicen que la edad del universo es de 100 millones de años, con un 15 %, (R1). En las demás respuestas que son de diferente valor para la edad del universo, en particular, hay una respuesta que se acerca más al valor aceptado por los cosmólogos del mundo, el cual es de 13,700 millones de años, es la respuesta 11, el cual un estudiante dice que la edad del universo es de 15,000 millones de años, con un 5%, (R11).

**Cuarta pregunta: ¿De qué piensas que está hecho el Universo?**

A continuación, se presentan las respuestas que dieron los estudiantes, algunas fueron muy semejantes, dichas respuestas se consideraron en una categoría. En la tabla 7 aparecen dichas categorías.

**Tabla 7** Las siete categorías de respuestas que dieron los estudiantes a la cuarta pregunta

<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>	<b>R7</b>
Polvo cósmico, gases y materia	Materia y antimateria	Planetas, rocas, constelaciones y estrellas	F, C, H y P	Materia y energía oscura	Vacío, estrellas y galaxias	Materia negra, antimateria y materia

Donde: **R1** representa la primera respuesta, **R2** representa la segunda respuesta, **R3** representa la tercera respuesta, **R4** representa la cuarta respuesta, **R5** representa la quinta respuesta, **R6** representa la sexta respuesta y **R7** representa la séptima respuesta.

A continuación, aparece en la tabla 8 el número de alumnos que dieron dichas respuestas y sus porcentajes.

**Tabla 8** Número de alumnos que dieron las siete categorías de respuestas y porcentajes

<b>Categoría de respuesta</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>	<b>R7</b>
Número de alumnos que contestaron esa respuesta y sus porcentajes	12 60%	1 5%	2 10%	1 5%	1 5%	2 10%	1 5%

Como se puede observar en la tabla 8, 12 estudiantes, es decir, el 60% dicen que el universo está hecho de polvo cósmico, gases y materia, y sus respuestas están cercano a la realidad, debido a que nosotros somos polvo de estrellas, ya que las estrellas nacen dentro de nubes de gas y polvo, y alrededor de la estrella formada se crean los planetas, como nuestro Sol, en el cual nuestro planeta llamado Tierra girara alrededor del Sol y alberga la vida como la conocemos hoy en día (R1). Entre las respuestas tres (R3) y seis (R6), cuatro estudiantes contestaron que el universo está formado por planetas, rocas, constelaciones y estrellas, que existe un vacío, hay estrellas y galaxias. El cuál sería el complemento sobre de que está hecho el universo, entre esas dos respuestas conforman el 20%. Hay dos respuestas que son la cinco (R5) y la siete (R7) que mencionan dos estudiantes que el universo está formado por materia y energía oscura, y materia negra, antimateria y materia, el cual es correcto, ya que energía oscura tiene el 72% del universo y la materia oscura el 23 % y por último la materia bariónica conforma el 5 %, la cual es la

materia ordinaria que podemos observar en las galaxias y el universo. Dichas respuestas representan el 10%.

Quinta pregunta: **¿Tuvo un inicio el Universo?, ¿tendrá final?, y ¿cómo será su final?**

A continuación, aparecen las respuestas que dieron los estudiantes, algunas fueron muy semejantes, dichas respuestas las consideré en una categoría. En la tabla 9 aparecen dichas categorías.

**Tabla 9** Las tres categorías de respuestas que dieron los estudiantes a la quinta pregunta

R1	R2	R3
Sí tuvo un inicio, pero no tendrá final	Sí tuvo un inicio y sí tendrá un final, este final será en miles y miles de años y su final será igual que el inicio. Se juntará la materia y hará colisión	Sí tuvo un inicio, pero no saben si tendrá un final el universo

Donde: **R1** representa la primera respuesta, **R2** representa la segunda respuesta y **R3** representa la tercera respuesta.

A continuación, aparece en la tabla 10 el número de alumnos que dieron dichas respuestas y sus porcentajes.

**Tabla 10** Número de alumnos que dieron las tres categorías de respuestas

Categoría de respuesta	R1	R2	R3
Número de alumnos que contestaron esa respuesta y sus porcentajes	4 20%	11 55%	5 25%

De la tabla 10 se observa que hay once estudiantes que contestaron que el universo sí tuvo un inicio y sí tendrá un final, este final será en miles y miles de años y su final será igual que el inicio o que se juntará la materia y hará colisión (R2), esto es el 55 % de los estudiantes. Para la primera respuesta (R1) que fueron 4 estudiantes comentan que sí tuvo un inicio, pero que no tendrá final y por lo tanto ya no comentan cómo será ese final, es el 20%. Por último, en la tercera respuesta (R3), cinco alumnos dicen que sí tuvo un inicio,

pero no saben si tendrá un final el universo y en consecuencia no dicen cómo será ese final, esto representa el 25 % de los estudiantes.

**Sexta pregunta: ¿Qué tan grande crees que sea el Universo?**

A continuación, se presentan las respuestas que dieron los estudiantes que algunas fueron muy semejantes, dichas respuestas las consideré en una categoría. En la tabla 11 aparecen dichas categorías.

**Tabla 11** Las cuatro categorías de respuestas que dieron los estudiantes a la sexta pregunta

<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>
Infinito	No es infinito, pero sí muy inmenso, es decir, muy grande	No tiene unidad de medición	Que tiene final, pero es imposible alcanzarlo

Donde: **R1** representa la primera respuesta, **R2** representa la segunda respuesta, **R3** representa la tercera respuesta, y **R4** representa la cuarta respuesta.

A continuación, aparece en la tabla 12 el número de alumnos que dieron dichas respuestas y sus porcentajes.

**Tabla 12** Número de alumnos que dieron las cuatro categorías de respuestas y sus porcentajes

<b>Categoría de respuesta</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>
Número de alumnos que contestaron esa respuesta y sus porcentajes	10 50%	8 40%	1 5%	1 5%

A partir de la tabla 12, se aprecia que 10 estudiantes, el 50 %, dijeron que el tamaño del universo es infinito (R1). Para la segunda respuesta, 8 estudiantes, el 40 % contestaron que el tamaño del universo no es infinito, pero sí muy inmenso, es decir, muy grande (R2). Para las respuestas tres y cuatro, no tienen sentido sus respuestas, sólo fueron dos estudiantes (R3) y (R4).

De los resultados obtenidos del cuestionario diagnóstico sobre lo que piensan los alumnos del bachillerato universitario del universo, resalta en particular en la pregunta 4: **¿De qué piensas que está hecho el Universo?**, la mayoría de los estudiantes el 60 %, consideran que el universo está constituido por: polvo cósmico, gases, estrellas, galaxias, planetas, etc. Y aunque no lo escribieron en sus respuestas en el formato que les di, comentaron en la discusión en clase lo siguiente: **que el universo es algo que está muy alejado y que ellos son ajenos al él**, es decir, que no se sienten parte del universo, cuando sí pertenecemos a él.



Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela: \_\_\_\_\_

Alumno (a) \_\_\_\_\_

**Cuestionario sobre ideas previas acerca del universo.**

1.- ¿Cómo crees que se haya formado el Universo? A partir  
de la acumulacion de gases

2.- ¿Qué forma tiene el Universo? No tiene forma

3.- ¿Qué edad crees que tenga el Universo? 15 mil millones de  
años

4.- ¿De qué piensas que está hecho el Universo? Gases, materia  
pura

5.- ¿Tuvo un inicio el Universo?, ¿tendrá un final?, y ¿cómo fue será final? \_\_\_\_\_  
Si tiene inicio, final cuando explote de nuevo  
todo

6.- ¿Qué tan grande crees que sea el Universo? Infinitamente grande  
no tiene final



Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela: \_\_\_\_\_

Alumno (a) \_\_\_\_\_

**Cuestionario sobre ideas previas acerca del universo.**

1.- ¿Cómo crees que se haya formado el Universo? Una explosión de gases y minerales que empezó a expandirse.

2.- ¿Qué forma tiene el Universo? Imaginemos una hoja blanca y en el centro una bola de plastilina negra. (El universo es la plastilina)

3.- ¿Qué edad crees que tenga el Universo? Cientillones de millones de miles de años

4.- ¿De qué piensas que está hecho el Universo? Materia y antimateria

5.- ¿Tuvo un inicio el Universo?, ¿tendrá un final?, y ¿cómo fue será final? \_\_\_\_\_

El universo que "conocemos" es solo una etapa de la vida del mismo. Empezó y terminará la fase por medio de explosiones relacionadas.

6.- ¿Qué tan grande crees que sea el Universo? Infinito, al menos hasta que empiecen de nuevo una serie de explosiones.



Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela: \_\_\_\_\_

Alumno (a) \_\_\_\_\_

**Cuestionario sobre ideas previas acerca del universo.**

1.- ¿Cómo crees que se haya formado el Universo? por la teoría  
del bigbang

2.- ¿Qué forma tiene el Universo? no tiene forma.

3.- ¿Qué edad crees que tenga el Universo? miles de  
millones de años.

4.- ¿De qué piensas que está hecho el Universo? de millones y  
millones de estrellas y galaxias.

5.- ¿Tuvo un inicio el Universo?, ¿tendrá un final?, y ¿cómo fue será final? \_\_\_\_\_  
todo empieza con una explosión y  
terminara con una explosión.

6.- ¿Qué tan grande crees que sea el Universo? infinito.



## 4.2 Resultados, análisis y dos actividades contestadas por equipo (como evidencias) sobre la estrategia la expansión del universo

El grupo de 20 estudiantes se dividió en 5 equipos de 4 integrantes. A continuación, se presentan los resultados obtenidos por cada uno de los equipos a las preguntas del cuestionario final de la actividad.

En las siguientes tablas se aparecen los números de los 5 equipos y sus respuestas al cuestionario: correctas con un símbolo de palomita (✓) e incorrectas con una equis (X).

**Tabla 1** ¿De qué curva se trata la gráfica que obtuvieron?

Equipo	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5		X

A partir de la Tabla 1 se observa que 4 equipos contestaron correctamente y sólo el equipo 5 contestó incorrectamente.

**Tabla 2** Si es una recta ¿cuál es valor de la pendiente de esa recta?

Equipo	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	

A partir de la Tabla 2 los 5 equipos contestaron correctamente.

**Tabla 3** A partir de la gráfica, ¿qué pueden decir acerca de las distancias y las velocidades?, ¿existe alguna relación entre ellas?

<b>Equipo</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Respuesta incorrecta</b>
1		X
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	

A partir de la Tabla 3 se observa que 4 equipos contestaron correctamente y el equipo 1 contestó incorrectamente.

**Tabla 4** ¿Cuál sería el modelo matemático de la gráfica?

<b>Equipo</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Respuesta incorrecta</b>
1	✓	
2	✓	
3		X
4	✓	
5		X

A partir de la Tabla 4 se observa que los equipos 1, 2 y 4 contestaron correctamente, mientras que los equipos 3 y 5 contestaron incorrectamente.

**Tabla 5** Tanto la gráfica como el modelo matemático encontrado, ¿tienen alguna analogía con respecto a lo que encontró Hubble en sus observaciones astronómicas?, di cuales son

<b>Equipo</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Respuesta incorrecta</b>
1	✓	
2		X
3	✓	
4		X
5		X

A partir de la Tabla 5 se observa que los equipos 1 y 3 contestaron correctamente, mientras que los equipos 2, 4 y 5 contestaron incorrectamente.

**Tabla 6** ¿El modelo matemático que obtuvieron en clase, sería lo que encontró Hubble en sus observaciones con las galaxias?, es decir, ¿encontraron la Ley de Hubble?, explica por qué

<b>Equipo</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Respuesta incorrecta</b>
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4		X
5	✓	

A partir de la Tabla 6 se observa que 4 equipos contestaron correctamente y el equipo 4 contestó incorrectamente.

**Tabla 7** Contesta ahora la pregunta inicial: ¿Se podría obtener por analogía la ley de Hubble (expansión del universo), en el aula?, explica por qué

<b>Equipo</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Respuesta incorrecta</b>
<b>1</b>	✓	
<b>2</b>	✓	
<b>3</b>	✓	
<b>4</b>	✓	
<b>5</b>	✓	

A partir de la Tabla 7 los 5 equipos contestaron correctamente.

## Expansión del universo



Escuela: \_\_\_\_\_

Alumno: \_\_\_\_\_

¿Se podrá obtener por analogía la ley de Hubble (expansión del Universo), en el aula? Sí, porque así como los puntos en el globo al inflarlo se

separan, las galaxias del universo lo hacen de manera similar.

**Objetivo:** Determinar mediante una analogía con un globo inflándose el alejamiento de las galaxias entre ellas (estas están representados por puntos en el globo), la ley de Hubble (expansión del universo).

### Material

- 1.- Globo grande (que sea de forma esférica)
- 2.- Plumones de diferentes colores
- 3.- Cronómetro
- 4.- Flexómetro o cinta de medir, regla de 30 cm
- 5.- Calculadora
- 6.- Hoja milimétrica

### Procedimiento

Por equipo de 4 o 5 integrantes, tomen un globo desinflado y con seis plumones de diferente color hagan marcas con cada uno de los plumones y midan la distancia que existe desde la marca de referencia a las otras marcas antes de inflarlo, anoten en la tabla 1 sus registros. Enseguida inflen el globo y observen ¿qué sucede con las marcas en el globo?, y midan las distancias a la que ahora se encuentran las marcas respecto a la de referencia, anoten sus resultados en la tabla.

Considerando el tiempo desde que inician inflando el globo hasta que se detienen, calculen la velocidad con que se alejaron sus 5 marcas con respecto a la que tomaron de referencia, por medio de:

Velocidad = (distancia final  $d_f$  – distancia inicial  $d_i$ )/(tiempo de expansión), anoten estos cálculos en la tabla 1.

tiempo de expansión = 4s

Marcas	Distancia inicial ( $d_{inicial}$ )	Distancia final ( $d_{final}$ )	$d_{final} - d_{inicial}$	Velocidad de alejamiento
1	0.5 cm	3	2.5 cm	0.6
2	1 cm	7	6 cm	1.5
3	1.5 cm	9	7.5 cm	1.8
4	2.0 cm	11.5	9.5 cm	2.3
5	2.5 cm	13.5	11 cm	2.7
6	3.0 cm	16	13 cm	3.25

0

0 cm

1

4

Tabla 1 Toma de datos

### Análisis

Haz la gráfica de velocidad vs distancia ( $d_f - d_i$ ), traten de ajustar a la curva que más se parezca. Y a partir de la gráfica obtenida contesten las siguientes preguntas.

1.- ¿De qué curva se trata la gráfica que obtuvieron? No, existe alguna curva.

2.- Si es una recta, ¿Cuál es valor de la pendiente de esa recta? \_\_\_\_\_

0.25

3.- A partir de la gráfica, ¿qué pueden decir acerca de las distancias y las velocidades?, ¿existe alguna relación entre ellas? Claro, es directamente

constante la distancia y la velocidad

4.- ¿Cuál sería el modelo matemático de la gráfica? \_\_\_\_\_

$$y = 0.25x + 0$$

5.- Tanto la gráfica como el modelo matemático encontrado, ¿tienen alguna analogía con respecto a lo que encontró Hubble en sus observaciones astronómicas?, di cuáles son las galaxias se expanden cons-

tantemente y nuestro experimento también mos-  
traba este fenómeno.

6.- ¿El modelo matemático que obtuvieron en clase, sería lo que encontró Hubble en sus observaciones con las galaxias?, es decir, ¿encontraron la ley de Hubble?, explica por qué Sí, porque ambos se expanden cons-

tantemente porque hay una proporcionalidad directa  
entre la velocidad y la distancia

7.- Contesta ahora la pregunta inicial: ¿Se podrá obtener por analogía la ley de Hubble (expansión del Universo, en el aula?, Explica por qué Sí, porque

se comprobó la proporcionalidad de la  $v$  y la distancia y  
que el universo se expande constantemente.

# Equipo 5.

Nota:  
Nuestros calculos matemáticos se encuentran al reverso de la práctica.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{3.25 - 0.6}{13 - 2.5}$$

$$m = \frac{2.65}{10.5}$$

$$m = 0.251$$

$$y = mx + b$$

$$y = 0.25x + 0$$

$$y = 0.25x$$





## Expansión del universo



Escuela: \_\_\_\_\_

Alumno: \_\_\_\_\_

¿Se podrá obtener por analogía la ley de Hubble (expansión del Universo), en el aula? Sí, porque se representa a escala la expansión de gases que ocurrió en el big bang.

**Objetivo:** Determinar mediante una analogía con un globo inflándose el alejamiento de las galaxias entre ellas (estas están representados por puntos en el globo), la ley de Hubble (expansión del universo).

### Material

- 1.- Globo grande (que sea de forma esférica)
- 2.- Plumones de diferentes colores
- 3.- Cronómetro
- 4.- Flexómetro o cinta de medir, regla de 30 cm
- 5.- Calculadora
- 6.- Hoja milimétrica

### Procedimiento

Por equipo de 4 o 5 integrantes, tomen un globo desinflado y con seis plumones de diferente color hagan marcas con cada uno de los plumones y midan la distancia que existe desde la marca de referencia a las otras marcas antes de inflarlo, anoten en la tabla 1 sus registros. Enseguida inflen el globo y observen ¿qué sucede con las marcas en el globo?, y midan las distancias a la que ahora se encuentran las marcas respecto a la de referencia, anoten sus resultados en la tabla.

Considerando el tiempo desde que inician inflando el globo hasta que se detienen, calculen la velocidad con que se alejaron sus 5 marcas con respecto a la que tomaron de referencia, por medio de:

Velocidad = (distancia final  $d_f$  - distancia inicial  $d_i$ )/(tiempo de expansión), anoten estos cálculos en la tabla 1.

7 seg.

Marcas	Distancia inicial ( $d_{inicial}$ )	Distancia final ( $d_{final}$ )	$d_{final} - d_{inicial}$	Velocidad de alejamiento
1	2 cm	9 cm	$9_{cm} - 2_{cm} = 7_{cm}$	$1_{cm/s^2}$
2	2 cm	10 cm	$10_{cm} - 2_{cm} = 8_{cm}$	$1,14_{cm/s^2}$
3	2 cm	12 cm	$12_{cm} - 2_{cm} = 10_{cm}$	$1,42_{cm/s^2}$
4	3 cm	12 cm	$12_{cm} - 3_{cm} = 9_{cm}$	$1,28_{m/s^2}$
5	3 cm	11 cm	$11_{cm} - 3_{cm} = 8_{cm}$	$1,14_{m/s^2}$
6	2 cm	10 cm	$10_{cm} - 2_{cm} = 8_{cm}$	$1,14_{cm/s^2}$

Tabla 1 Toma de datos

### Análisis

Haz la gráfica de velocidad vs distancia ( $d_f - d_i$ ), traten de ajustar a la curva que más se parezca. Y a partir de la gráfica obtenida contesten las siguientes preguntas.

1.- ¿De qué curva se trata la gráfica que obtuvieron? Se trata de una recta

---

2.- Sí es una recta, ¿Cuál es valor de la pendiente de esa recta? 7,1428 cm/s

---

3.- A partir de la gráfica, ¿qué pueden decir acerca de las distancias y las velocidades?, ¿existe alguna relación entre ellas? Son directamente proporcionales

---

4.- ¿Cuál sería el modelo matemático de la gráfica?  $y = 7,1428x$

---

5.- Tanto la gráfica como el modelo matemático encontrado, ¿tienen alguna analogía con respecto a lo que encontró Hubble en sus observaciones astronómicas?, di cuales son SÍ, ya que en los dos casos hay una relación lineal entre el desplazamiento y distancia.

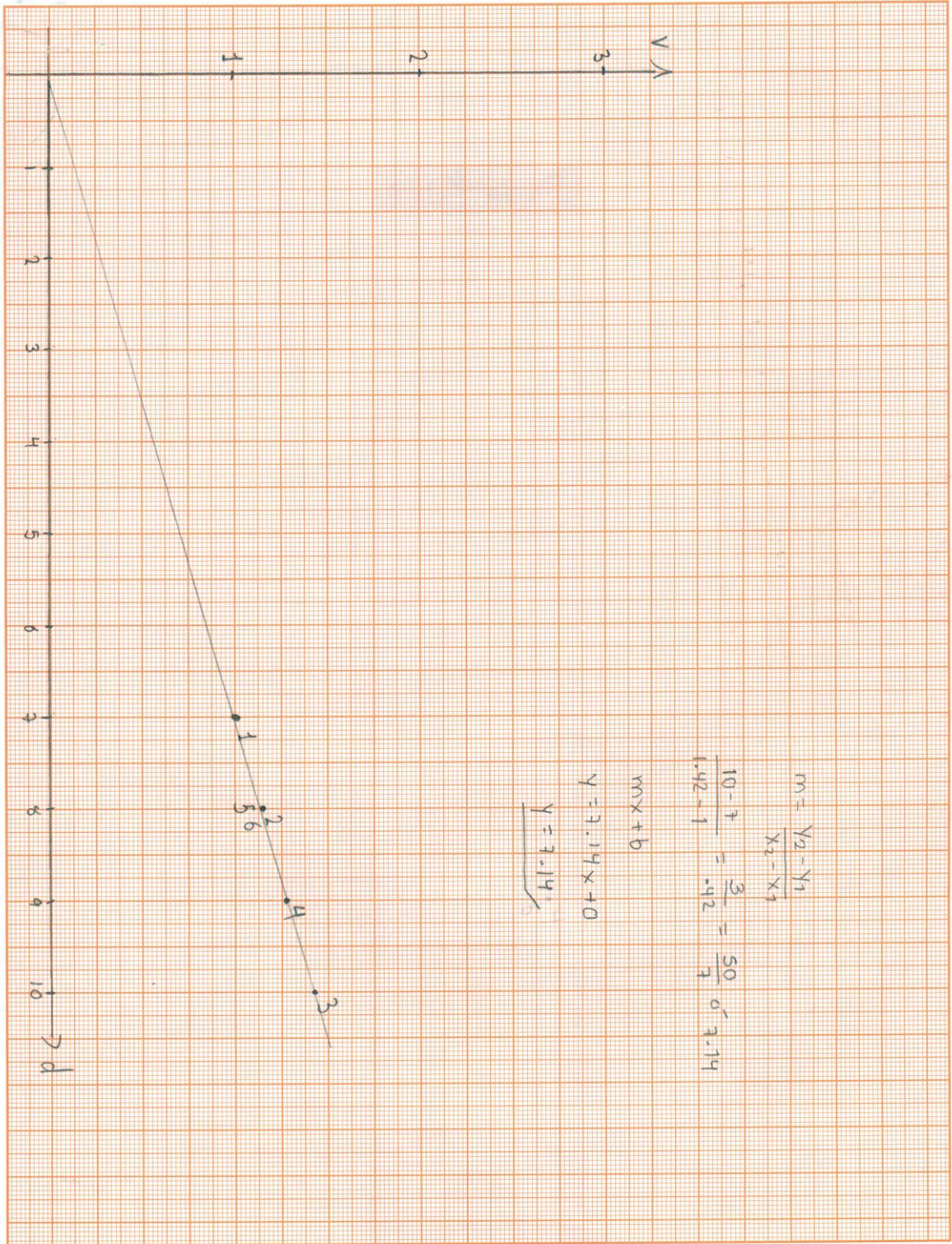
---

6.- ¿El modelo matemático que obtuvieron en clase, sería lo que encontró Hubble en sus observaciones con las galaxias?, es decir, ¿encontraron la ley de Hubble?, explica por qué SÍ, por lo mencionado anteriormente ↑

---

7.- Contesta ahora la pregunta inicial: ¿Se podrá obtener por analogía la ley de Hubble (expansión del Universo, en el aula?, Explica por qué SÍ, porque se puede explicar a escala esta ley.

---



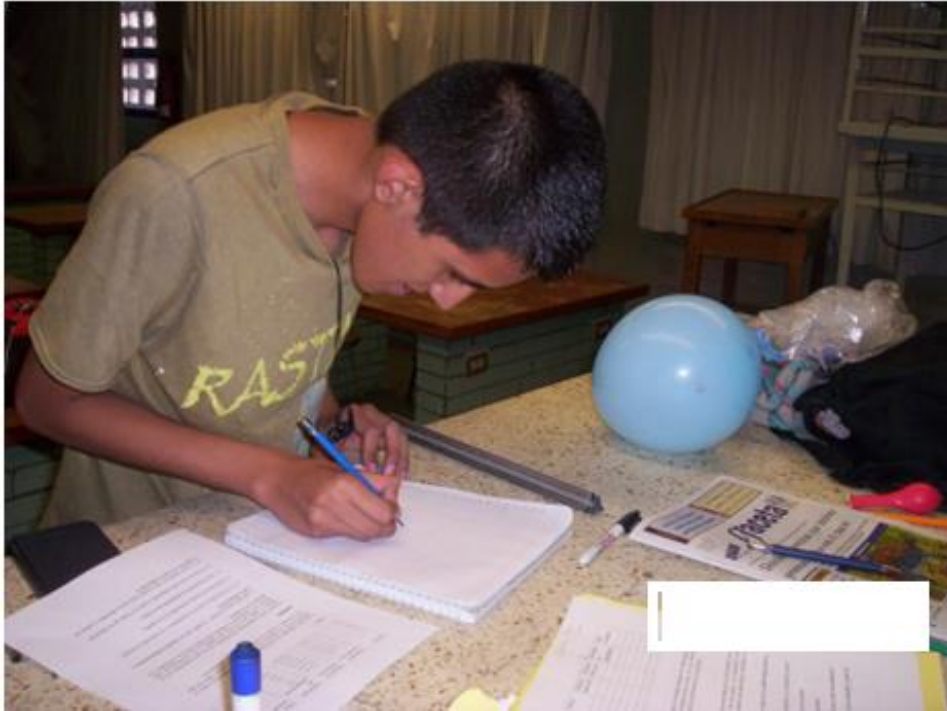
#### 4.2.1 Imágenes de estudiantes realizando la estrategia didáctica, por medio de una analogía de la expansión del universo al inflar globos



**Imagen 1** Los estudiantes haciendo las marcas al globo desinflado con pluma o plumón y procedieron a medir las distancias a las marcas desde un punto de referencia que ellos escogieron.



**Imagen 2** Los estudiantes inflaron el globo con las marcas y procedieron a medir las distancias a las marcas desde un punto de referencia que ellos escogieron.



**Imagen 3** Un estudiante haciendo la gráfica velocidad vs la distancia.



**Imagen 4** Los estudiantes realizando el análisis de sus resultados.

### 4.3 Resultados, análisis y dos cuestionarios contestados por equipo (como evidencias) sobre la lectura: Radiación de fondo cósmico

El grupo de 20 estudiantes se dividió en 5 equipos con 4 integrantes cada uno. A continuación, en las siguientes tablas aparecen los números de los 5 equipos y las respuestas al cuestionario: correctas con un símbolo de palomita (✓) e incorrectas con una equis (x).

**Tabla 1** ¿Quiénes y con qué instrumento descubrieron la radiación de fondo isotrópica del universo?

Equipo	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	

A partir de la tabla 1 se observa que todos los equipos contestaron correctamente.

**Tabla 2** ¿Qué es la radiación de fondo cósmica isotrópica?

Equipo	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4		x
5	✓	

A partir de la tabla 2 se observa que 4 equipos contestaron correctamente y sólo el equipo 4 contestó incorrectamente.

**Tabla 3** ¿Cómo se produjo la radiación del universo en sus inicios?

<b>Equipo</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Respuesta incorrecta</b>
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	

A partir de la tabla 3 se observa que los 5 equipos contestaron correctamente.

**Tabla 4** ¿Cómo se llamó el satélite que se puso en órbita a finales del siglo XX para analizar el descubrimiento de Penzias y Wilson?

<b>Equipo</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Respuesta incorrecta</b>
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	

A partir de la tabla 4 se observa que los 5 equipos contestaron correctamente.



**Tabla 5** ¿Qué confirmaron las observaciones efectuadas con el satélite COBE acerca de la temperatura del universo y su homogeneidad?

<b>Equipo</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Respuesta incorrecta</b>
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	

A partir de la tabla 5 se observa que 5 equipos contestaron correctamente.

### **Conclusiones**

1. En las preguntas 1, 2, 3 y 5 los 5 equipos contestaron correctamente.
2. El equipo 4 contestó correctamente las preguntas 1, 3, 4 y 5, sin embargo, contestó de manera incorrecta la pregunta 2.
3. Considero que cuando se desarrolla un tema en clase, se logra consolidar a través de la lectura de un texto breve, sintético y un cuestionario. Como mencioné antes, evaluar durante la clase permite que el docente y los alumnos noten si están entendiendo y aprendiendo.

Lectura

Radiación de fondo cósmico

**Escuela**

---



**Alumno (a):** \_\_\_\_\_

### **Actividad**

Lean la siguiente lectura y contesten el cuestionario.

#### **Radiación de fondo cósmico**

En el año 1965 dos investigadores estadounidenses, Arno Penzias y Robert Wilson, construyeron una antena de radio para comunicaciones. Se sorprendieron al descubrir que detectaban una señal, hasta ese momento desconocida, que provenía del cosmos desde todas direcciones, las 24 horas del día, desde cualquier sitio de la órbita terrestre, es decir durante todo el año. La llamaron radiación de fondo isotrópica.

Comentaron su descubrimiento con amigos astrónomos y se dieron cuenta que la radiación que descubrieron se originó cuando se formaron los primeros átomos neutros en el universo. Estamos sumergidos en ondas de radio que se produjeron en las épocas tempranas del universo. Esta radiación corresponde a la de un cuerpo negro que está a 2.7 K (unos -270 °C). (Un cuerpo negro es el nombre técnico de un objeto que está en equilibrio de temperatura. Por ejemplo, la superficie de las estrellas es parecida a la de cuerpos negros a varios miles de grados de temperatura).

Cuando el universo inició su expansión hace 13 700 millones de años estaba a una temperatura muy elevada (en un segundo de iniciada la expansión la temperatura era de 15 mil millones K); esto produjo que los átomos estuvieran ionizados. Los electrones estaban desprendidos de los protones. Después de 380 000 años de iniciada la expansión, el universo se enfrió lo suficiente (3 000 K) para que los protones atrapasen a los electrones y emitieran energía. Esta energía constituye la radiación de fondo que se propaga en todo el universo y que detectaron Penzias y Wilson.

En un inicio la radiación de fondo estaba en el rango de la luz visible; sin embargo, la expansión del universo hizo que los fotones aumentaran de longitud de onda. La existencia de la radiación de fondo es una prueba de que vivimos en un universo en expansión, que se originó hace 13 700 millones de años.

Uno de los grandes logros de finales del siglo XX consistió en poner en órbita el satélite COBE (Cosmic Background Explorer), por sus siglas en inglés, en el año de 1989, cuyo propósito fue precisamente estudiar la radiación de fondo. Se encontró que es muy homogénea, lo cual no indica que no estamos en un lugar privilegiado en el universo, ni existe ningún otro. El universo es muy parecido en todos lados así que debió tener un origen común. (Una analogía es pensar en la vida de la Tierra, está toda formada por RNA, lo cual implica que tuvo un origen común.) Posteriormente se pusieron en órbita el satélite Planck y el WMAP que han afinado las observaciones del COBE. Como se mencionó antes estamos sumergidos en radiación que es la de un cuerpo negro a 2.7 K.

La radiación de fondo es uno de los pilares del modelo estándar de la gran explosión. (Las otras dos son la medición de la expansión del universo determinada con las velocidades de galaxias cada vez más alejadas de nosotros y las abundancias químicas de los elementos.)

## Cuestionario

1. ¿Quiénes y con qué instrumento descubrieron la radiación de fondo isotrópica? Arno Penzias y Robert Wilson  
con una antena de radio de telecomunicaciones

2. ¿Qué es la radiación de fondo cósmica isotrópica? Radiación en todas direcciones,

3. ¿Cómo se produjo la radiación del Universo en sus inicios? En la  
aniquilación de materia y antimateria.

4. ¿Cómo se llamó y qué descubrió el satélite puesto en órbita a finales del siglo XX? COBE, descubrió que la radiación  
es muy homogénea y se midió la  
temperatura del universo, corresponde a  
un cuerpo negro a 2.7 K

5.- ¿Qué descubrió dicho satélite acerca de la temperatura del Universo? Que  
corresponde a un cuerpo  
negro a 2.7 K

## Cuestionario

1. ¿Quiénes y con qué instrumento descubrieron la radiación de fondo isotrópica? Anzo Penzias y Robert Wilson  
con una antena de radio

2. ¿Qué es la radiación de fondo cósmica isotrópica? Radiación en todas direcciones

3. ¿Cómo se produjo la radiación del Universo en sus inicios? La materia y la antimateria se  
destruyeron entre sí

4. ¿Cómo se llamó y qué descubrió el satélite puesto en órbita a finales del siglo XX? COBE y radiación cósmica

5.- ¿Qué descubrió dicho satélite acerca de la temperatura del Universo? Corresponde a un cuerpo negro 2,7 K

#### 4.4 Resultados y análisis y dos cuestionarios contestados por equipo (como evidencias) sobre la lectura: Abundancia química de los elementos

El grupo de 20 estudiantes se dividió en 5 equipos con 4 integrantes cada uno. A continuación, en las siguientes tablas aparecen los números de los 5 equipos y las respuestas al cuestionario: correctas con un símbolo de palomita (✓) e incorrectas con una equis (x).

**Tabla 1** ¿Cómo se conforman los compuestos como la sal, agua y oxígeno?

Equipo	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
1	✓	
2	✓	
3		x
4	✓	
5	✓	

A partir de la tabla 1 se observa que 4 equipos contestaron correctamente y sólo el equipo 3 contestó incorrectamente.

**Tabla 2** ¿Cuáles son los elementos químicos más abundantes que conforman el 98% del Universo?

Equipo	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	

A partir de la tabla 2 se observa que los 5 equipos contestaron correctamente.

**Tabla 3** Indica el número de protones, neutrones y electrones que hay en un átomo de hidrógeno y en uno de helio

Equipo	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4		X
5	✓	

A partir de la tabla 3, se observa que 4 equipos contestaron correctamente y el equipo 4 contestó incorrectamente.

El equipo 4 respondió incorrectamente, es decir: *helio tiene 2 electrones, un electrón y un neutrón y para el hidrógeno 1 electrón*, lo que parece indicar que no leyeron correctamente, esto es, tienen problemas de comprensión de lectura científica; también indica que tienen problemas de conocimiento de química, en particular con la tabla periódica de los elementos o quizás a lo novedoso del texto.

**Tabla 4** ¿Cómo le hacen los astrónomos para conocer la composición química de los cuerpos celestes?

Equipo	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	

A partir de la tabla 4 se observa que los 5 equipos contestaron correctamente.

**Tabla 5** ¿Cuáles eran los elementos químicos que existían en los primeros minutos de vida del Universo?

Equipo	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
1	✓	
2		X
3	✓	
4		X
5	✓	

Se aprecia que los equipos 1, 3 y 5 contestaron correctamente y los equipos 2 y 4 incorrectamente. Con respecto al equipo 2, su respuesta fue *Amoniac* y *alcohol* y para el equipo 4 su respuesta fue *amoniac*, *alcohol* y *oro*. La posible razón es que ellos tuvieron problemas con la comprensión del texto científico; a pesar de la explicación en clase, los alumnos no alcanzaron el aprendizaje significativo esperado.

### Conclusiones

1. En las preguntas 2 y 4 los 5 equipos contestaron correctamente.
2. En las preguntas 1, 3 y 5 algunos equipos contestaron de manera incorrecta.
3. A pesar de tener textos científicos claros, algunos alumnos tienen problema para la comprensión de la información científica, así como del análisis del texto.
4. Hacer énfasis en las propiedades y características del universo.



Lectura

Abundancia química de los elementos

Escuela: \_\_\_\_\_

Alumno (a): \_\_\_\_\_



### Actividad

Lean la siguiente lectura y contesten el cuestionario.

#### La abundancia química de los elementos

Los elementos químicos de la tabla periódica son los distintos tipos de átomos de los que está compuesta la materia. Todos los átomos están formados por partículas elementales llamadas protones, neutrones y electrones. El núcleo del átomo está compuesto por protones y neutrones y en una nube que lo rodea están los electrones. Los átomos se pueden combinar para formar moléculas, tan diversas como la sal (NaCl), el agua (H<sub>2</sub>O) o el oxígeno molecular (O<sub>2</sub>).

Los elementos químicos más abundantes del universo son el hidrógeno y el helio, constituyen el 98% de todos los átomos del cosmos. El hidrógeno tiene un protón y un electrón, el helio tiene dos protones, dos neutrones y dos electrones. Estos son los elementos más ligeros. En la Tierra los átomos de hidrógeno y los de helio son gases. El hidrógeno se puede combinar con el oxígeno para formar agua: H<sub>2</sub>O. El helio se utiliza para inflar globos, ya que es más ligero que el aire. La atmósfera está compuesta principalmente por moléculas de nitrógeno y de oxígeno.

Más allá del hidrógeno y el helio algunos de los elementos químicos más abundantes del cosmos son el carbono, el nitrógeno y el oxígeno, constituyen un poco menos del 2% del número de átomos que existen. El carbono se combina fácilmente con elementos químicos y forma sustancias tan complejas como las de los que están compuestos los seres vivos.

Los humanos estamos compuestos principalmente de C, H, O y N, es decir de algunos de los elementos más abundantes del universo.

La luz de estrellas como el Sol es de varios colores. Los científicos pueden descomponer la luz en una gama de colores, el nombre técnico es espectro. Los astrónomos determinan la composición química de los cuerpos celestes mediante el análisis de sus espectros. Por cierto, cuando las gotas de agua descomponen la luz del Sol forman un arco iris, es el espectro.

Cada elemento químico incandescentes produce luz de ciertos colores. Si se analiza el espectro de un astro, se puede determinar su composición química. Comparando los espectros de los elementos químicos terrestres con los de los astros se puede conocer de qué átomos y moléculas están formados. De esta manera se ha descubierto que hay oro en el sol, alcohol en las nubes interestelares y amoníaco cerca de las estrellas recién nacidas.

Cuando el universo sólo tenía unos cuantos minutos de iniciada la expansión, sólo había átomos de hidrógeno y helio. Conforme evolucionó, se formaron las estrellas a partir de nubes, que al inicio sólo contenían estos elementos. Las estrellas crearon en sus núcleos, por medio de reacciones termonucleares, el carbono, el nitrógeno y el oxígeno a partir de helio. Al final de sus vidas arrojaron estas sustancias al medio interestelar enriqueciéndolo con estos elementos. Además, crearon los demás mediante explosiones conocidas como supernovas.

## Cuestionario

1. ¿Cómo se conforman los compuestos como la sal, el agua o el oxígeno?

elementos químicos.

2. ¿Cuáles son los elementos químicos más abundante que conforman el 98 % del Universo?

hidrógeno y helio.

3. Indica el número de protones, neutrones y electrones que hay en un átomo de Hidrógeno y en un átomo de Helio

1 electrón, 1 protón → Hidrógeno  
Helio → 2 neutrones, 2 electrones, 2 protones.

4. ¿Cómo le hacen los astrónomos para conocer la composición química de los cuerpos celestes?

Mediante el análisis de sus espectros

5. ¿Cuáles eran los elementos químicos que existían en los primeros minutos de vida del Universo?

Hidrógeno y Helio

## Cuestionario

1. ¿Cómo se conforman los compuestos como la sal, el agua o el oxígeno?  
Por átomos
2. ¿Cuáles son los elementos químicos más abundante que conforman el 98 % del Universo? Hidrógeno y helio
3. Indica el número de protones, neutrones y electrones que hay en un átomo de Hidrógeno y en un átomo de Helio Hidrógeno: 1 proton, 1 electron, dos neutrones Helio: 2 protones, dos electrones,
4. ¿Cómo le hacen los astrónomos para conocer la composición química de los cuerpos celestes? mediante el análisis de espectros
5. ¿Cuáles eren los elementos químicos que existían en los primeros minutos de vida del Universo? Amoníaco y alcohol

## Capítulo 5

### Conclusiones

Una parte muy importante de la práctica docente y de cualquier planeación didáctica, es la aplicación de una evaluación diagnóstica que permita conocer qué ideas previas, o preconceptos tienen los estudiantes sobre el tema, en este caso, del origen y evolución del universo. Los resultados del cuestionario de diagnóstico, los cuales destacan: a) el universo se originó de una gran explosión, el *big bang*, del inglés, b) el universo no tiene forma o que tiene forma de óvalo, c) el universo tiene miles de millones o millones de años, sólo un estudiante se acercó al valor actual (13 700 millones de años), d) el universo está hecho de polvo cósmico, gases y materia y está formado por planetas, rocas y estrellas (constelaciones); algo muy importantes de resaltar en esta pregunta es que, en la discusión en clase, aunque no lo escribieron, comentaron que el universo es algo que está muy alejado y que ellos son ajenos al él, es decir, que no se sienten parte del universo, cuando sí pertenecemos a él, e) el universo sí tuvo un inicio y sí tendrá un final y será en miles de millones de años y será igual que al inició, se juntará la materia y habrá colisión e f) el tamaño del universo es infinito y otra respuesta fue que no es infinito, pero sí muy inmenso, es decir, muy grande. Dichos resultados permitieron adaptar la estrategia didáctica al desarrollo y aplicación de actividades claras, acordes con el nivel cognitivo de los estudiantes de nivel medio superior de los dos subsistemas del bachillerato universitario.

La puesta en práctica de la secuencia didáctica para la enseñanza del origen y evolución del universo, así como su discusión y análisis de los resultados, permitieron constatar que la estrategia propuesta cumplió con los objetivos de aprendizaje que se establecieron.

Los resultados obtenidos en la actividad experimental (analogía), la expansión del universo, fueron: 1. Al obtener un recta en la gráfica de velocidad ( $v$ ) vs distancia ( $d$ ), se tiene una proporcionalidad directa, es decir, a mayor distancia de la galaxia mayor será su velocidad de alejamiento de dicha galaxia, y también se obtuvo que no importa cuál sea el punto de referencia, siempre se tiene el mismo comportamiento (a todos los equipos les salió una recta, aunque con pendientes diferentes) y 2. Al contestar el cuestionario de análisis destaca que los estudiantes sí encontraron una analogía con lo que descubrió Edwin Hubble, es decir, que entre más distante esté una galaxia, mayor será su velocidad de alejamiento con respecto el punto de referencia (observador).

Dichos resultados mostraron que los estudiantes comprendieron con éxito la expansión del universo, mediante la analogía, ya que esta fomentó, que los estudiantes se dieran cuenta, de que el universo se está expandiendo y que entre más distante estén las galaxias de nosotros, mayor será su velocidad de alejamiento. También concluyeron que no existe un punto privilegiado en el universo, de forma que cualquier observador en el universo observa la misma expansión, es decir, no existe un centro de la expansión del universo, todo el espacio se dilata de manera uniforme.

Así mismo, en la lectura *Radiación de fondo cósmico*, permitió que los estudiantes aprendieran que existe en el universo una radiación electromagnética, resultado del *Big Bang* y que puede observarse en todas las direcciones del espacio (Isotrópico). Esta radiación corresponde a la de un cuerpo negro en equilibrio térmico a una temperatura de 2.7 K y fue medida, en el año de 1989, por el satélite COBE (*Cosmic Background Explorer*, por sus siglas en inglés), verificando que el universo se va enfriando al expandirse. Recordemos que cuando sólo había pasado un segundo de que el universo se empezó a expandir, la radiación cósmica de fondo podía asociarse a una temperatura de 15 mil millones de grados Kelvin, mientras que cuando habían pasado 380 000 años, esta temperatura era de solo 3 000 K.

Con la lectura *Abundancia química de los elementos*, los estudiantes pudieron comprender por ellos mismos que forman parte del universo, ya que los seres humanos están compuestos principalmente de C, H, O y N, algunos de los elementos más abundantes del universo observable. Este fue un resultado muy importante ya que la mayoría al inicio de la práctica docente consideraban que el universo sólo era lo que se encontraba en el espacio exterior, alejado de ellos. Se fomentó además un aprendizaje significativo al ligar este conocimiento a sus conocimientos previos y relacionarlo con aspectos que tenían significado para ellos.

Durante la exposición y desarrollo de cada actividad en clase, la evaluación formativa que es necesaria para reconocer los aprendizajes y determinar si la estrategia didáctica necesita algún ajuste, se dio a través de la lectura de un texto científico breve y sintético y la aplicación de un cuestionario.

Por otro lado, tanto este trabajo, como el material de apoyo desarrollado puedan ser empleados por los docentes de la asignatura de Física y de Astronomía del bachillerato para abordar el tema en el que se centró este reporte de práctica docente. Como todo

trabajo educativo, la estrategia didáctica presentada en este reporte de práctica docente tiene la posibilidad de ser mejorada o adecuada por el profesor de la asignatura de acuerdo con las necesidades de los estudiantes.

Es muy importante señalar que aunque en los programas de estudio actualizados de la UNAM-ENCCH (2016), no se contempla explícitamente el *origen y evolución del universo*, es posible poner en práctica esta secuencia didáctica, sin ningún problema, en la asignatura de Física II, de cuarto semestre, en la tercera unidad: Introducción a la física moderna y contemporánea, y se puede aplicar el tema al final de la unidad, ya que los temas que se abordan en dicha unidad son cuantización de la materia, relatividad especial y general y por último aplicaciones de la física contemporánea.

En cuanto a la ENP hay una materia optativa, llamada Astronomía en el último año, en donde se puede aplicar esta secuencia didáctica.

En el ámbito personal y profesional de la enseñanza de la física en el nivel medio superior, el presente trabajo me permitió advertir mejoras en mi práctica docente al aplicar actividades bien desarrolladas, tomando en cuenta las características de los estudiantes y así, pudieran alcanzar los objetivos de aprendizaje. Por otra parte, las bondades de una evaluación continua también se hicieron evidentes.

Finalmente, el actualizarme de manera constante, tanto en la pedagogía, como en la disciplina, (Física) y en lo particular, en la cosmología; me permitieron estar a la vanguardia y desarrollar una mejor docencia. Esto último es, sin duda alguna, una oportunidad para seguir desarrollándome en el ámbito docente, lo que al fin y al cabo redundará en el beneficio de nuestros estudiantes.

# ANEXOS

## Anexo 1



Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela: \_\_\_\_\_

Alumno (a) \_\_\_\_\_

### Cuestionario sobre ideas previas acerca del universo.

1. ¿Cómo crees que se haya formado el universo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. ¿Qué forma tiene el universo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. ¿Qué edad crees que tenga el universo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. ¿De qué piensas que está hecho el universo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. ¿Tuvo un inicio el universo?, ¿tendrá un final?, y ¿cómo será final? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. ¿Qué tan grande crees que sea el universo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## Anexo 2

### Expansión del universo



Escuela: \_\_\_\_\_

Alumno: \_\_\_\_\_

¿Se podrá obtener por analogía la ley de Hubble (expansión del Universo), en el aula? \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Determinar mediante una analogía con un globo inflándose el alejamiento de las galaxias entre ellas (estas están representados por puntos en el globo), la ley de Hubble (expansión del universo).

#### Material

- 1.- Globo grande (que sea de forma esférica)
- 2.- Plumones de diferentes colores
- 3.- Cronómetro
- 4.- Flexómetro o cinta de medir, regla de 30 cm
- 5.- Calculadora
- 6.- Hoja milimétrica

#### Procedimiento

Por equipo de 4 o 5 integrantes, tomen un globo desinflado y con seis plumones de diferente color hagan marcas con cada uno de los plumones y midan la distancia que existe desde la marca de referencia a las otras marcas antes de inflarlo, anoten en la tabla 1 sus registros. Enseguida inflen el globo y observen ¿qué sucede con las marcas en el globo?, y midan las distancias a la que ahora se encuentran las marcas respecto a la de referencia, anoten sus resultados en la tabla.

Considerando el tiempo desde que inician inflando el globo hasta que se detienen, calculen la velocidad con que se alejaron sus 5 marcas con respecto a la que tomaron de referencia, por medio de:

Velocidad = (distancia final  $d_f$  – distancia inicial  $d_i$ )/(tiempo de expansión), anoten estos cálculos en la tabla 1.

Marcas	Distancia inicial ( $d_{inicial}$ )	Distancia final ( $d_{final}$ )	$d_{final} - d_{inicial}$	Velocidad de alejamiento
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Tabla 1 Toma de datos

### Análisis

Haz la gráfica de velocidad vs distancia ( $d_f - d_i$ ), traten de ajustar a la curva que más se parezca. Y a partir de la gráfica obtenida contesten las siguientes preguntas.

1. ¿De qué curva se trata la gráfica que obtuvieron? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Si es una recta, ¿Cuál es valor de la pendiente de esa recta? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. A partir de la gráfica, ¿qué pueden decir acerca de las distancias y las velocidades?, ¿existe alguna relación entre ellas? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. ¿Cuál sería el modelo matemático de la gráfica? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Tanto la gráfica como el modelo matemático encontrado, ¿tienen alguna analogía con respecto a lo que encontró Hubble en sus observaciones astronómicas?, di cuales son \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. ¿El modelo matemático que obtuvieron en clase, sería lo que encontró Hubble en sus observaciones con las galaxias?, es decir, ¿encontraron la ley de Hubble?, explica por qué \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Contesta ahora la pregunta inicial: ¿Se podrá obtener por analogía la ley de Hubble (¿expansión del universo, en el aula?, Explica por qué \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Anexo 3

### Lectura

### Radiación de fondo cósmico

### Escuela

---



Alumno (a): \_\_\_\_\_

### Actividad

Lean la siguiente lectura y contesten el cuestionario.

#### Radiación de fondo cósmico

En el año 1965 dos investigadores estadounidenses, Arno Penzias y Robert Wilson, construyeron una antena de radio para comunicaciones. Se sorprendieron al descubrir que detectaban una señal, hasta ese momento desconocida, que provenía del cosmos desde todas direcciones, las 24 horas del día, desde cualquier sitio de la órbita terrestre, es decir durante todo el año. La llamaron radiación de fondo isotrópica.

Comentaron su descubrimiento con amigos astrónomos y se dieron cuenta que la radiación que descubrieron se originó cuando se formaron los primeros átomos neutros en el universo. Estamos sumergidos en ondas de radio que se produjeron en las épocas tempranas del universo. Esta radiación corresponde a la de un cuerpo negro que está a 2.7 K (unos  $-270^{\circ}\text{C}$ ). (Un cuerpo negro es el nombre técnico de un objeto que está en equilibrio de temperatura. Por ejemplo, la superficie de las estrellas es parecida a la de cuerpos negros a varios miles de grados de temperatura).

Cuando el universo inició su expansión hace 13 700 millones de años estaba a una temperatura muy elevada (en un segundo de iniciada la expansión la temperatura era de 15 mil millones K); esto produjo que los átomos estuvieran ionizados. Los electrones estaban desprendidos de los protones. Después de 380 000 años de iniciada la expansión, el universo se enfrió lo suficiente (3 000 K) para que los protones atrapasen a los electrones

y emitieran energía. Esta energía constituye la radiación de fondo que se propaga en todo el universo y que detectaron Penzias y Wilson.

En un inicio la radiación de fondo estaba en el rango de la luz visible; sin embargo, la expansión del universo hizo que los fotones aumentaran de longitud de onda. La existencia de la radiación de fondo es una prueba de que vivimos en un universo en expansión, que se originó hace 13 700 millones de años.

Uno de los grandes logros de finales del siglo XX consistió en poner en órbita el satélite COBE (Cosmic Background Explorer), por sus siglas en inglés, en el año de 1989, cuyo propósito fue precisamente estudiar la radiación de fondo. Se encontró que es muy homogénea, lo cual no indica que no estamos en un lugar privilegiado en el universo, ni existe ningún otro. El universo es muy parecido en todos lados así que debió tener un origen común. (Una analogía es pensar en la vida de la Tierra, está toda formada por RNA, lo cual implica que tuvo un origen común.) Posteriormente se pusieron en órbita el satélite Planck y el WMAP que han afinado las observaciones del COBE. Como se mencionó antes estamos sumergidos en radiación que es la de un cuerpo negro a 2.7 K.

La radiación de fondo es uno de los pilares del modelo estándar de la gran explosión. (Las otras dos son la medición de la expansión del universo determinada con las velocidades de galaxias cada vez más alejadas de nosotros y las abundancias químicas de los elementos.)

## Cuestionario

1. ¿Quiénes y con qué instrumento descubrieron la radiación de fondo isotrópica?

---

---

2. ¿Qué es la radiación de fondo cósmica isotrópica? \_\_\_\_\_

---

---

3. ¿Cómo se produjo la radiación del universo en sus inicios? \_\_\_\_\_

---

---

---

4. ¿Cómo se llamó y qué descubrió el satélite puesto en órbita a finales del siglo XX? \_\_\_\_\_

---

---

5.- ¿Qué descubrió dicho satélite acerca de la temperatura del universo? \_\_\_\_\_

---

---

---

## Anexo 4

### Lectura

### Abundancia química de los elementos



Escuela: \_\_\_\_\_

Alumno (a): \_\_\_\_\_

### Actividad

Lean la siguiente lectura y contesten el cuestionario.

#### La abundancia química de los elementos

Los elementos químicos de la tabla periódica son los distintos tipos de átomos de los que está compuesta la materia. Todos los átomos están formados por partículas elementales llamadas protones, neutrones y electrones. El núcleo del átomo está compuesto por protones y neutrones y en una nube que lo rodea están los electrones. Los átomos se pueden combinar para formar moléculas, tan diversas como la sal (NaCl), el agua (H<sub>2</sub>O) o el oxígeno molecular (O<sub>2</sub>).

Los elementos químicos más abundantes del universo son el hidrógeno y el helio, constituyen el 98% de todos los átomos del cosmos. El hidrógeno tiene un protón y un electrón, el helio tiene dos protones, dos neutrones y dos electrones. Estos son los elementos más ligeros. En la Tierra los átomos de hidrógeno y los de helio son gases. El hidrógeno se puede combinar con el oxígeno para formar agua: H<sub>2</sub>O. El helio se utiliza para inflar globos, ya que es más ligero que el aire. La atmósfera está compuesta principalmente por moléculas de nitrógeno y de oxígeno.

Más allá del hidrógeno y el helio algunos de los elementos químicos más abundantes del cosmos son el carbono, el nitrógeno y el oxígeno, constituyen un poco menos del 2% del número de átomos que existen. El carbono se combina fácilmente con elementos químicos y forma sustancias tan complejas como las de los que están compuestos los seres

vivos. Los humanos estamos compuestos principalmente de C, H, O y N, es decir de algunos de los elementos más abundantes del universo.

La luz de estrellas como el Sol es de varios colores. Los científicos pueden descomponer la luz en una gama de colores, el nombre técnico es espectro. Los astrónomos determinan la composición química de los cuerpos celestes mediante el análisis de sus espectros. Por cierto, cuando las gotas de agua descomponen la luz del Sol forman un arco iris, es el espectro.

Cada elemento químico incandescentes produce luz de ciertos colores. Si se analiza el espectro de un astro, se puede determinar su composición química. Comparando los espectros de los elementos químicos terrestres con los de los astros se puede conocer de qué átomos y moléculas están formados. De esta manera se ha descubierto que hay oro en el sol, alcohol en las nubes interestelares y amoniaco cerca de las estrellas recién nacidas.

Cuando el universo sólo tenía unos cuantos minutos de iniciada la expansión, sólo había átomos de hidrógeno y helio. Conforme evolucionó, se formaron las estrellas a partir de nubes, que al inicio sólo contenían estos elementos. Las estrellas crearon en sus núcleos, por medio de reacciones termonucleares, el carbono, el nitrógeno y el oxígeno a partir de helio. Al final de sus vidas arrojaron estas sustancias al medio interestelar enriqueciéndolo con estos elementos. Además, crearon los demás mediante explosiones conocidas como supernovas.



## Cuestionario

1. ¿Cuáles se conforman los compuestos como la sal, agua o el oxígeno?

---

---

2. ¿Cuáles son los elementos químicos más abundantes que conforman el 98% del universo? \_\_\_\_\_

---

3. Indica el número de protones, neutrones y electrones que hay en un átomo de hidrógeno y en un átomo de helio \_\_\_\_\_

---

---

4. ¿Cómo le hacen los astrónomos para conocer la composición química de los cuerpos celestes? \_\_\_\_\_

---

5. ¿Cuáles eran los elementos químicos que existían en los primeros minutos de vida del universo? \_\_\_\_\_

---

## Referencias

1. Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (2005). *Psicología educativa un punto de vista cognoscitivo*. (2a ed., 16a reimpresión). México: Trillas.
2. Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro* (en línea), Madrid, España, Santillana Ediciones, Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI, presidida por Jacques Delors, <[http://innovacioneducativa.uaem.mx:8080/innovacioneducativa/web/Documentos/educacion\\_tesoro.pdf](http://innovacioneducativa.uaem.mx:8080/innovacioneducativa/web/Documentos/educacion_tesoro.pdf)>, acceso libre, consulta: 5 de junio de 2022.
3. Díaz Barriga, A. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw-Hill.
4. Díaz Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. (2a ed.). México: McGraw-Hill.
5. El Efecto Doppler: el sonido en objetos en movimiento, (2022). <[https://www.google.com/search?q=efecto+doppler+en+sonido&rlz=1C1OKWM\\_esMX930MX930&sxsrf=AJOqlzX0bfXdm\\_zGeBm9NskDa2f0uMakcA:1675028284393&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwIj64TP3u38AhUGHUQIHQxwC\\_gQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1#imgrc=eURymKksC\\_GoAM](https://www.google.com/search?q=efecto+doppler+en+sonido&rlz=1C1OKWM_esMX930MX930&sxsrf=AJOqlzX0bfXdm_zGeBm9NskDa2f0uMakcA:1675028284393&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwIj64TP3u38AhUGHUQIHQxwC_gQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1#imgrc=eURymKksC_GoAM)>, consulta: 10 de noviembre de 2022.
6. Eltamiz.com. (2011). *Descubriendo nuestra galaxia. Los espectros estelares y las nubes de gas*, <<https://eltamiz.com/elcedazo/2011/04/14/descubriendo-nuestra-galaxia-los-espectros-estelares-y-las-nubes-de-gas/>>, consulta: 5 de diciembre de 2022.
7. Fernández, I. (1999). *Prevención de la violencia y resolución de conflictos. El clima escolar como un factor de calidad* (2ª ed.). Madrid, España: Narcea, S.A. de ediciones Madrid.
8. Fierro, J. (1999). *El universo*. México: Tercer milenio. Consejo Nacional para la Cultura y la Artes.
9. Física cuántica en la red. (2017). *La espectroscopía atómica*, <[https://www.google.com/search?q=espectros+de+sodio+sol+e+hidrogeno&rlz=1C1OKWM\\_esMX930MX930&sxsrf=AJOqlzWEh0LiBeUS6nkLpkeS3NhLaXhJ-g:1675282655510&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi50dGckvX8AhUVIWoFHRJrCO0Q\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1#imgrc=Yy-6QSLbCebzUM](https://www.google.com/search?q=espectros+de+sodio+sol+e+hidrogeno&rlz=1C1OKWM_esMX930MX930&sxsrf=AJOqlzWEh0LiBeUS6nkLpkeS3NhLaXhJ-g:1675282655510&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi50dGckvX8AhUVIWoFHRJrCO0Q_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1#imgrc=Yy-6QSLbCebzUM)>, consulta: 10 de enero de 2023.

10. Ginsburg, H. P. y Opper, S. (1988). *Piaget's theory of intellectual development*. Englewood, Cliffs New Jersey: Prentice-Hall.
11. Kimmel, D. C. y Weiner, I. B. (1998). *La adolescencia: una transición del desarrollo*. Barcelona, España: Ariel.
12. Lázaro, A. y Asensi, J. (1989). *Manual de orientación escolar y tutoría*. Madrid: Narcea, S.A. de ediciones Madrid.
13. Mariogonzalez.es. (2020). *Frecuencia, periodo, longitud de onda, número de onda y colores del mundial*, <[https://www.google.com/search?q=Onda+electromagn%C3%A9tica&rlz=1C1OKWM\\_esMX930MX930&sxsrf=AJOqlzWdjJMb5P\\_sgEbKt7EV1-GwaWBvxw:1675261580601&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj1qqvbw\\_T8AhUpM0QIHxjBBLsQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=580&dpr=1#imgrc=8GKilG6K2J7IVM](https://www.google.com/search?q=Onda+electromagn%C3%A9tica&rlz=1C1OKWM_esMX930MX930&sxsrf=AJOqlzWdjJMb5P_sgEbKt7EV1-GwaWBvxw:1675261580601&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj1qqvbw_T8AhUpM0QIHxjBBLsQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=580&dpr=1#imgrc=8GKilG6K2J7IVM)>, consulta: 10 de enero de 2023.
14. Peimbert. M. *Compilador* (2006). *La evolución en la astronomía*. México: El Colegio Nacional.
15. Peimbert, M. y Fierro, J. (2016). *La evolución química del universo*. (Primera reimpresión). México: Fondo de Cultura Económica.
16. Rice, F. P. (2000). *Adolescencia. Desarrollo, Relaciones y Cultura*. Madrid, España: Prentice-Hall.
17. Piaget, J. (1972). *Intellectual evolution from adolescence to adulthood*. *Human Development*, 15(1), 1–12.
18. Piaget, J. y Inhelder, B. (1969). *El desarrollo de las cantidades en el niño*. España: Hogar del libro.
19. Ramírez, R. y Jiménez, E. (abril-junio,1998). La expansión del universo. Una estrategia de enseñanza. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física*, Vol. 12 No. 2, págs. 115-119.
20. Reymond-Rivier, B. (1986). *El desarrollo social del niño y del adolescente*. Barcelona, España: Herder.
21. Sociedad Astronómica de México A.C. (SAM A.C.), 2020, Divulgación de la Astronomía, (en línea), Ciudad de México, <<https://www.sociedadastronomicademexico.org>>, acceso libre, consulta: 31 de octubre de 2022.
22. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2008, Portal de Estadística Universitaria (en línea), Ciudad de México, <<https://www.estadistica.unam.mx/>>, acceso libre, consulta: 7 de junio de 2022.

23. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (UNAM-ENCCH), 1996a, Modelo educativo (en línea), Ciudad de México,  
<<https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/MODELO%20EDUCATIVO%20DEL%20COLEGIO%20DE%20CIENCIAS%20Y%20HUMANIDADES.pdf>>, acceso libre, consulta: 11 de septiembre de 2022.
24. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM-ENCCH), 1996b, Plan de Estudios Actualizados (en línea), Ciudad de México,  
<<https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/actualizacion2012/Plan1996.pdf>>, acceso libre, consulta: 10 de enero de 2023.
25. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (UNAM-ENCCH), 2011a, Historia de la ENCCH (en línea), Ciudad de México, <<https://www.cch.unam.mx/historia>>, acceso libre, consulta: 4 de noviembre de 2022.
26. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Oriente (UNAM-ENCCH-O), 2022a, ENCCH Plantel Oriente (en línea), Ciudad de México, <<http://www.cch-oriente.unam.mx/index.html>>, acceso libre, consulta: 4 de noviembre de 2022.
27. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (UNAM-ENCCH-O), 2022b, ENCCH Plantel Oriente estudiantes (en línea), Ciudad de México, <<http://www.cch-oriente.unam.mx/estudiantes.html>>, acceso libre, consulta: 4 de noviembre de 2022.
28. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (UNAM-ENCCH), 2004, Programas de Estudio UNAM, CCH de Física I a IV (en línea), Ciudad de México, <[https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan\\_estudio/mapa\\_fisica.pdf](https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_fisica.pdf)>, acceso libre, consulta: 31 de octubre de 2022.
29. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (UNAM-ENCCH), 2016, Programas de Estudio de Física I-II 2016.
30. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades-Programa de Seguimiento Integral (UNAM-ENCCH-PSI), 2011, ENCCH Programa de Seguimiento Integral (PSI) (en línea), Ciudad de México, <<https://psi.cch.unam.mx/>>, acceso libre, consulta: 5 de noviembre de 2022.

31. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Preparatoria (UNAM-ENP), 1996a, Modelo educativo (en línea), Ciudad de México, <<http://enp.unam.mx/assets/pdf/planesdeestudio/ModeloEducativoENP.pdf>>, acceso libre, consulta: 11 de septiembre de 2022.
32. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Preparatoria (UNAM-ENP), 1996b, Plan y Programas de estudio actualizado (en línea), Ciudad de México, <[http://enp.unam.mx/assets/pdf/planesdeestudio/6to/1723\\_astronomia.pdf](http://enp.unam.mx/assets/pdf/planesdeestudio/6to/1723_astronomia.pdf)> acceso libre, consulta: 20 de septiembre de 2022.
33. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Preparatoria (UNAM-ENP), 2020, Historia de la ENP UNAM (en línea), Ciudad de México, <<http://www.orienta.enp.unam.mx/historia>>, acceso libre, consulta: 31 de octubre de 2022.
34. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Preparatoria (UNAM-ENP 8), 2017, Instalaciones de la ENP No. 8 UNAM (en línea), Ciudad de México, <<http://prepa8.unam.mx/p8/plantel/instalaciones>>, acceso libre, consulta: 4 de noviembre de 2022.
35. Universidad Nacional Autónoma de México-Escuela Nacional Preparatoria (UNAM-ENP 8), 2018, Orígenes de la ENP No. 8 UNAM (en línea), Ciudad de México, <<http://prepa8.unam.mx/p8/plantel/antecedentes>>, acceso libre, consulta: 6 de diciembre de 2022.
36. Vecinadelpicasso. (2013). *Espectros de absorción y emisión*, <<https://vecinadelpicasso.wordpress.com/2013/09/23/espectros-de-absorcion-y-emision/>>, consulta: 10 de enero de 2023.
37. Wikipedia. (2014). *Emisión Planck.jpg*, <<https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:EmisionPlanck.jpg>>, consulta: 10 de enero de 2023.