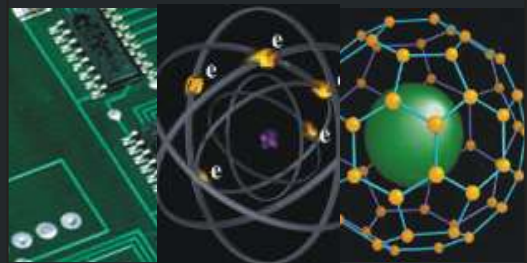


Cultura

Científica Tecnológica



FIDEL
HERRERA BELTRÁN
VERACRUZ
GOBIERNO DEL ESTADO



Secretaría
de Educación



INDICE

	Pág.
Introducción	1
Programas de Actividades	4
La Ciencia y algunos antecedentes	11
Material de difusión para Ponentes-Expositores de algunos temas acerca de las Ciencias--Clasificación de los elementos (Tabla Periódica)	61
Nuestro Sistema Solar	68
Clonación	77
Cambio Climático Global	98
Videodebates	126
Institutos y Centros de Investigación Científica	127
Exposiciones y Fabricas Tecnológicas	173
El Método Científico	197
Algunas Pràcticas Y Experimentos aplicando el Método Científico	221
Listados de Temas Científicos y Tecnológicos para que los alumnos trabajen individualmente o por equipos	240
Lineamientos para la elaboración de anteproyectos de investigación	268
El proyecto de Investigación	285
Temas para seleccionar un proyecto científico-tecnológico, para que el alumno lo desarrolle en el transcurso del semestre dependiendo la materia	297
Ferias de Ciencia y Tecnología	303
Bibliografía General	304
Paginas de Internet	305
Créditos	306

INTRODUCCION

Objetivo General:

En est campo de accion se busca que el alumn participeParticipar en propuestas de avances Científico- Tecnológicos a través de actividades de acercamiento a la investigación para que desarrolle su sentido crítico, ético, sincrético, facultades creativas e intelectuales, así como propiciar que se sienta capaz de realizar alternativas a los avances de nuestro país y que reconozca la importancia y necesidad de este tipo de desarrollo en la superación y crecimiento de una nación y del mundo. Trata de unir teorías y doctrinas diferentes. Urge lo que es la cuestión ambiental, científica y tecnológica.

Hay que fomentar siempre el debate y el análisis de lo visto o escuchado, es importante el asistir a exposiciones de este corte y a visitas guiadas a centros de investigación y desarrollo tecnológico; asistiendo a Simposios, Conferencias y Congresos, etc.

Descripción Conceptual:

En su raíz latina *ciencia* es el conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas.

En las ciencias naturales y exactas la actividad científica tiene por objetivo poner en relación los conocimientos adquiridos acerca de objetos y fenómenos aislados, haciendo posible la realización de predicciones.

La tecnología, por su parte., es el conjunto de conocimientos propios de un oficio mecánico ó arte industrial.

Por otra parte la tecnología es la puesta en práctica o aplicación de una tecnología en particular a desarrollar, tomando en cuenta a los organismos, sean animales, plantas, hongos o bacterias; como ejemplos, cultivo de hongos, cría de conejos, cultivo de bacterias, por la industria farmacéutica, cultivos in Vitro de orquídeas, flores varias.

La importancia de fomentar una cultura científico tecnológica en los jóvenes radica en la capacidad de razonamiento lógico formal, de habilidades del pensamiento, de concretización, de capacidad de análisis entre otras cualidades que va a desarrollar en su etapa adolescente.

El acercamiento a la ciencia en una forma lúdica, despierta el gusto por lo que ve cotidianamente en clase y facilita que comprenda con un sentido lógico la aplicación de cada una de las teorías aprendidas para su mejor aprendizaje.

El partir del analisis de un tema cualquiera que los inquiete, comenzar con su estudio de investigación, poniendo en práctica sus mecanismos

aprendidos en clase y comenzando a practicar la metodología científica; es una buena forma de explorar la ciencia. Es indispensable la guía de un maestro conocedor del área a trabajar o a fin. En esta etapa de aprendizaje es conveniente llevar paso a paso el método científico en cada una de sus etapas a manera de ensayo y error para que el joven practique sobre éste; posteriormente, ya asimilado su procedimiento, podrá hacer propuestas y variaciones sobre el mismo.

La idea de hacer un trabajo de investigación es demostrar al alumno que él, con los pocos o muchos conocimientos adquiridos en su etapa, ya tiene la capacidad por una parte de servir, demostrar hipótesis, elaborar teorías de un determinado experimento, y por otra parte, contactar un trabajo área o región de analizar, proponer e incluso construir y fabricar implementos o artefactos al servicio de la ciencia.

Este trabajo llega a ser tan enriquecedor y satisfactorio que el educando adopta una actitud de gusto por la ciencia. Es totalmente recomendable su exposición formal a una comunidad, ya sea escolar, familiar o social, dado que la responsabilidad que él deberá adoptar en su presentación le hace adoptar seguridad en si mismo.

También, el valerse de actividades como proyección de videos científicos (chechar los nombres de lo que tenga en casa, apoyarse de videos que haya en su escuela, centros cercanos, secundarias etc. con familiares; o directamente pedirlos a la Dirección General de Telebachillerato específicamente al Área de Videoteca, Videos tales como National Geographic, Time Libe, Discovery, Animal Planet etc, o los producidos en “casa” es decir en el Departamento de Televisión Educativa, ejemplo: Granjas productivas: cultivo de setas, cría de conejos, producción de hortalizas, lombricomposta, cultivo de camarón en fin etc., en cuanto a la Tecnología, por otra parte algunos de Ciencia como: Los viveros, jardines botánicos, especies de animales en peligro de extinción etc. También organizar ponencias o videodebates de la clonación con conferencistas especialistas, incluso si es posible armar debates entre conocedores profesionales de distintas disciplinas de un tema en común.

SEMESTRES EN DONDE APLICARA Y SUGERENCIA DE COMO EVALUAR, LA TEORIA Y LA PRACTICA

Para la materia de Química en particular que se llevara en primero y segundo semestres, y quinto y sexto respectivamente; el maestro tendrá que ajustarse a desarrollar los temas junto con el alumno, así como las practicas, experimentos y algún proyecto de investigación que ellos determinen llevar a cabo, en estos semestres, como sugerencias en teoría se evaluara con un 50% y las practicas y experimentos 20% y finalmente el proyecto o proyectos (que podrán ser individuales o por equipos, depende el proyecto será el numero de integrantes) seria de un 30%. De

esta misma forma podrán ser evaluadas la Física (para tercero, cuarto, quinto y sexto semestres) y la Biología (a partir de cuarto, quinto y sexto correspondientemente).

Desempeño: En la participación de exposiciones orales y explicando el contenido del tema o temas a tratar, utilizando apoyos tales como: mapas conceptuales y mentales, cuadros sinópticos, comparativos, reportes de visitas a centros e institutos de investigación, a fábricas, industrias etc.

Productos: Reportes y exposiciones de los proyectos de investigación y practicas de campo, así como también experimentos, llevados a acabo durante la aplicación del programa de la cultura científico-tecnológica. Los maestros y alumnos, pueden apoyarse de las siguientes modalidades didácticas para poder desarrollar lo mejor posible las actividades sugeridas en el presente programa.

1. Técnica expositiva-interrogativa.
2. Consulta en fuentes diversas.
3. Grupos de discusión.
4. Lectura dirigida.
5. Cuestionario inducido.
6. Experimentos y prácticas de laboratorio y de campo.
7. Mesas de debate.
8. Proyección y explicación del video científico-tecnológico.
9. Observación participativa, ejemplo: platicas con personas de experiencia en la comunidad, acerca de un tema determinado, (usos que le dan a ciertas plantas y/o hierbas).
10. Conferencias (ponencias), de los temas generales y de la propia investigación.

Por ultimo, los temas que a continuación se presentan son los básicos para poder llevar a cabo la práctica de iniciación y realización del trabajo científico y tecnológico.

Los temas y actividades podrán ser vistos según las necesidades del grupo y con la profundidad que el profesor y coordinador crea pertinente, pero sí es indispensable tocar cada uno de los temas sugeridos para una mejor guía, desarrollo y resultado de la actividad.

BLOQUE.1. ACERCAMIENTO A LAS CIENCIAS Y A LA TECNOLOGÍA.

BLOQUE .2. PRÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y LA TECNOLOGÍA.

BLOQUE .3. SOCIALIZACIÓN DEL TRABAJO.

BLOQUE 1. ACERCAMIENTO A LAS CIENCIAS Y A LA TECNOLOGÍA.

Objetivo General:

El estudiante conocerá el trabajo real de las ciencias y la tecnología así como a sus profesionales a través de actividades que despierten en él inquietudes para motivarlo al trabajo de investigación en el algún campo de las ciencias o la tecnología.

ACTIVIDADES SUGERIDAS	MATERIAL DE APOYO	INSUMOS (inversión en bien material)	EQUIPO	OBSERVACIONES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Impartir plática sobre el origen de las ciencias y su importancia en el desarrollo de la humanidad, definición de ciencia y tecnología. ➤ Organizar conferencias con especialistas de diversos temas de desarrollo de las ciencias (pueden ser profesores especializados en química, biología, doctores, maestros normalistas con especialidad en naturales, catedráticos 	<p>Investigar en libros, Internet. Videos o material audiovisual sobre el tema.</p> <p>Materiales de difusión de la actividad y para presentación de los expositores.</p>	<p>Material bibliográfico. Videos, diapositivas o audiovisuales.</p>	<p>Equipo de proyección según el caso. Rota folio, Plumones.</p> <p>De sonido y de proyecciones, rotafolio.</p>	<p>En el material de apoyo de La Cultura científico-tecnológica (CYT), se incluyen algunos artículos e investigaciones varias, obtenidas de Internet (material de difusión)</p>

<p>universitarios tecnológicos, etc.)</p> <p>➤ Organizar debates con personalidades de diferentes campos hablando de un mismo tema, ejemplo: la clonación. (puede impartir plática el doctor de la comunidad por ejemplo)</p> <p>➤ Realizar video debates de un tema científico o tecnológico con los alumnos (para que ellos opinen sobre lo que vieron, compartan e intercambien sus observaciones).</p>	<p>Materiales de difusión de la actividad y para presentación de los expositores.</p> <p>Videos científicos, lectura en artículos. Libros o revistas del tema a tratar.</p>		<p>De sonido y de proyecciones.</p> <p>Video casetera y monitor.</p>	<p>Los maestros pueden apoyarse de videos científicos y tecnológicos que tengan en sus centros, o los alumnos que cuenten con videos como Nacional Geog., animal planet, discovery, time life etc., también se pueden apoyar de los existentes en la videoteca de las oficinas del Telebachillerato.</p>
--	---	--	--	--

ACTIVIDADES SUGERIDAS	MATERIAL DE APOYO	INSUMOS (inversión en bien material)	EQUIPO	OBSERVACIONES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asistir a visitas guiadas a centros o institutos de investigación 	<p>Introducción a los alumnos acerca de lo que va a tratar la visita. (Para lo cual se pueden apoyar del material incluido en la Cultura Científico-Tecnológica.</p>	<p>Viáticos para visitar los Centros e Institutos de investigación.</p>	<p>Computadora y o cañón para proyectar la información de cada Instituto.</p>	<p>En el material de apoyo, se incluyen algunos centros de investigación a nivel estatal, sus direcciones, horarios de visitas y la información propia que tiene cada instituto.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asistir a visitas guiadas a fábricas, exposiciones tecnológicas o centros de trabajo donde se desarrolle algún tipo de tecnología. 	<p>Introducción a los alumnos acerca de lo que va a tratar la visita. (Para lo cual en cada comunidad, los maestros y alumnos deberán enterarse si existe alguna fábrica o centro tecnológico que puedan visitar) ejemplo la Cervecería de Orizaba.</p>	<p>Viáticos para visitar alguna fabrica o expo tecnológica</p>	<p>Trípticos, volantes.</p>	<p>En el material de apoyo viene la información al respecto.</p>

BLOQUE 2. PRÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y LA TECNOLOGÍA.

Objetivo general:

El alumno se introducirá al trabajo formal de las ciencias o la tecnología mediante la práctica de la investigación, para reforzar y aplicar sus conocimientos.

ACTIVIDADES SUGERIDAS	MATERIAL DE APOYO	INSUMOS (inversión en bien material)	EQUIPO	OBSERVACIONES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Explicar el Método Científico. (MC) 	<p>Bibliografía, esquemas, algún ejemplo visual práctico.</p>	<p>Material bibliográfico, videográfico.</p>	<p>De computo, video casetera</p>	<p>Viene detallada la información acerca del método científico, con ejemplos y algunos artículos de investigación, en el material de apoyo del CYT.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollar el método científico mediante la elaboración de prácticas y experimentos de laboratorio. 	<p>Revistas, libros, videos, para ejemplificar el método científico.</p>	<p>Bibliografía, puede ser de material de laboratorio.</p>	<p>El específico para desarrollar prácticas de laboratorio y algunos experimentos caseros (con sustancias, soluciones, y materiales de bajo costo).</p>	<p>En el material de apoyo del CYT, se indican algunas prácticas y experimentos, aunque pueden desarrollar otros distintos.</p> <p>Se incluyen artículos de investigación con temas relevantes de nuestra realidad y actualidad.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elegir temas a trabajar individualmente o por equipos o un solo tema, para posteriormente exponer y 	<p>Revistas, libros, videos.</p>	<p>Bibliografía</p>	<p>Laminas, computadora, plumones, rotafolio cartulinas.</p>	

<p>debatir.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar anteproyecto , ubicando tema, puntos a tratar, tiempos para su realización y objetivo. ➤ Evaluar el anteproyecto y su viabilidad, asignar asesor de la disciplina correspondiente (puede ser un maestro y puede ayudarse de un asesor externo conocedor del tema). 	<p>Libros de consulta, revistas científicas, artículos, tesis de licenciatura, del área naturales.</p>		<p>Papel bond, cartulina, cartoncillo, plumones, computadora.</p> <p>Pizarrón, gises, cartulinas.</p>	<p>Literatura de cómo realizar un anteproyecto y proyecto de investigación.</p> <p>Pueden apoyarse de las capacitaciones para el trabajo que lleven en su centro (agropecuarias, técnicas etc.) ej. Cultivo de hortalizas, setas; científicos en cuanto a tener un inventario de las plantas medicinales y comestibles de su localidad.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar el proyecto de investigación científica y tecnológica (es deseable poner tiempos de entrega general para la presentación de todos los equipos). 	<p>Libros de consulta, revistas especializadas y aquél en particular que requieran los proyectos.</p>	<p>Bibliografía, material propio para cada proyecto</p>	<p>El que requiera su proyecto, pueden ser materiales tanto de campo como de laboratorio, sustancias, soluciones etc.</p>	<p>Sea cual fuera el proyecto (en cuanto a duración) el maestro y asesores fijaran una fecha específica para todas las presentaciones finales.</p>

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar revisiones periódicas por el asesor. ➤ Presentar el proyecto final concluido, en el aula. 	<p>El propio para cada proyecto de ciencia y tecnología</p>		<p>Lapicero, plumón, proyecto impreso en borrador. Pizarrón.</p> <p>Pizarrón, carteles, cartulinas, diapositivas, cámara de video, computadora y cañón. Proyector de acetatos.</p>	<p>Depende el proyecto pueden ser desde quincenales mensuales, trimestrales etc.</p> <p>Dependiendo del proyecto, es como será la duración de la ponencia.</p>
---	---	--	---	---

BLOQUE 3. SOCIALIZACIÓN DEL TRABAJO.

Objetivo General:

El alumno expondrá su trabajo de investigación o tecnológico a través de diversas actividades para reforzar su sentido de responsabilidad y seguridad en si mismo.

ACTIVIDADES SUGERIDAS	MATERIAL DE APOYO	INSUMOS (inversión en bien material)	EQUIPO	OBSERVACIONES
<p>➤ Organizar encuentros de Ciencia y Tecnología (ferias).</p>	<p>Trabajos a exponer, pueden elaborar carteles científicos (deben llevar implícita la información de la investigación, por pasos del método científico: Plantas curativas de su localidad o región: un inventario). Puede utilizarse papel ilustración o algún otro material de preferencia ligero y firme para hacer el cartel</p>	<p>Pueden utilizarse mamparas de madera. Pizarrones. Los que requiera el evento.</p>	<p>Proyectores de acetatos, videocaseteras, Computadoras para exponer trabajos, y el necesario de apoyo a la presentación de los mismos. Equipo y material de laboratorio, expo in situ (parcela escolar o de traspatio para la demostración de hortalizas). Muestras de los resultados.</p>	<p>Pueden ser zonales o regionales, para lo cual deberán ponerse de común acuerdo con los maestros y supervisores. Si la escuela es grande pueden presentarse los trabajos allí, o en el salón ejidal de la localidad. Disponer de un Espacio adecuado con mesas para colocar los trabajos y exponerlos. Pueden dar reconocimientos de participación, y premiar depende la categoría, el mejor.</p>

LA CIENCIA Y ALGUNOS ANTECEDENTES

Gracias a la ciencia el hombre ha aprendido a enfrentarse a los innumerables obstáculos que acarrea la vida en la Tierra y , hasta cierto punto, dominarlos. Pero, a no dudarlo, su principal logro ha sido desarrollar un cerebro más poderoso que el resto de los seres vivos. Cada generación, desde el fondo de la historia que conocemos, ha venido experimentando cambios y la curva de estos cambios asciende con una rapidez que aumenta sin cesar. En el momento actual no podemos prever a dónde llegará a la Humanidad, si a las estrellas, de mano de la ciencia o al desastre de la mano del propio hombre. En la historia humana, nunca antes había ocurrido nada parecido a la explosión de la ciencia y de la tecnología basada en la ciencia, que se inició en el siglo XVI.

Sin duda, las antiguas civilizaciones de Mesopotamia, Egipto, China y Grecia llegaron a un gran refinamiento, pero ninguna de ellas utilizó los métodos científicos que han sido la clave del éxito de la cultura occidental y al nivel de conocimientos de que disponemos en el siglo XXI. Resulta difícil explicar el por qué las mencionadas culturas, en un determinado momento parece que limitaron su desarrollo, lo cierto es que trabajaron con una monótona regularidad y en al llegar a punto culminante, todas ellas, comenzaron a hundirse en la decadencia; ninguna de ellas alcanzó ese punto crítico, el umbral de un futuro sin límites, que el Occidente logró hace 400 años.

Seguramente, los antiguos griegos fueron los que estuvieron más cerca de romper el ciclo de apogeo y decadencia, debido a la presencia de algunos de sus sabios, quienes en el período culminante de su grandeza, esto es, un poco antes de la Era Cristiana, empezaron a emplear una combinación de observación objetiva y razonamiento teórico que, como sabe es la esencia de la investigación científica. Y hay ejemplos de trabajos que dan la impresión de ser modernos, como es el caso de Eratóstenes. Este sabio griego, nació hacia el año 273 a. C., calculó la circunferencia terrestre con asombrosa exactitud usando el método de medir las sombras del Sol en diferentes lugares, método que todavía es válido.

Otros ejemplos. Los médicos griegos disecaban los cuerpos humanos para estudiarlos, procedimiento evidentemente necesario, pero que fue prohibido en los siglos posteriores. El matemático Arquímedes empleó su famoso principio (según el cual el peso de un cuerpo sumergido en un fluido se reduce en una cantidad igual al peso del fluido desalojado) para medir la densidad de los objetos de forma irregular. Éste es un excelente ejemplo de una teoría científica aplicada a la práctica. Cuando su ciudad natal de Siracusa fue atacada por los romanos el año 212 a.C., se dedicó, como hacen los científicos modernos, a lo que hoy se denomina

investigación y desarrollo militar, y diseñó mejores catapultas y otras armas nuevas.

En la época de Arquímedes, la ciencia del último periodo griego parecía estar ganando importancia: Varias ciudades tenían grandes bibliotecas públicas, y el famoso Museo de Alejandría, colonia griega en Egipto, era en parte un instituto de investigación científica. Progresaba el conocimiento teórico junto con la tecnología práctica, estimulándose mutuamente, como sucede hoy. Los griegos del siglo II a. C. tenían el derecho de pensar que vivían en una maravillosa época de descubrimientos, en que la Naturaleza cedía en todas partes ante el poder del intelecto humano.

De haber continuado este espíritu, la época actual de cambios explosivos, que empezó alrededor del año 1600, pudo haberse iniciado 1700 años antes, pero el progreso científico de los griegos no duró mucho. Poco después del año 100 a. C., el mundo griego perdió su vitalidad y fue conquistado por los prácticos romanos, quienes eran excelentes ingenieros, pero científicos poco originales. Luego vino el cristianismo, que exaltó el misticismo, no la ciencia. Incluso antes de que los invasores bárbaros trajeran a Europa la llamada Edad del Oscurantismo, el pensamiento científico de ésta había cesado. La civilización grecorromana, como todas las anteriores, había llegado a la culminación y empezado a decaer.

Después de mil años de ignorancia y superstición, la ciencia europea empezó a recobrase lentamente. En el siglo XIII, algunos hombres audaces, como Roger Bacon, fraile franciscano de la Universidad de Oxford, rechazaron los hábitos teológicos del pensamiento y empezaron a observar y razonar como el mejor de los griegos. Bacon estudió las lentes y tal vez usó un microscopio. Pero lo más importante de todo fue su actitud filosófica radical. Instaba a sus discípulos a experimentar y observar, y a no aceptar más que lo que procedía de la Naturaleza. Esta manera de pensar es la clave del progreso técnico y científico, y con extraordinaria visión, Bacon predijo que capacitaría al hombre para construir barcos que se moverían por sí mismos y vehículos terrestres. Incluso predijo que habría naves que se sumergirían en los océanos y que volarían por los aires.

Bacon se adelantó varios siglos a su época. Las autoridades eclesiásticas, consideraron que su razonamiento independiente constituía una amenaza para la ortodoxia religiosa, lo encarcelaron y lo hicieron callar.

HABLANDO DE CIENCIA

La ciencia es la gran aventura del género humano. Cada generación ve más cambios, y la curva de estos cambios asciende con una rapidez que aumenta sin cesar. No se puede prever a dónde llevará a la Humanidad:

quizá al desastre, tal vez a las estrellas. En la historia humana, nunca antes había ocurrido nada parecido a la actual explosión de la ciencia, y de la tecnología basada en la ciencia, etapa iniciada en el siglo XVI.

Las antiguas civilizaciones de Mesopotamia, Egipto, China y Grecia llegaron a un gran refinamiento, pero ninguna de ellas adoptó los métodos científicos que han sido la clave del éxito de la cultura occidental. Los antiguos, con monótona regularidad llegaron a una culminación para luego hundirse en la decadencia. Ninguno de ellos alcanzó ese punto crítico, el umbral de un futuro sin límites, que el Occidente pasó hace 400 años.

Los antiguos griegos fueron los que estuvieron más cerca de romper el ciclo de apogeo y decadencia. Hacia fines de su período de grandeza, un poco antes de la Era Cristiana, algunos de sus filósofos empezaron a usar una combinación de observación objetiva y razonamiento teórico que es la esencia de la investigación científica. Algunos de sus trabajos dan la impresión de ser modernos. Eratóstenes, que nació hacia el año 273 a.C., calculó la circunferencia terrestre con asombrosa exactitud usando un método (medición de las sombras del Sol en diferentes lugares) que todavía es válido. Los médicos griegos disecaban los cuerpos humanos para estudiarlos, procedimiento evidentemente necesario que fue prohibido en los siglos posteriores. El matemático Arquímedes empleó su famoso principio (el peso de un cuerpo sumergido en un fluido se reduce en una cantidad igual al peso del fluido desalojado) para medir la densidad de los objetos de forma irregular. Éste es un excelente ejemplo de una teoría científica aplicada a la práctica. Cuando su ciudad natal de Siracusa fue atacada por los romanos el año 212 a.C., se dedicó, como un científico moderno, a lo que hoy se llama investigación y desarrollo militar, y diseñó mejores catapultas y otras armas nuevas.

En la época de Arquímedes, la ciencia del último período griego parecía estar ganando importancia. Varias ciudades tenían grandes bibliotecas públicas, y el famoso Museo de Alejandría, colonia griega en Egipto, era en parte un instituto de investigación científica. Progresaba el conocimiento teórico junto con la tecnología práctica, estimulándose mutuamente, como sucede hoy. Los griegos del siglo II a.C. tenían el derecho de pensar que vivían en una maravillosa época de descubrimientos, en que la Naturaleza cedía en todas partes ante el poder del intelecto humano. De haber continuado este espíritu, la época actual de cambios explosivos, que empezó alrededor del año 1600, pudo haberse iniciado 1700 años antes, y quizá la primera colonia terrestre en la Luna habría hablado griego. Pero el progreso científico de los griegos no duró mucho. Poco después del año 100 a.C., el mundo griego perdió su vitalidad y fue conquistado por los prácticos romanos, quienes eran excelentes ingenieros, pero científicos poco originales. Luego vino el cristianismo, que

exaltó el misticismo, no la ciencia. Incluso antes de que los invasores bárbaros trajeran la llamada Edad del Oscurantismo a Europa, el pensamiento científico de ésta había cesado. La civilización grecorromana, como todas las anteriores, había llegado a la culminación y empezado a decaer.

Después de mil años de ignorancia y superstición, la ciencia europea empezó a recobrase lentamente. En el siglo XIII, algunos hombres audaces, como Roger Bacon, fraile franciscano de la Universidad de Oxford, rechazaron los hábitos teológicos del pensamiento y empezaron a observar y razonar como el mejor de los griegos. Pero lo más importante de todo fue su actitud filosófica radical. Instaba a sus discípulos a experimentar y observar, y a no aceptar más que lo que procedía de la Naturaleza. Esta manera de pensar es la clave del progreso técnico y científico y, que con extraordinaria visión, Bacon predijo que capacitaría al hombre para construir barcos que se moverían por sí mismos y vehículos terrestres. Incluso predijo que habría naves que se sumergirían en los océanos y que volarían por los aires.

Bacon se adelantó varios siglos a su época. Las autoridades eclesiásticas, que consideraban su razonamiento independiente una amenaza para la ortodoxia religiosa, lo encarcelaron y lo hicieron callar.

LOS ORÍGENES DE LA CIENCIA SEGÚN RENÉ GIRARD

Gabriel Andrade*

La Universidad del Zulia*, Maracaibo, Venezuela.

RESUMEN

Este artículo es una exposición de la teoría adelantada por René Girard, según la cual la ciencia tiene un origen cristiano. Antes de abordar la teoría formulada por Girard, se elabora una reseña de los argumentos que generalmente se han expuesto para atribuirle al cristianismo una participación en la formación de la actividad científica. De acuerdo a Girard, el cristianismo es el principal promotor de la ciencia, pues, censurando las persecuciones de minorías, abre el paso a la indagación sobre los fenómenos naturales.

Palabras clave: René Girard, orígenes de la ciencia, cristianismo.

INTRODUCCIÓN

“¿Qué tiene que ver Atenas con Jerusalén, la Academia con la Iglesia?”, preguntaba Tertuliano (*De Praescriptione*, 7) dos siglos después de Cristo. A diferencia de los esfuerzos reconciliadores de un Clemente de Alejandría, Tertuliano inauguró una actitud de confrontación entre la herencia clásica grecolatina y el mundo judaico que, a través de la cristiandad, se extendía por todo el mundo. Si bien, entrada la Edad Media, los escolásticos intentaron mantener un balance entre los clásicos y las raíces bíblicas del cristianismo, pareciera que la pregunta inicial de Tertuliano mantuviera gran vigencia entre los cristianos y los no cristianos de tiempos contemporáneos: se suele considerar que el cristianismo sólo ha contribuido al desarrollo de la fe en nuestra civilización, mientras que la herencia clásica es la única en haber inspirado el espíritu científico de nuestros días, pues sus dotes racionalistas forman el proceder científico. Así, pues, a juicio de buena parte de los intelectuales contemporáneos, Atenas no tiene nada que ver con Jerusalén: los griegos fundaron nuestra razón y ciencia, los judíos y cristianos nuestra religión.

En función de eso, predomina la imagen de un cristianismo que, con la bandera de la fe, obstaculiza el camino de la razón y, por extensión, de la ciencia. Los propulsores de esa imagen no toman en cuenta que, si bien en la filosofía y teología cristianas nunca se ha subordinado la fe a la razón,

en modo alguno el ejercicio racional ha sido totalmente desplazado; la obra de Tomás de Aquino es, apenas, una muestra de la forma cómo el cristianismo estima a la razón como complemento de la fe.

Pero, dejando de lado esta breve objeción a la imagen anticientífica del cristianismo, también hay que considerar que, en modo alguno, el mero ejercicio racional es garante del desarrollo científico. Si bien la ciencia no puede prescindir de procedimientos racionales, cuestión que le debemos a los griegos, irónicamente, la ciencia está en buena medida inspirada en una determinada fe. Se trata de una premisa que, desde los días de Comte y el surgimiento del positivismo, es difícilmente aceptable por las comunidades científicas. Ciertamente, la lista de aspectos irreconciliables entre fe y ciencia es larga: un cuerpo que muere no puede regresar a la vida, una mujer no puede parir sin tener relación sexual, etc. Pero el error de Comte y los positivistas ha sido la carencia de un sentido histórico en su estudio de la ciencia, pues la ciencia es un movimiento intelectual con una historia específica. Contrariamente a lo que se supone es usual, los dogmas de fe cristianos permitieron el cultivo de cosmovisiones y actitudes que favorecieron el auge de la ciencia, de forma tal que su participación en el origen de la ciencia es bastante amplia.

Por fortuna, el siglo XX ha visto resurgir historiadores de la ciencia encabezados por Stanley Jaki (2000) que han hecho un revisionismo del tópico, según el cual, la ciencia moderna es casi exclusivamente herencia de los griegos. Estos historiadores han reivindicado al cristianismo señalando cómo el contenido de la religión cristiana es propiciatorio de la actividad científica. En lo que sigue, me aproximaré a la manera cómo el filósofo francés René Girard ha hecho una contribución a los esfuerzos de esta corriente de historiadores y filósofos que pretenden reivindicar la participación del cristianismo en la formación de la mentalidad científica. El origen de la ciencia no es un tema principal de la obra de Girard, pues le dedica unas muy escasas páginas, pero las implicaciones de sus reflexiones sobre la ciencia cobran gran importancia, pues reiteran la inmensa deuda que nuestro mundo tiene con el cristianismo, independientemente de que se acepten sus dogmas o no, como es el caso de quien escribe estas líneas.

LAS RAÍCES CRISTIANAS DE LA CIENCIA

Antes de entrar en profundidad sobre el tema que nos ocupa, a saber, los orígenes de la ciencia, según René Girard, hemos de considerar brevemente los argumentos que sustentan el juicio, según el cual, el cristianismo tuvo un papel importantísimo en la conformación de la ciencia moderna.

En primer lugar, es necesario reconocer parcialmente la validez del argumento de aquéllos que acreditan a los griegos como los propulsores de la ciencia contemporánea. Si entendemos “ciencia” como una colección sistemática de conocimiento sobre la naturaleza a base de la razón y de la experiencia, entonces, ciertamente los griegos han formulado una importante contribución, pues, como ninguna otra civilización, ellos sentaron las bases para el uso de la razón. No en vano este aspecto de la filosofía griega fue aceptado y valorado por la Iglesia, pues hasta al día de hoy se enseña la lógica aristotélica en los seminarios.

Pero el mero uso de la razón no garantiza el desarrollo de la ciencia, ya que los ejercicios racionales pueden partir de premisas aparentemente verdaderas, pero que bien podrían ser declaradas falsas por la experimentación. De hecho, aun con su refinada geometría euclidiana y lógica aristotélica, los griegos no pudieron desarrollar la ciencia, en el sentido que hoy la entendemos. Los griegos desarrollaron el conocimiento de entidades abstractas, pero tuvieron muy poco interés en conocer la realidad material del mundo, pues de forma, quizás, sorprendente no parecían estar demasiado interesados en confirmar con la experiencia lo que creían conocer con la razón. No deja de ser irónico que un refinador de la lógica como Aristóteles afirmase que los cuerpos, entre más pesados sean, llegan más rápido a la superficie terrestre al dejarse caer desde una altura (*De Caelo, Libro II*) –juicio que podría resultar bastante lógico– sin tomarse la molestia de elaborar una verificación empírica tan sencilla como la que, unos veinte siglos más tarde, haría Galileo para terminar de refutar semejante juicio.

Si bien los griegos aportaron un importante elemento al desarrollo de la ciencia, a saber, su racionalismo, también tenían otros obstáculos que impidieron el desarrollo científico. Estos obstáculos provenían principalmente de su cosmovisión, lo mismo que la cosmovisión de otras civilizaciones ajenas a Occidente. La participación del cristianismo en los orígenes de la ciencia estuvo en aportar una cosmovisión que, fundamentada en principios de fe, abriera paso al cultivo de actitudes propiciatorias de la ciencia, especialmente la verificación empírica y la observación; pero no sólo eso, sino, también, el empleo de la razón para conocer la naturaleza. Estos principios de fe se fueron desarrollando a lo largo de la historia de la Cristiandad, pero todos pueden ser remontados al entendimiento que la Biblia ofrece respecto a Dios y a su relación con el hombre.

Sería un grave error creer que en la Biblia no hay ninguna contradicción con la ciencia (como suelen hacer muchos fundamentalistas), pues, sencillamente, eso es falso. La ciencia jamás aceptará que el mundo fue creado en seis días, que los patriarcas pudieron vivir cientos de años, etc. Mucho menos podemos descifrar en la Biblia códigos científicos como, por

ejemplo, sugerir que este verso del Libro de Job antecede la teoría newtoniana: “Dios tendió el Septentrión sobre el vacío, suspendió la tierra sobre la nada” (26:7). Lo que la Biblia, sí, hace es propiciar una serie de cosmovisiones que, a la larga, motivan el cultivo de actitudes favorables al desarrollo de la ciencia.

Quizás el aspecto más favorable de esta cosmovisión para el desarrollo de la ciencia es la convicción de un Dios racional y cuyo gesto creativo, por extensión, también lo es. Alfred North Whitehead (1997) fue, quizás, el primer filósofo de la ciencia en el siglo XX en reivindicar la herencia cristiana de la ciencia. Para este eminente pensador inglés, la ciencia no hubiese sido posible sin la noción desarrollada en la Edad Media, según la cual Dios es racional. Siendo un Dios racional, su creación también lo es. Y, puesto que el mundo es racional, es inteligible al hombre, motivando así su estudio. Si no hubiese aparecido la idea de un Dios racional, sino que hubiese persistido la idea de dioses irracionales enfrentados en batallas para crear el mundo, la naturaleza no sería concebida como un sistema lo suficientemente ordenado y racional como para ser inteligible a la mente humana. Sin la convicción de que el mundo ha sido creado por una inteligencia superior, el hombre encontraría a la naturaleza difícil (por no decir imposible) de comprender y renunciaría a la búsqueda de su conocimiento y comprensión.

El atributo de la racionalidad a Dios somete su creación a leyes fijas, pues un mundo racionalmente diseñado no sería concebible sin esas leyes. La racionalidad de Dios supone, al menos de forma implícita, una limitante a Su omnipotencia, pues para Dios no sería racional hacer ciertas cosas, como suspender el funcionamiento de las leyes naturales. Esto es algo sobre lo cual insistieron los escolásticos: si el hombre tiene la convicción de que el Creador es racional y que, por ende, no puede alterar ciertas cosas, entonces, se abre el camino a la idea que propugna que las leyes naturales son fijas y aplican al mundo creado por Dios de forma constante.

Alfred North Whitehead acreditaba a la filosofía cristiana medieval por ser la formadora de esta cosmovisión; pero, a decir verdad, los medievales no hicieron más que formalizar unos principios que ya se encuentran firmemente enraizados en la Biblia. Al crear el mundo, Dios vio que era bueno (Génesis 1:10; 1:12; 1:18; 1:20; 1:25; 1:31) y puesto que la creación es buena y, por extensión, racional y ordenada, el funcionamiento del mundo marcha sobre la base de principios fijos. A lo largo de la Biblia se exponen las perfecciones y racionalidades de la creación, quizás, siendo la confrontación de Dios con Job el ejemplo más emblemático. No obstante, en la Biblia hay aún misterios por resolver, pues quedan algunas dudas respecto a la racionalidad de la creación, surgiendo así el problema de la teodicea (a saber, por qué Dios permite el mal en el mundo), prominente en el libro de Habacuc y en la literatura sapiencial, especialmente el libro

de Job. Pero si bien nunca se ofrece una respuesta racional a este problema, resoluble sólo a través de la fe (la mente humana no comprende los designios divinos), el equilibrio bíblico se inclina mucho más hacia un mundo racional inteligible por la mente humana, que hacia un mundo caótico e injusto sólo comprendido por Dios. Igualmente, en la misma Biblia se adelanta una visión en la cual, precisamente por su racionalidad, Dios no puede hacer ciertas cosas. Así, por ejemplo, San Pablo nos enseña que Dios no puede mentir (Tito 2:1) y, de la misma manera en que Dios no puede mentir, pues eso iría contra Su propia esencia, Dios no alteraría el funcionamiento fijo del mundo, pues eso iría contra Su diseño de creación. A favor de Whitehead, podemos señalar que la Biblia es un texto abierto a múltiples interpretaciones (pues no faltan pasajes bíblicos en los que Dios es bastante irracional, especialmente en lo concerniente a Su ira), pero precisamente fueron los medievales quienes privilegiaron la interpretación de un Dios y de una creación racionales.

La importancia de la noción de un Dios racional para el desarrollo de la ciencia se aprecia, si se compara con la concepción islámica de la divinidad. Fiel a las enseñanzas del Corán, Al Gazali (citado por Leaman, 1999:25) postuló la existencia de un Dios tan trascendente, que su omnipotencia no se ve nunca matizada. Así, los fenómenos de la naturaleza no obedecen a leyes fijas derivadas de un orden racional del mundo en la Creación, sino que cada uno de ellos (como el mero hecho de que yo escriba estas líneas) ha sido conducido por Dios directamente y, por ende, podría cambiar en cualquier momento si así Él lo desea. En este sentido, no habría relaciones causa-efecto, pues todos los fenómenos son causados única y exclusivamente por Dios y no hay una causa natural detrás de ellos. Esta noción religiosa, según Stanley Jaky (2000), obstaculiza la búsqueda de leyes naturales fijas (pues está previsto que Dios las cambie en cualquier momento) y eso explica, en buena medida, por qué el Islam no llegó a los niveles científicos que Occidente sí alcanzó.

Además de un Dios racional, la Biblia concibe un hombre que, creado a Su imagen y semejanza (Génesis 1:26), también es racional. En este aspecto, la cosmovisión bíblica no está demasiado lejos de los griegos, quienes consideraban al hombre un animal racional (Aristóteles, *Política*, 1332b). Sabiéndose racionales, los hombres están en disposición de conocer el funcionamiento de las cosas. La diferencia respecto de los griegos es que, en la cosmovisión bíblica, el hombre es racional por ser creado a imagen y semejanza de Dios. Puesto que, a diferencia de los griegos, los judíos y cristianos se creen creados semejantes a Dios, sienten una vocación por conocer el funcionamiento del mundo creado por Dios. Más aún, la doctrina de la Encarnación supone un acercamiento entre Dios y la humanidad, pues Dios se hace hombre para redimirnos. Aproximándose Dios a la humanidad, los cristianos se sienten en la vocación de acercarse aún más a Dios conociendo su creación. De nuevo, el contraste con las

nociones islámicas es ilustrativo: el Dios islámico es tan trascendente, que la humanidad no está hecha a su semejanza, mucho menos, encarnaría en alguien en particular; por ende, Dios y la humanidad están tan alejados entre sí, que el hombre no siente una vocación por acercarse a Él conociendo Su Creación.

De la Biblia también se desprende la noción de la *creatio ex nihilo*, a saber, la idea según la cual el mundo fue creado de la nada¹, doctrina ampliamente elaborada y difundida por los medievales. Esta es una innovación fundamental de la cosmovisión judaica y cristiana, pues virtualmente es inexistente en otras culturas. A los griegos les resultaba particularmente extraña, pues concebían la eternidad de la materia a la cual un demiurgo sólo le daba formas. La creencia de que algunas cosas son eternas y existen desde antes de la creación desmotiva la indagación científica, pues concede estatuto divino a ciertas entidades, prohibiendo su manipulación para ser observadas. El pensamiento religioso griego tenía una continua tendencia hacia el panteísmo; puesto que la materia es eterna, se considera divina, y, siendo la materia divina, no se propicia su examen a partir de observaciones científicas. Si se cree que la naturaleza es, en sí misma, divina y no producto de la *creatio ex nihilo*, también se cree que esta puede estar por encima del sometimiento de las leyes universales. En otras palabras, puesto que la naturaleza es divina, no está sujeta a leyes fijas, con lo cual la forma en que esta noción obstaculiza la ciencia es bastante evidente. Por su parte, la *creatio ex nihilo* postula una naturaleza temporal creada por un Dios que no es idéntico a ella y que, por ende, no es divina en sí misma, lo cual le permite estar sometida a leyes universales fijas. Más aún, el Dios bíblico se presenta como un legislador que cumple una Alianza con Su pueblo escogido, postulando una serie de leyes a las cuales promete y exige dar cumplimiento. En función de esto, también se concibe un Dios que, lo mismo que con los términos de la Alianza, garantiza el cumplimiento de las leyes naturales.

La Biblia separa al hombre de la naturaleza, induciéndolo a imponer su dominio sobre ella. Como bien diría Foucault (1997), para dominar hay que conocer. La trillada frase (y, valga agregar, repetida mecánicamente por los niños venezolanos) atribuida a Simón Bolívar: “Si la naturaleza se opone, lucharemos contra ella y haremos que nos obedezca”, no es más que una paráfrasis de Génesis 1:28. El hombre, separado de la naturaleza, no siente ninguna participación mística (por emplear la frase de Levy-Bruhl) con ella y no siente restricciones en conocerla, puesto que no la considera divina en sí misma. La Biblia aniquila la visión organimista del mundo, según la cual la naturaleza es un gran organismo con vida propia. Una de las razones por las cuales la astronomía aristotélica falló terriblemente fue, precisamente, la creencia de Aristóteles (y de los griegos, en general) de que los planetas tienen vida propia. Así, el ímpetu para la

observación astronómica y para la formulación de leyes que rigen su dinámica se vio limitado.

La concepción panteísta de la naturaleza cultiva un conformismo y una pasividad incompatible con la indagación científica. El hombre de cosmovisión panteísta no desea perturbar una naturaleza a la cual cree enteramente animada y, si llega al extremo lógico de la eternidad de la materia, la cree divina. De acuerdo a Jaky, este fue uno de los principales obstáculos de la ciencia en China: la concepción taoísta de la naturaleza no separó al hombre de ella, y, exigiéndole mantenerse en armonía con la naturaleza, confinó a los hombres a no manipularla para la observación y la experimentación. Aquéllos que acusan al cristianismo de propiciar la desmedida explotación de la naturaleza al separar al hombre de ella, lógicamente deben, también, reconocer que el cristianismo ha propiciado la ciencia, esta igualmente supone una separación del hombre con respecto a su entorno, porque, sólo así puede estudiarlo.

Vinculada a la noción de la *creatio ex nihilo*, la Biblia adelanta una concepción lineal del tiempo. De nuevo, esta concepción es bastante singular, pues es inexistente en las cosmovisiones de otras culturas. Si el lector tiene dudas respecto a esto, lo remito a la monumental obra de Mircea Eliade (2001)², en la cual se documentan los conceptos cíclicos del tiempo de casi todas las culturas vis-à-vis la concepción lineal del tiempo en la Biblia. No sólo Dios creó el mundo de la nada en un momento inicial de la Historia, sino que, también, encarnó de una vez por todas y habrá un final de los tiempos. La idea de un principio y de un fin cósmico era bastante ajena entre los griegos y completamente extraña en civilizaciones como la hindú. Para los pueblos ajenos a la Biblia, el tiempo es cíclico; el comienzo y el final se viven una y otra vez. El hombre con una concepción cíclica del tiempo cree estar en un *déjà vu* perenne: siente que todo ya lo ha vivido. Y, puesto que ya todo lo ha vivido, no se siente motivado a conocer e indagar, pues no hay nada nuevo; ya todo se conoce: el mundo no es más que una repetición cíclica.

Más aún, la noción lineal del tiempo supuso el fundamento de la cronología, vital para el establecimiento de relaciones de causa-efecto. La noción bíblica del tiempo establece un “antes” y un “después”, cuestión inexistente en culturas con una acusada tendencia hacia la noción del tiempo cíclico. No creo necesario reiterar la importancia de la cronología en la formulación de leyes naturales y en las relaciones de causa-efecto. La noción lineal del tiempo también postula un progreso, aspecto fundamental en el desarrollo de la ciencia, cuestión que Comte y los positivistas (en especial los que diseñaron la bandera de Brasil: *ordem e progresso*) conocían muy bien. En las cosmovisiones ajenas a la Biblia, esta idea de progreso es inexistente: todo es un regreso al pasado y a los orígenes cósmicos.

Para indagar sobre algo se debe tener la convicción de que eso existe y que es real, pues nadie se siente motivado a conocer algo que no cree real. El cristianismo, inspirado en la Biblia, postula la realidad del mundo y, en una civilización cada vez más materialista, se nos hace difícil concebir una cosmovisión en la cual el mundo es apenas una ilusión. Pero ha habido grandes civilizaciones con una tendencia a creer que el mundo no es más que una ilusión. Los hindúes llamaron “maya” a esta noción religiosa, la cual ha llegado a ser parte importante de su sistema religioso; llegaron a desarrollar la matemática y la lógica, disciplinas que tratan sobre entidades abstractas, pero nunca desarrollaron la ciencia, pues no confiaban plenamente en sus sentidos, en tanto creían que lo percibido es iluso. Relacionado con esta idea, el extremo idealismo platónico desvinculó a los griegos del mundo material en favor de las formas, quizás, cultivando la reflexión racional, pero desmotivando seriamente la observación empírica. Si bien el cristianismo no pudo evitar incorporar parte de esta cosmovisión platónica, prevaleció la noción bíblica de la realidad del mundo, cuestión que motivó su estudio mediante la observación.

Por último, es de destacar la manera cómo el cristianismo, recogiendo su herencia judaica, ha impulsado la cultura escrita. Difícilmente puede haber innovaciones científicas sin un sistema de escritura. De ninguna manera el cristianismo es el único promotor de la escritura, pero la noción de que Dios se encuentra con la humanidad a través de un libro sagrado estimula la lectura, actitud favorable para el desarrollo de la ciencia. Más aún, el cristianismo tiene un mensaje abiertamente exotérico, pues el mandato evangélico es dar a conocer la buena nueva a todos los pueblos del mundo. En el seno del cristianismo no faltaron movimientos esotéricos (en especial, los gnósticos) que, contrariamente a la ortodoxia de la religión, intentaban cultivar un conocimiento secreto. De haber prevalecido los gnósticos por encima de los cristianos ortodoxos, probablemente la ciencia no hubiese alcanzado su actual desarrollo, pues el conocimiento científico necesita divulgación; la ciencia no puede prosperar con conocimientos celosamente guardados en secreto.

En definitiva, la participación del cristianismo en los orígenes de la ciencia viene a ser más bien una prevención contra los obstáculos de la ciencia. Por sí solo, probablemente el cristianismo no hubiese desarrollado la ciencia, pues en la Biblia falta el impulso racionalista desarrollado por los clásicos. Por ello, los judíos, que tardaron en encontrarse con los griegos, no llegaron a desarrollar la ciencia. Pero si bien el cristianismo no es la única tradición en propiciar la ciencia, sí, es igual, o quizás, más importante que el legado clásico. Mientras que los griegos cultivaron un gusto por pensar, sus cosmovisiones limitaron la observación, dando por sentado que el mero ejercicio racional era confiable en el conocimiento del mundo. Si bien de la Biblia (especialmente el Nuevo Testamento) se desprende un llamado a la fe por encima de la experiencia, fue la

cosmovisión bíblica la encargada de motivar al hombre a indagar sobre una naturaleza racional y creada (es decir, no eterna y no divina). A la pregunta inicial de Tertuliano, bien podemos responder de dos maneras: en efecto, Atenas no tiene nada que ver con Jerusalén, pues la creatio ex nihilo y la concepción lineal del tiempo es drásticamente diferente de los ciclos y la eternidad de la materia. Si la cosmovisión bíblica fuese como la clásica, quizás, hoy no tendríamos ciencia. Pero el encuentro entre Atenas y Jerusalén ha demostrado ser fructífero, pues ambas constituyeron matrices para la formación de la ciencia. Lejos de querer persuadir al lector de la prominencia del cristianismo por encima del legado clásico en la conformación de la ciencia, lo que he pretendido es matizar la imagen de Galileo perseguido por una religión que desconfía del progreso científico.

RENÉ GIRARD Y LA CIENCIA

René Girard no es un filósofo de la ciencia, y a diferencia de Stanley Jaky o Alfred North Whitehead, el tema de los orígenes del pensamiento científico no le concierne directamente. Sólo puedo especular sobre su simpatía por los argumentos que he reseñado en la sección anterior, pues en su obra escrita no se ha manifestado al respecto. No obstante, en los últimos años la obra de Girard –que empezó siendo una apología cristiana independientemente de su vinculación con la ciencia– se ha ido convirtiendo en una importante contribución a la tradición filosófica que pretende reivindicar los orígenes cristianos de la ciencia. Si bien al tema del origen de la ciencia no le ha dedicado más de cinco o seis páginas en su producción escrita, este tema se ha vuelto cada vez más importante entre Girard y sus seguidores, pues apunta hacia una especial reivindicación del cristianismo en unos tiempos que, si bien son los más avanzados científicamente, también parecen ser los que han presenciado una mayor reacción anticristiana por parte de los mismos científicos.

Debo reseñar, brevemente, una visión general de la obra de Girard para comprender cómo el autor en cuestión elabora su juicio respecto a los orígenes de la actividad científica. Girard es un pensador polifacético que ha estudiado desde las obras de Shakespeare hasta la filosofía de Nietzsche: pero, por razones de espacio, he de concentrarme exclusivamente en los aspectos de su obra que conducen a sus reflexiones sobre el origen de la ciencia.

Para Girard, los orígenes de la Cultura, entendida en los términos genéricos de la antropología, a saber, como la oposición al estado natural del hombre, se remontan al homicidio de una víctima por una horda (Girard, 1987). Los paralelos con la hipótesis de Freud en *Tótem y Tabú* (1981) son evidentes; pero, a diferencia del fundador del psicoanálisis, Girard no acepta que esa víctima asesinada sea un padre o una figura paternal ejecutada por sus hijos. Por el contrario, Girard prefiere entender

este homicidio como una vía de escape a la violencia intestina de la especie humana. El *homo homini lupus*³ de Hobbes es una realidad muy evidente para Girard, pues –por motivos que no podemos abordar en este momento– Girard considera que la especie humana, por encima de cualquier otra, es propensa a la violencia y a la autodestrucción. Antes de que la “guerra de todos contra todos” hobbesiana hubiese aniquilado a la naciente especie, los primeros homínidos descubrieron (probablemente, por azar) que la mejor manera de controlar la violencia en el seno de las unidades sociales era, o bien, proyectarla hacia fuera, uniéndose para luchar contra otros grupos, o mejor aún –desde el interior del grupo– seleccionar un individuo que, recibiendo la violencia colectiva (comúnmente desembocando en su muerte), canalice las iras del resto de los miembros del grupo. La muerte de esta víctima es propiciatoria de una solidaridad que controla la violencia y que le ha permitido a la humanidad desarrollar la Cultura, pues la amenaza de la autodestrucción, si bien latente, se mantiene bajo control.

El mecanismo a través del cual la naciente especie contuvo su violencia intestina debió haber ocurrido de forma constante en las primeras etapas de la Cultura humana, y se sigue empleando hasta el día de hoy, pues, para Girard, antes de la aparición del cristianismo, la única manera como el ser humano pudo desarrollar Cultura fue a través de la ejecución de este mecanismo victimario. Con el desarrollo de la condición cultural del hombre, este mecanismo no tiene necesariamente que desembocar en la muerte, pero sí debe haber una ejecución periódica del mecanismo victimario para contener a la violencia de mayor envergadura. Así, en un plano ritual, por medio del rito sacrificial, las culturas premodernas simbolizan el momento inicial de la Cultura; a saber, un homicidio. Pero no sólo eso: para poder mantener su estabilidad a flote, las sociedades continuamente buscan víctimas contra las cuales se vuelcan las mayorías. Estas víctimas pasan a ser “chivos expiatorios” que, especialmente en momentos de crisis, son responsabilizados de generar las crisis en cuestión y, tras ser castigados, perseguidos o eliminados, logran restaurar la paz en la sociedad, pues las colectividades dejan de lado sus rencillas para unirse contra ellos.

De esa manera, Girard considera al rito –especialmente el rito sacrificial– una representación de los orígenes violentos de la Cultura. En continuidad con la llamada “escuela del mito y el ritual” de la etnología inglesa, Girard considera que los mitos representan el mismo tema: para el autor en cuestión, los mitos vienen a ser historias que narran los orígenes violentos de la Cultura. Puesto que el mito conmemora los orígenes, inevitablemente termina por celebrar y mistificar la violencia empleada para propiciar la Cultura. Siendo esto así, los mitos suelen presentar la perspectiva de la horda colectiva que justifica el asesinato de la víctima. Así, si a la víctima se le culpa de ser la responsable de una crisis particular, el mito toma

como cierta esta acusación y no sólo considera justificado, sino, también, necesario y glorioso el castigo infligido al chivo expiatorio. Los mitos nunca están de parte de las víctimas perseguidas y ejecutadas; por el contrario, tienden más bien a distorsionar a esas víctimas convirtiéndolas en monstruos que merecen el reproche de la colectividad, por lo que se motiva aún más la violencia lanzada contra ellas.

La teoría de Girard respecto al mito se esclarece, si se toma en cuenta que considera a los mitos estructuralmente similares a los llamados “textos de persecución”. Si bien un moderno texto de persecución no comparte con los mitos los eventos cósmicos que suele representar la mitología, su estructura es fundamentalmente la misma. De forma similar a los mitos, los textos de persecución son crónicas sobre el castigo infligido a determinadas víctimas. Pero lejos de presentar una narración objetiva de los hechos, los textos de persecución distorsionan a las víctimas en momentos de crisis, atribuyéndoles faltas que no pudieron haber cometido, volcando así a la comunidad en su contra.

Girard le ha dedicado varios análisis a uno de los mitos más conocidos: el de Edipo. En medio de una peste en Tebas, el oráculo anuncia que esta cesará cuando se encuentre al asesino de Layo. Se descubre que es Edipo, su propio hijo, quien, además, se ha casado con su propia madre. Edipo es expulsado por los tebanos y la peste cesa. A lo largo de varios análisis literarios, Girard ha documentado el simbolismo de la peste en la literatura y llega a la conclusión de que, mucho más que crisis epidemiológicas, representan más bien crisis sociales. La peste es una representación simbólica (aunque, perfectamente, puede ocurrir en términos reales) de la violencia intestina en la especie humana. Ya se ha dicho que, frente a las crisis sociales, las colectividades se vuelcan contra chivos expiatorios a quienes culpan de haber generado la crisis. Con el castigo del chivo expiatorio, bien sea ejecutándolo, persiguiéndolo o expulsándolo, la crisis cesa y regresa la prosperidad. Es, precisamente, esto lo ocurrido a Edipo. Tebas vive una crisis y, para resolverla, la comunidad se vuelca contra uno de sus habitantes. Se le atribuyen a Edipo unos crímenes que es, muy probable, no cometió. Las acusaciones de parricidio e incesto hacen de Edipo un ser lo suficientemente monstruoso como para volcar a la colectividad en su contra, hasta que finalmente es expulsado. Al marcharse de la ciudad, la crisis social (representada en la peste) cesa. Puede ser que la crisis epidemiológica no haya cesado, pero para la conciencia mitológica, la solución de la crisis social es mucho más trascendente y eclipsa la posible continuidad de la crisis epidemiológica. Girard considera que, si se mira en profundidad, el mito de Edipo no es más que un texto de persecución; una crónica de persecución de un chivo expiatorio, narrado desde la colectividad que persigue y distorsiona a la víctima.

La singularidad del cristianismo –según Girard– radica en presentar unos textos sagrados que, lo mismo que los mitos y textos de persecución, narran la persecución de un hombre, Jesús; pero, a diferencia del mito de Edipo, la víctima no es distorsionada por los cronistas. Allí donde en los mitos a los chivos expiatorios se les suele atribuir alguna falta que justifique su castigo, los Evangelios presentan a Jesús como una víctima totalmente inocente, que en modo alguno merece ser perseguida. Los mitos son narrados desde la perspectiva de las colectividades que persiguen víctimas, los Evangelios son narrados desde la perspectiva de las víctimas perseguidas. Para Girard, esta singularidad trata mucho más que de una simple inversión de perspectivas, pues lo contenido en los Evangelios viene a ser, más bien, una revelación de un profundo conocimiento antropológico.

El cronista del texto de persecución o el preservador del mito participa del frenesí violento que se vuelca contra la víctima. No necesariamente participa de forma activa en la violencia ejercida contra las víctimas; pero, al presentar los hechos de la manera como los expone, se ve arrastrado por la ola persecutoria. El autor del mito o del texto de persecución está tan imbuido en la horda persecutoria, que llega a creer en la objetividad de la monstruosidad de la víctima y, cuando finalmente esta desaparece, se convence a sí mismo de que, en efecto, era responsable de la crisis que se vivía. Nunca llega a caer en cuenta que, si la crisis desaparece, no es porque la víctima realmente la estuviese causando, sino porque existe un mecanismo psico-social que, al volcarse contra víctimas particulares, las colectividades se reconcilian, haciendo cesar las crisis sociales.

En la medida en que los Evangelios presentan a una víctima inocente, permiten que la humanidad descubra el funcionamiento del mecanismo que ha estado empleando desde los orígenes de la Cultura. La representación de la inocencia de la víctima propicia el cuestionamiento de las suposiciones habituales: las crisis son generadas por las víctimas y, cuando estas mueren, automáticamente desaparece la crisis. Presentando una víctima inocente, las colectividades ya no pueden culpar a las víctimas de ser responsables de los desastres y, más aún, empiezan a comprender que las crisis cesan no porque el causante de ellas muera, sino porque las colectividades se reconcilian y resuelven sus crisis sociales al volcarse al unísono contra una víctima.

Para Girard, la Biblia contiene una revelación no tanto teológica, sino antropológica: mucho más que revelar a Dios, la Biblia y, en especial los Evangelios, le demuestran al hombre el origen y funcionamiento violento de su propia Cultura. Este es el conocimiento más importante que la especie humana puede cultivar, pues se descubre a sí misma. Y, en función de este conocimiento, todos los demás conocimientos pueden ser

desarrollados. Es así como Girard llega a su teoría sobre los orígenes cristianos de la ciencia.

La ciencia, según Girard, surge en el momento cuando –por influencia de la Biblia– se inaugura en Occidente una conciencia de defensa de víctimas y una tendencia a sostener su inocencia en procesos de persecución. En la medida en que se tiene la convicción de que las víctimas perseguidas son inocentes, ya no es posible conformarse con la explicación que atribuye a las víctimas la responsabilidad de crisis y desastres. Por ejemplo, si en vez de atribuirle el crimen de parricidio e incesto a Edipo, la mitología griega hubiese sostenido su inocencia y simpatizado con él en tanto víctima (a la manera de los Evangelios), quizás los griegos hubiesen cultivado un mayor interés por indagar sobre las causas biológicas de las pestes, pues hubiesen comprendido que un solo hombre no es capaz de generar semejante catástrofe. Los griegos –y todos los pueblos del mundo ajenos al espíritu bíblico de defensa de las víctimas– han preferido las explicaciones de causas sociales de los fenómenos por encima de las causas naturales. No les interesa tanto saber cómo una peste es generada, sino quién la ha generado; pues, en función de esta especulación, asisten a la persecución de las víctimas, cuya ejecución resolverá la crisis social que es mucho más inquietante que la crisis natural. En palabras de Girard: “En vez de causas naturales, distantes e inaccesibles, la Humanidad siempre ha preferido causas que son significativas desde una perspectiva social, y que permiten la intervención correctiva, a saber, las víctimas. Para llevar a los hombres hacia la exploración paciente de las causas naturales, los hombres deben primero alejarse de la persecución de víctimas” (1986:204).

En efecto, la documentación etnológica de la brujería es un ejemplo paradigmático de lo que Girard expresa. Evans-Pritchard (1976), por ejemplo, uno de los más grandes investigadores de la brujería, documentaba cómo entre los azande es mucho más importante saber quién genera una desgracia y no cómo o por qué. Los azande, obsesionados con las brujas, están siempre atentos a encontrar alguien que haya enviado algún hechizo (a pesar de que, en el caso de los azande, las brujas no son perseguidas como sí lo fueron en Europa) para así explicar una desgracia. Si, desafortunadamente, un granero cae sobre alguien y lo hiere, el azande no está interesado en conocer el material con que fue construido o la ley de gravedad, sino, más bien, en saber qué bruja propició ese hecho.

Una sociedad presta a perseguir chivos expiatorios y brujas no tiene la suficiente motivación para conocer las causas naturales, pues se conforma con atribuir el origen de los desastres a las víctimas que persigue. Es por ello que Girard escribe la siguiente frase, muy célebre entre los lectores de su obra: “La invención de la ciencia no es la razón por la cual ya no hay cacerías de brujas, sino que el hecho que ya no hay cacerías de brujas es

la razón por la cual se inventó la ciencia... El espíritu científico es un producto colateral de la profunda acción de los Evangelios” (1986:204).

Esta frase no debe tomarse como un juicio historiográfico, pues cronológicamente es falsa. Al menos en Europa, la época cumbre de la cacería de brujas se sitúa alrededor del siglo XVII, siendo casi contemporáneo e, incluso, un poco posterior a los inicios de los grandes descubrimientos científicos. Pero la intención de Girard no es elaborar un juicio de exactitud histórica, sino dar a conocer que una sociedad no puede progresar en descubrimientos científicos si aún se complace en perseguir víctimas. Para el cultivo de actitudes favorables a la ciencia, hizo falta una conciencia que se situara de parte de las víctimas perseguidas, pues, censurándola, los hombres dejan de atribuirle responsabilidad en desastres e indagan sobre el verdadero funcionamiento de la naturaleza. Tal conciencia a favor de las víctimas es una herencia bíblica.

Más aún, Girard forma parte de los historiadores de la religión que le atribuyen al cristianismo una importante participación en la desacralización del mundo.⁴ Ya hemos mencionado cómo la creatio ex nihilo, al separar a la naturaleza de Dios, desencanta al mundo, abriendo paso a la indagación por parte del hombre. Si bien Girard no se opone a esta idea, aporta otra consideración sobre cómo el cristianismo desacraliza el mundo. Cuando las víctimas son ejecutadas, la paz social aparece en forma repentina. Las primeras comunidades humanas se vieron tan impresionadas por ese momento, que este se convirtió en la matriz de lo sagrado. Los ritos y los mitos lo conmemoran. Y las víctimas pasaron a convertirse en dioses ambivalentes que, en vida, podían generar una gran crisis, pero cuya muerte devuelve a la comunidad la paz social. El hombre sacraliza el origen de la cultura y a las víctimas, porque no comprende la dinámica del mecanismo victimario. El cristianismo, en la medida en que sostiene la inocencia de la víctima y expone el funcionamiento del mecanismo victimario, desacraliza los orígenes. Por una parte, despoja a la víctima del aura sagrada que se le suele atribuir: la víctima no es responsable de las crisis y su muerte tampoco tiene poderes mágicos para la reconciliación. Por la otra, expone el mecanismo victimario como lo que realmente es: un vulgar asesinato, en oposición a una epopeya o una batalla cósmica, mistificadoras de la violencia. Desacralizado el mundo a partir de la desacralización de los orígenes culturales, el hombre está propenso a indagar sobre las leyes de la naturaleza.

Más aún, el cristianismo ha constituido –a juicio de Girard– una minimización del rito. Esta minimización bien puede ser entendida como una continuidad del movimiento espiritual de los profetas bíblicos y de los reformadores protestantes; pero, de nuevo, Girard la entiende de otra manera; puesto que el rito es, a grandes rasgos, una conmemoración de los orígenes violentos (especialmente el rito sacrificial), el cristianismo se

aleja cada vez más de ello.⁵ Y, para que se desarrolle la ciencia, el rito debe ser despojado de prominencia en una sociedad, pues, de lo contrario, el hombre intentaría dominar la naturaleza mediante fórmulas rituales. De nuevo, con el cristianismo las crisis no serán resueltas acudiendo a la repetición ritual o espontánea del mecanismo victimario, sino que se recurrirá a otras formas de resolverlas, a saber, mediante la indagación de causas naturales.

Vale advertir que Girard no desea negar que los griegos hayan hecho una contribución a la ciencia y, en especial, a la conformación del mundo moderno, pues en sus propias palabras: “¡Pedirle a nuestra cultura que abra espacio a los griegos es como pedirle a la ciudad de Los Ángeles que abra espacio a los automóviles! Yo no aspiro a suprimir la influencia griega, y yo hablo mucho sobre ellos; pero, ¿por qué no podemos, de vez en cuando, hablar un poco de otra cosa?” (1994:89). Esa otra cosa es, por supuesto, el cristianismo. En efecto, Girard reconoce que otras civilizaciones, pero en especial los griegos, tomaron pasos significativos hacia la conformación de la ciencia. Algunos intelectuales griegos lograron despojarse del dominio religioso orientándose hacia la indagación sobre las causas naturales. Pero, a diferencia del cristianismo, en Grecia no hubo una desacralización sistemática, confinando los intentos científicos a una muy pequeña minoría. En palabras de Girard, “en el mundo antiguo, sólo algunos grandes intelectuales emancipados se entregan al tipo de observación que propicia la ciencia. Es una actividad de gran lujo reservada a una elite minúscula” (1994:82). Para Girard, la ciencia necesita de una democratización de los conocimientos, a fin de divulgarlos entre una amplia comunidad científica, cuestión que ya hemos abordado en la sección anterior. La democracia del mundo griego era demasiado restringida (excluyendo de su seno a bárbaros, esclavos y mujeres) como para contribuir a esa expansión del conocimiento científico. Por su parte, el mensaje universalista del cristianismo es mucho más favorable a la democratización del conocimiento científico, pues permite que cualquiera acceda a él.

VALORACIÓN Y CRÍTICA

Así, aún sin proponérselo, Girard se ha alineado en la tradición filosófica de Stanley Jaky al atribuirle al cristianismo una importantísima participación en la conformación de la ciencia. Según Girard, ha sido la Biblia –mucho más que los textos clásicos– el cuerpo literario encargado de cultivar una actitud favorable para el nacimiento y desarrollo de la ciencia. El gran mérito de la teoría de Girard respecto a los orígenes de la ciencia es que añade un componente sociológico a una reflexión que, fundamentalmente, ha estado concernida con la comparación de cosmovisiones: en la medida en que las sociedades dejan de instrumentar

la persecución y castigos de víctimas y chivos expiatorios, la ciencia prospera.

No obstante, consideremos algunas críticas a la hipótesis de Girard. En primer lugar, considera que la ciencia griega no pudo progresar, porque, apenas, se fue desarrollando entre una muy pequeña elite de ciudadanos y fracasó en la democratización del conocimiento científico. Ciertamente, esto puede ser así, pero la comparación que hace con el cristianismo no es del todo válida. En especial, Girard responsabiliza a la institución de la esclavitud y a las nociones aristocráticas griegas por impedir el desarrollo de la ciencia: “En un universo aristocrático, lo experimental aparece siempre como impuro y vulgar... si uno tiene suficientes esclavos, como en la república de Aristóteles, para empujar los carros o incluso para montar los asnos, ¿para qué nos vamos a romper la cabeza en la invención del motor de camión?” (1994:83). Girard no parece estar al tanto de que, si bien existe un ideal igualitario a medida que progresa la Biblia (especialmente en el Nuevo Testamento), el texto bíblico tampoco está exento de pasajes esclavistas (Levítico 25:44-46 y Éxodo 21:2-6), incluso compuestos por el propio San Pablo (I Corintios 7:20-21, Efesios 6:5 y I Timoteo 6:5). Así, la tesis de Girard no funcionaría como él pretende, pues también le correspondería explicar cómo los cristianos, aún con vestigios esclavistas, lograron propiciar la ciencia.

Quizás el aspecto más cuestionable de la tesis de Girard sea la relación que nuestro autor configura entre la ciencia y la defensa de las víctimas. Se hace muy difícil negar que, para que una sociedad indague sobre las causas naturales, primero tiene que dejar de proyectar causas sociales en las víctimas perseguidas atribuyéndoles la responsabilidad de las crisis. Pero salta a la vista el hecho de que, en muchos escenarios, la ciencia no ha contribuido a la defensa de las víctimas, sino todo lo contrario, a potenciar aún más su persecución. El ejemplo nazi es quizás el más paradigmático. En nombre de un progreso aterrador, emplearon su mejor talento al servicio del genocidio y del fascismo. El Holocausto no deja de sorprendernos, precisamente, por la gran efectividad técnica con que se instrumentó semejante monstruosidad. Justamente, en vista de esta ciencia al servicio de la persecución, muchos filósofos llamados “posmodernos” han reaccionado contra lo que se ha venido en llamar la “racionalidad instrumental de Occidente”.

No obstante, Girard es firme en su opinión respecto a la vinculación entre la ciencia y el espíritu de defensa de las víctimas, al punto de afirmar que el colapso de la empresa científica en la Unión Soviética se debió al hecho de que la ciencia es incompatible con las persecuciones de víctimas (1994:80). Ciertamente, el espíritu científico necesita de un suficiente espacio de libertad para innovar, libertad que es restringida por sistemas totalitarios como el soviético; pero la evidencia histórica persiste: los

grandes descubrimientos de Einstein no se emplearon para reivindicar víctimas; todo lo contrario, se usaron para generar miles de víctimas en Hiroshima y Nagasaki. Se trata de un matiz que Girard no ha considerado en sus comentarios sobre el origen de la ciencia y que, quizás, debería atender.

Por último, la teoría de Girard respecto a los orígenes de la ciencia puede resultar un poco cuestionable, de nuevo, por su injusticia al comparar al mundo clásico con el cristiano. De su argumentación se desprende que, quizás, la primera disciplina científica inspirada por la innovación cristiana es la medicina. Después de todo, el propio Jesús había dicho que todos necesitamos médicos (Mateo 9:12; Marcos 2:17; Lucas 5:31), a pesar de que la logia de Jesús se refiere a una medicina estrictamente espiritual. Pero el hecho es que, si a partir del cristianismo, ya no se indagará tanto sobre las causas sociales de las crisis, sino sobre las causas naturales, entonces los conocimientos médicos son los primeros en aparecer, pues es el mismo Girard quien ha sugerido que la peste (a saber, una crisis epidemiológica y, por tanto, de interés para la medicina) es el tipo de crisis natural que con mayor frecuencia se emplea para representar la crisis social.

Con todo, el origen de la medicina moderna no está entre los cristianos, sino entre los griegos, y esto es algo que, difícilmente, los mismos defensores de los orígenes cristianos de la ciencia pueden negar. E, inclusive, la ciencia médica griega surgió por exactamente las mismas razones con las cuales Girard acredita al cristianismo como el origen de la ciencia. Si bien su teoría de los humores no es tomada en serio por ningún médico contemporáneo (Porter 2003:59-60), Hipócrates pasa por ser el padre de la medicina. Su gran innovación fue lo que se ha venido a llamar la “secularización de la enfermedad”, a saber, la aniquilación de la noción religiosa griega (y compartida por muchísimos otros pueblos), según la cual las enfermedades son castigos de los dioses. El *corpus* hipocrático (muy probablemente no escrito por él) lo expresa así: “(la epilepsia) no es más sagrada que otras enfermedades, sino que tiene causas naturales, y su supuesto origen divino se debe a la inexperiencia del hombre. Todas las enfermedades tienen su propia naturaleza, y surgen de causas externas” (citado por Guthrie y Douglas 1993:778). De la misma manera en que Girard lo sugiere, lo hace el cristianismo: a partir de Hipócrates los hombres ya no estarán buscando las causas sociales de la enfermedad, sino sus causas naturales. La enfermedad no es enviada por ningún dios (el cual, vale recordar, según la teoría de Girard, sería una víctima deificada tras su ejecución), ni por ninguna bruja; de hecho, no es enviada por nadie en particular, sino que surge de causas externas. Lo mismo que los Evangelios, la tradición hipocrática, en la medida en que exhorta a los hombres a dejar de preocuparse por la búsqueda de agentes humanos

(hechiceros) o divinos (dioses) que generen la enfermedad, los orienta hacia la búsqueda de las causas naturales de los fenómenos biológicos.

Incluso, en lo que respecta a la epilepsia –enfermedad sagrada por excelencia– la aproximación hipocrática es mucho más cercana a la ciencia que la de los Evangelios, pues, si bien en algunos rincones de los Evangelios se cuestiona la idea de que una enfermedad sea un castigo divino por un pecado (Juan 9:1-3), se sigue concibiendo a la epilepsia como posesión demoníaca (Mateo 4:24; 17:15-18; y paralelos, entre muchos otros), lo que permite la suposición de que algún demonio o hechicero genera epilepsia en los demás a través de un maleficio, cuestión que es ampliamente superada por el pensamiento hipocrático.

En definitiva, las críticas hasta aquí presentadas apenas constituirían matices a la teoría de Girard respecto a los orígenes cristianos de la ciencia. Por fortuna, Atenas sí tiene que ver con Jerusalén: ambas cosmovisiones aportaron de alguna manera al desarrollo de la ciencia (y, si hemos de tomar la frase de Tertuliano en un sentido literal, ¡no deja de ser irónico que, en estos tiempos de globalización, posiblemente, ambas ciudades terminen siendo una sola!). Pero, precisamente, el prejuicio renacentista a favor de los clásicos ha inclinado la balanza preponderantemente a favor de Atenas, cuestión que es necesario reconsiderar, pues –como hemos visto– el cristianismo, al menos parcialmente, tiene una participación en los orígenes de la ciencia.

NOTAS

¹ En la misma Biblia, esto tiene algunos matices (Salmo 89:11 e Isaías 51:9), pero resultan pasajes de menor importancia en el cristianismo.

² Hago referencia a *El mito del eterno retorno* por tratarse del texto más conocido de Eliade, pero el antropólogo rumano escribió una vastísima colección de libros desarrollando la comparación del tiempo cíclico con el tiempo lineal bíblico.

³ “El hombre es un lobo para el hombre”.

⁴ El historiador más importante que considera al cristianismo una religión secularizadora es Max Weber (1991), el cual ha contado con suficientes seguidores como para documentar masivamente cómo el cristianismo ha propiciado la secularización del mundo.

⁵ Algún lector podrá objetar que el rito sacrificial es central en el cristianismo, especialmente en la misa católica. Pero, a juicio de Girard, el “sacrificio” de Cristo en la misa católica no es como cualquier otro rito de

sacrificio, sino que es una entrega del mismo cristiano para evitar mayores sacrificios violentos, alejándose así de la conmemoración de la violencia.

BIBLIOGRAFÍA

ARISTÓTELES. *On the Heavens*. Consultado el 14 de junio de 2006. Disponible en: <http://classics.mit.edu/Aristotle/heavens.2.ii.html>

ARISTÓTELES. *Política*. Madrid: Espasa, 1997.

ELIADE, M. *El mito del eterno retorno*. Buenos Aires: Emecé Editores, 2001.

EVANS-PRITCHARD, E.E. *Witchcraft, Oracles and Magic among the Azande*. Oxford: Oxford University Press, 1976.

FOUCAULT, M. *La arqueología del saber*. Madrid: Siglo Veintiuno, 1997.

FREUD, S. "Tótem y tabú". En: *Obras Completas Tomo II*, Madrid: Biblioteca Nueva, 1981. 1745-1850.

GIRARD, R. *The Scapegoat*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1986.

_____. *Things Hidden Since the Foundation of the World*. Stanford: Stanford University Press, 1987.

_____. *Quand ces choses commenceront...* París: Arlea, 1994.

GUTHRIE, D y Rhodes, P. "Medicine" En: *The New Encyclopedia Britannica*, Vol. 22. Chicago, 1993. 778-783.

JAKY, S. *The Savior of Science*. Wm. B. Eerdmans Publishing Company, 2000.

_____. *Bible and Science*. Christendom Press, 2004.

LEAMAN, O. *A Brief Introduction to Islamic Philosophy*. Cambridge: Polity Press, 1999.

PORTER, R. *Breve historia de la medicina*. Madrid: Taurus, 2003.

TERTULIANO. *De Praescriptione*. Consultado el 14 de junio de 2006. Disponible en: http://www.ccel.org/fathers2/ANF-03/anf03-24.htm#P3208_1148660

WEBER, Max. *Economía y sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica, 1991.

WHITEHEAD, A.N. *Science and the Modern World*. New York: Free Press, 1997.

© 2007 Universidad de Los Lagos Avda. Fuschlocher 1305 Casilla 933 Osorno – Chile Tel.: (56 64) 333110 / 333132

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

1. [Introducción](#)
2. [Repercusiones de la ciencia en la sociedad](#)
3. [Avances de la tecnología](#)
4. [Hacia donde nos dirigimos en brazos de la tecnología](#)
5. [Opinión Personal](#)

1.Introducción



Uno de los tópicos en el [debate](#) actual sobre [la ciencia](#) y la [tecnología](#) consiste en determinar que tanto han servido para configurar a las [sociedades](#) modernas y transformar a las tradicionales. Los progresos científicos como también tecnológicos han modificado radicalmente la relación del [hombre](#) con la [naturaleza](#) y la interacción entre los seres vivos. Hoy en día la [ciencia](#) y la tecnología calan los niveles más altos en la [sociedad](#) actual.

La ciencia y la tecnología no se pueden estudiar fuera del contexto social en el que se manifiestan. Entre la ciencia y la tecnología existe un claro estado de simbiosis; en otras palabras, conviven en beneficio mutuo. Aunque el efecto de ambas actuando conjuntamente es infinitamente superior a la suma de los efectos de cada una actuando por separado.

Y, sin embargo, ante estos progresos que no podían ni siquiera imaginar los autopistas del pasado, empiezan a surgir preguntas cada vez más serias sobre el lugar que incumbe la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad; y además con una constancia tal que no se pueden ignorar tales problemas. Leí una frase escrita por Albert Camus, la cual me llamó mucho la atención, decía lo siguiente:

"El siglo XVII fue de las matemáticas, el siglo XVIII el de las ciencias físicas, el siglo XIX el de la biología y nuestro siglo XX es el siglo del miedo".

¿Es cierto esto?, Podríamos decir que sí; ya que la ciencia y la tecnología han tenido tanto auge, tanto desarrollo que hoy en día muchos temen que la ciencia y la tecnología lleguen a destruir el mundo. Muchas personas lo ven de la siguiente manera, ¿Cuántas personas han muerto en accidentes automovilísticos?, Si la ciencia y la tecnología no los hubiesen creado no hubiesen ocurrido. Pero dejan atrás la otra cara de la moneda, ¿Cuántas personas se han salvado gracias al transporte automovilístico? ¿Cuánto tardaríamos en trasladarnos de un lugar a otro?, Si no se hubiesen desarrollados estos inventos. Lo que une a la ciencia y la tecnología con la sociedad son las necesidades y los deseos de la sociedad.

Son muchos los que consideran la ciencia como una amenaza y no solo en nuestros tiempos, sino desde hace muchos años, es el típico caso de Galileo quien fue condenado por el Papa, ya que este consideraba que su nuevo método de considerar la verdad constituía un gran desafío a la autoridad tradicional. Aunque muchos consideran que esto se debe a que la sociedad no tolera aquello sobre lo que no dispone información o simplemente que no lo puede comprender.

Hoy en día, la tecnología es parte del sistema de vida de todas las sociedades. La ciencia y la tecnología se están sumando a la voluntad social y política de las sociedades de controlar sus propios destinos, sus medios y el poder de hacerlo. La ciencia y la tecnología están proporcionando a la sociedad una amplia variedad de opciones en cuanto a lo que podría ser el destino de la humanidad.

Impacto de la tecnología en la sociedad



La tecnología se propone mejorar u optimizar nuestro control del mundo real, para que responda de manera rápida y predecible a la voluntad o el capricho de la sociedad, aunque no siempre sea en su beneficio. La tecnología es también la provincia de la industria y de la empresa comercial; para nada sirve si sus productos no responden a las necesidades de los consumidores.

Tradicionalmente la tecnología ha progresado por el método empírico del tanteo. La tecnología ha estado a la vanguardia en muchos campos que posteriormente adquirieron una sólida base científica. Se dice que los efectos la tecnología constituyen un "impacto". La tecnología derrama sobre la sociedad sus efectos ramificadores sobre las practicas sociales de la humanidad, así como sobre las nuevas cualidades del conocimiento humano.

Desde los primeros tiempos de la agricultura o desde fines de la Edad del Hierro, la cultura humana ha tenido una tecnología, es decir, la capacidad de modificar la naturaleza en un grado u otro. Se considera que la tecnología proporciona estimables beneficios a corto plazo, aunque a largo plazo han engendrado graves problemas sociales. Algunos autores consideran que los problemas que ha generado la tecnología son indirectamente provocados por la ciencia, ya que si no contáramos con los avanzados conocimientos científicos, no tendríamos una tecnología tan adelantada.

Los beneficios que trae consigo la tecnología moderna son muy numerosos y ampliamente conocidos. Una mayor productividad proporciona a la sociedad unos excedentes que permiten disponer de más tiempo libre, dispensar la educación y, de hecho, proseguir la propia labor científica. Todos nosotros necesitamos alimentos, vivienda, ropa, etc. Cuando quedan satisfechas esas necesidades básicas y la tecnología empieza a proporcionar beneficios cada vez más triviales, es cuando surgen esencialmente los problemas.

Si consideramos la situación actual de los países desarrollados, vemos que la gente o parece más feliz que en el pasado, y a menudo tampoco tiene mejor salud. Los desechos ambientales que produce la tecnología han creado nuevas formas de enfermedades y fomentado otras. El propio trabajo es hoy más monótono y decepcionante. El ser humano necesita realizar algo que estimule su cerebro, su capacidad manual y también necesita variedad.

La industria de base tecnológica ha dislocado la familia. Por ejemplo, el hecho de tener que dedicar mucho tiempo al transporte separa a menudo a un padre de sus hijos. La sociedad tecnológica tiende también a separar a la madre del niño pequeño. La facilidad de las comunicaciones incita a los hijos a irse muy lejos, y la familia ampliada a dispersarse más. Además de todo esto, a consecuencia de todo esto, se debilita la transmisión cultural de las técnicas (por ejemplo, la cocina, la educación de los niños, etc.) y los pedagogos tienen que intentar colmar esta laguna.

Normalmente, las sociedades están integradas por grupos coherentes en las cuales se reconoce la identidad personal y se ejercen presiones para coartar los actos antisociales. Si están demasiado aislados, estos grupos se vuelven opresivos. En un primer momento, los efectos de la facilidad de las comunicaciones parecen beneficiosos, porque liberan a la gente de las presiones locales, pero al persistir esta tendencia, se quedan a menudo aislados.

Es indudable que la tecnología ha servido para que las guerras sean mucho más calamitosas todavía, ya que afectan a todo el mundo, y no solamente a los civiles sino también a los neutrales y a los pueblos primitivos. La violencia y la delincuencia también se deben simplemente a la tecnología; por lo que podríamos considerar la tecnología como uno de los problemas mas grandes de la sociedad actual, ya que la delincuencia es uno de los problemas mas abrumadores y que mas afecta a la sociedad actual.

Johannes Von Neumann, preguntó en un artículo de la revista Fortune:

"¿Podremos sobrevivir a la tecnología?"

2.Repercusiones de la ciencia en la sociedad

En toda la historia de la humanidad, el hombre a procurado garantizar y mejorar su nivel de vida mediante un mejor conocimiento del mundo que le rodea y un dominio más eficaz del mismo, es decir, mediante un desarrollo constante de la ciencia.

Hoy en día, estamos convencidos de que una de las características del momento actual es la conexión indisoluble, la muy estrecha interacción y el acondicionamiento mutuo de la sociedad con la ciencia. La ciencia es uno de los factores esenciales del desarrollo social y está adquiriendo un carácter cada vez más masivo.

Al estudiar los efectos de la ciencia en la sociedad, no se trata solamente de los efectos en la sociedad actual, sino también de los efectos sobre la sociedad futura. En las sociedades tradicionales estaban bien definidas las funciones del individuo, había una armonía entre la naturaleza, la sociedad y el hombre. Ahora bien, la ciencia trajo consigo la desaparición de este marco tradicional, la ruptura del equilibrio entre el hombre y la sociedad y una profunda modificación del ambiente. Aunque no debemos culpar directamente a la ciencia.

Los progresos de la ciencia han sido muy rápidos en los países desarrollados; en cambio, en los países subdesarrollados su adquisición es tan lenta que cada día la diferencia entre dos tipos de países se hace más grande. Dicho retraso contribuye a mantener e incluso a agravar la situación de dependencia de los países subdesarrollados con respecto a los desarrollados.

Como la ciencia ha pasado a formar parte de las fuerzas productivas en mucho mayor medida que nunca, se considera ya que hoy se trata de un agente estratégico del cambio en los planes de desarrollo económico y social.

La ciencia ha llegado al punto de influir sobre la mentalidad de la humanidad. La sociedad de hoy no está cautiva en las condiciones pasadas o en las presentes, sino que se orienta hacia el futuro. La ciencia no es simplemente uno de los varios elementos que componen las fuerzas productivas, sino que ha pasado a ser un factor clave para el desarrollo social, que cala cada vez más a fondo en los diversos sectores de la vida.

La ciencia trata de establecer verdades universales, un conocimiento común sobre el que exista un consenso y que se base en ideas e información cuya validez sea independiente de los individuos. Hay algo que pienso que es de gran importancia resaltar y es que el papel de la ciencia en la sociedad es inseparable del papel de la tecnología.

3. Avances de la tecnología



Podemos definir tecnología como el conjunto de reglas instrumentales que prescriben un rumbo racional de actuación para lograr una meta previamente determinada y que debe evaluarse en función de su utilidad y de su eficacia practica.

La tecnología es creada por el hombre con el fin de satisfacer una necesidad, esta necesidad es la causa de la evolución de la tecnología. La tecnología se encuentra en una constante evolución y los objetos que no se adaptan simplemente desaparecen, es decir, a medida que las necesidades son mayores o digamos más complicadas se necesita crear un objeto que pueda llenar el vacío, el cual llega a reemplazar el anterior.

Algunos autores sostienen que el avance de la tecnología es debido a mentes privilegiadas, de genios inventores que no le deben mucho o nada a la historia. La tecnología tiene antecedentes que pueden resultar tan antiguos como la humanidad misma. Aunque los antecedentes de la tecnología se consideran mas bien como técnicas, basadas en la experiencia.

4.Hacia donde nos dirigimos en brazos de la tecnología



Se dice que vivimos en una era tecnológica. Se imputa a la tecnología el crecimiento económico sin precedentes de los países industrializados y el aumento consiguiente de la riqueza material. La tecnología no es un hecho aislado en la civilización actual, sino que está presente en la sociedad.

Como ya mencioné anteriormente la tecnología es para satisfacer necesidades y aquellos que no satisfacen las diversas necesidades, adaptándose a las condiciones de la naturaleza simplemente tendrán por suerte la desaparición.

Muchos consideran que de continuar los avances tecnológicos con el ritmo que lleva, podrían llevar a la destrucción de lo que conocemos como el planeta tierra. Pero a mi entender la tecnología tiene poder suficiente para crear un gran caos, pero todo depende de la forma en que se utilice.

La tecnología ha tenido un gran auge y desarrollo, y continuará teniéndolo, pero al menos que caiga en malas manos, no creo que debamos temer, porque mientras esto no suceda lo que creo que es muy difícil estaremos a salvo.

5.Opinión Personal

Esta claro que entre la ciencia, la tecnología, y la sociedad existe una estrecha relación. Y esta estrecha relación podría considerarse hoy en día como indestructible, es decir, en nuestros tiempos la sociedad está tan ligada con estos dos señores que es imposible de separarlos. No tanto imposible de separarlos, sino, que serian muy difícil de separar.

En nuestros tiempos todo depende de la ciencia y la tecnología, todo esta basado en la tecnología. Y cada día que pasa esta dependencia se hace mayor, algunos piensan que llegará el momento en que esta dependencia será tan amplia que entonces seremos manejados por la tecnología.

En cierta forma es cierto, hoy en día nos podemos dar cuenta que en cierto sentido somos manejados por la tecnología. Cada vez que se crea un nuevo invento tecnológico ahí estamos nosotros, nos dejamos llevar por la tecnología. Son pocos los hogares donde no hay un televisor, un radio, etc.

Estoy de acuerdo con algunos autores que dicen que la tecnología es un Dios y a la vez un demonio. Trae consigo muchas cosas buenas, pero si nos dejamos arrastrar, no se sabe hasta donde llegaremos, no sabemos que suerte correremos.

La tecnología nos proporciona felicidad, nos resuelve muchos problemas, pero muchas veces además de estos trae consigo nuevos problemas de difícil solución. Uno de los más grandes y antiguos problemas que ha traído consigo la tecnología es la contaminación, que hoy en día es un problema muy difícil de controlar.

¿ES CULTURA LA CIENCIA? (*)

Gutiérrez Julián, M. S. Gómez Crespo, M. A y *Martín-Díaz, M. J.*

(*) Publicado en: Membiela, P. (Coord.) (2002). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva ciencia tecnología- sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.

El trabajo que a continuación se reseña constituye uno de los capítulos de un interesante libro de reciente aparición dedicado a la enseñanza de las Ciencias desde los enfoques C-T-S (Ciencia-tecnología-Sociedad).

Se dirige a analizar un tema de gran actualidad e importancia como es el de la escasa tendencia que existe en el alumnado y en la ciudadanía en general a considerar la Ciencia como parte del acervo cultural de la humanidad. Como señalan los autores, se suele considerar como incultas a las personas que muestran carencias en conocimientos de los llamados de corte humanístico, pero no se otorga el mismo estatus a aquellas otras que muestran deficiencias en sus conocimientos sobre ciencia y tecnología, por muy básicos que éstos sean.

Aunque la ciencia y la tecnología juegan un papel fundamental en la vida de los ciudadanos, con frecuencia se ignora que la ciencia forma parte de la cultura, o en todo caso es considerada como una cultura de segunda clase de la que no está mal visto carecer. Desafortunadamente esta imagen no sólo afecta al alumnado o a una parte específica de la población, sino que la comparten bastantes profesores y la mayoría de intelectuales, políticos, periodistas, etc.

Esta circunstancia resulta para los autores especialmente chocante si se tiene en cuenta que es, hoy día, cuando la ciencia está más presente que nunca en nuestras vidas y en la sociedad, y es cuando más esfuerzos de divulgación se viene realizando desde los medios de comunicación.

La problemática planteada lleva a los autores del trabajo al intento de responder a cuestiones tales como: ¿cuál ha sido el papel cultural jugado por la ciencia a lo largo del desarrollo de la humanidad?, ¿cuál es la causa o las causas de que la ciencia no sea considerada cultura en la actualidad en sectores amplios de nuestra sociedad occidental?, o ¿qué formación y cultura científica deben recibir y adquirir los alumnos en la escuela para poder participar democráticamente en la sociedad?

Con el ánimo de dar respuesta a estos interrogantes, se dedica espacio a efectuar un breve análisis sobre las relaciones entre ciencia y humanidades desde la antigua Grecia hasta nuestros días. Se concluye que, a lo largo de los tiempos, se ha producido una evolución en el

pensamiento del hombre acerca de su relación con la naturaleza: primero considera que forma parte de la misma y no hay diferencia entre las leyes naturales y las leyes morales; en un segundo estadio considera que está totalmente subyugado a las fuerzas naturales y no tiene ninguna capacidad de acción; después ‘renace’ y se cree con capacidad para actuar sobre la naturaleza y modificarla; finalmente, considera nuevamente que el hombre está tan integrado con la naturaleza, que no es posible estudiar ésta de una forma aislada, ya que el hombre por el hecho de estar ya la modifica.

Para los autores, al margen de explicaciones basadas en opiniones interesadas provenientes de personas con un escaso bagaje de conocimientos científicos, que tenderían a denominar como cultura sólo a aquello que dominan y controlan, el problema es mucho más complejo y merece una profunda reflexión.

Otras causas a las que se alude son factores relacionados con “qué” ciencia se está enseñando actualmente en las escuelas en la etapa obligatoria de la enseñanza y “cómo” se enseña. En este sentido, la enseñanza de la ciencia, fundamentalmente la de la física y la química, ha estado oculta tras un gran aparato matemático, volcada en la utilización de fórmulas, con planteamientos casi exclusivamente cuantitativos. Además, la imagen de la ciencia que actualmente se ofrece a los estudiantes y a la sociedad es *“la de una ciencia altamente tecnificada, especializada y elitista, sólo apta para unos cuantos privilegiados portadores del saber. Una ciencia alejada de la sociedad y de los problemas sociales”*.

Visto de esta manera, continúan los autores refiriéndose a la ciencias escolar, *“poco tendría que aportar al bagaje que todo hombre ‘culto’ necesitaría para enfrentarse a su existencia y al mundo que le rodea”*. Por ello, si queremos que la ciencia sea considerada como parte del acervo cultural de cualquier ciudadano, es necesario, realizar una seria reflexión sobre la imagen que se está transmitiendo de la misma a la sociedad, desde los propios científicos y desde los medios de comunicación.

Se plantea, por ejemplo, la necesidad de que los científicos hagan un mayor esfuerzo para dar a conocer de manera sencilla los “pros” y “contras” o los dilemas morales que se derivan o pueden derivarse de los avances científicos y tecnológicos. Por otra parte, se señala que la principal fuente de dicha formación científica es en la actualidad la escuela, desde la primaria hasta la universidad, siendo este estamento, por tanto, aquél por el que deberían empezar los cambios. Pero una vez dicho esto, citan también a los medios de comunicación social, sobre todo la televisión, los partidos políticos y los movimientos ciudadanos, como focos desde donde se puede y se debe contribuir también a la tarea de alfabetización científica

y de participación ciudadana responsable en las decisiones sociopolíticas que afectan al desarrollo y uso de la ciencia.

Desde el punto de vista particular del papel de la escuela en esta compleja empresa, los autores se mantienen partidarios de asumir las propuestas que enfatizan la importancia de los aspectos sociales de las ciencias en la educación científica, de la mano de los enfoques C-T-S (Ciencia-Tecnología-Sociedad). Y no solo ello, los autores consideran abiertamente que en la Educación Secundaria resulta inaplazable que todo el profesorado haga suya esta necesidad de alfabetización científica, así como la familiarización de los profesores de ciencias con propuestas metodológicas que sirvan para establecer conexiones entre el aprendizaje realizado en el aula y la vida cotidiana, es decir, que se traduzca en un aprendizaje para la ciudadanía. Por tanto, es necesario prestar atención también a las actitudes hacia la ciencia y a los procedimientos de la ciencia, equilibrando así el peso de los contenidos conceptuales sobre los que se ha tendido a colocar la mayor parte del peso en los currícula de ciencias.

En suma, se trata ésta de una contribución interesante por la actualidad de la problemática que presenta, muy en línea por cierto con el enfoque de nuestra revista, y que no solo describe la situación actual de las ciencias con notable precisión y profundidad, sino que, más allá de ello, entra a apuntar algunas de sus causas y orígenes y, lo que es más importante, hacia posibles vías y caminos para llevar a cabo su abordaje.

José María Oliva Martínez

REFLEXIONES EN TORNO AL TRANCURSO DE LA CIENCIA Y LATECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO DE LA HUMANIDAD

Gladys Aguilar de la Rosa

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la humanidad ha estado condicionado a los instrumentos tecnológicos y al avance del conocimiento científico, el progreso de los pueblos se debe en gran medida al impulso que las máquinas han dado al trabajo del hombre, lo cual se ha remarcado en diferentes periodos de la historia como en la Revolución Industrial. La evolución de la ciencia y la tecnología ha subrayado una característica singular que es la creciente renovación de los conceptos de la ciencia y la tecnología, en la antigüedad y en la Edad Media la tecnología se manifestaba en la construcción de

enormes y eficientes obras militares y civiles como las fortalezas y los acueductos romanos, las catedrales góticas, como es el caso de Notre Dame en París y Colonia en Alemania, las materias primas utilizadas eran la arcilla, la piedra, madera y el hierro, esta era una tecnología artesanal.

Con la Revolución Industrial la tecnología tuvo expresiones mayores al hacer uso de la energía con las máquinas de vapor y las máquinas eléctricas, esta etapa generó una tecnología dinámica que tuvo énfasis en los modos de producción y en la transportación terrestre y marítima. A mediados del siglo XX, la tecnología tuvo un impresionante desarrollo con uno de los sucesos más impactantes que ha sufrido la humanidad, la Segunda Guerra Mundial, es este momento histórico en que la tecnología alcanza máximas expresiones en instrumentos para la Guerra, como fueron los aviones de combate y el surgimiento de la electrónica, disciplina surgida con los tubos o lámparas de vacío e impulsada primero con los transistores (1948) y los chips (1959), la electrónica es la fina técnica que permite generar y conmutar señales eléctricas viabilizadas por débiles corrientes de electrones (Lauria, 2000: 257).

Con el advenimiento de la electrónica y el desarrollo acelerado de las computadoras y las comunicaciones en la segunda mitad del siglo XX, la tecnología ingresa en la era de la información, ya que la sociedad puede acceder a casi todo tipo de información a través de la red, los diversos grupos humanos pueden comunicarse entre sí y conocer qué está ocurriendo en localidades tan apartadas y con culturas diferentes a la suya; es la tecnología y su utilización la que nos lleva a considerar a la sociedad actual como una sociedad globalizada.

I. UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL DE LA NOCIÓN DE CIENCIA

Es importante iniciar este apartado, citando algunos conceptos que se han manejado acerca de lo que es la ciencia y la actividad científica. El pensamiento o idea tradicional que se conoce de la ciencia, determina a la ciencia como “una empresa autónoma, objetiva, neutral y basada en la aplicación de un código de racionalidad ajeno a cualquier tipo de interferencia externa. El vocablo ciencia se deriva del latín *scientia*, sustantivo etimológicamente equivalente a saber, conocimiento” (OEI, 2001: 12).

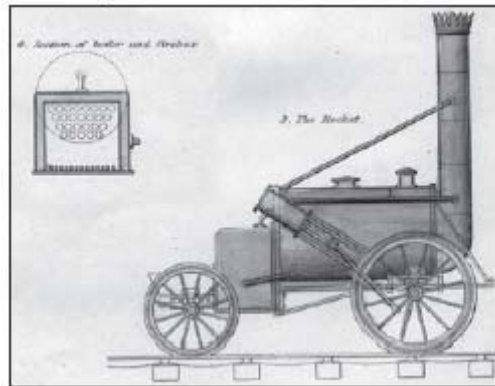
En las diferentes acepciones de ciencia utilizadas por Robert K. Merton se menciona que “la palabra ciencia es un vocablo engañosamente amplio que denomina una gran diversidad de cosas distintas, aunque relacionadas entre sí. Se la usa comúnmente para denotar: 1) un conjunto de métodos característicos por medio de los cuales se certifica el conocimiento; 2) un depósito de conocimientos acumulados procedentes de la aplicación de esos métodos; 3) un conjunto de valores y costumbres

culturales que gobiernan las actividades llamadas científicas; 4) cualquier combinación de lo anterior (K. Merton: 2002: 637).

Por su parte Mario Bunge menciona en su libro *La ciencia, su método y su filosofía*, documento básico para conocer la importancia de la ciencia, en el desarrollo científico y tecnológico de la humanidad, que: “La ciencia es un cuerpo de ideas, que puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible. La ciencia como actividad –como investigación- pertenece a la vida social; en cuanto se la aplica al mejoramiento de nuestro medio natural y artificial, a la invención y manufactura de bienes materiales y culturales la ciencia se convierte en tecnología. La ciencia es un sistema de ideas establecidas provisionalmente (conocimiento científico), y como una actividad productora de nuevas ideas (investigación científica) (Bunge, 2004:9).

Un texto básico de divulgación de la actividad científica es *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* de Alan Chalmers, el documento plantea que “las modernas tendencias de la filosofía de la ciencia han indicado que la ciencia se basa en un seguro fundamento adquirido gracias a la observación y experimentación”. Por otro lado también menciona que el conocimiento científico es conocimiento probado. La ciencia se basa en todo lo que podemos ver, oír, tocar, etcétera. Esto precisa la objetividad de la ciencia (Chalmers, 1995:11).

Desde la perspectiva reflexiva del sociólogo francés Pierre Bourdieu, “la ciencia no tiene nunca otro fundamento más que la creencia colectiva en sus fundamentos, que produce y supone el funcionamiento mismo del campo científico” (Bourdieu, 2000:43).



Con relación a la utilidad social de la ciencia, Bourdieu propone que “es preciso salir de la alternativa de la «ciencia pura», totalmente liberada de cualquier necesidad social y la «ciencia servil», sometidas a todas las exigencias político-económicas. El campo científico es mundo social y, como tal, ejerce coacciones, solicitudes, etc., pero que son relativamente independientes de las coacciones del mundo social global que lo envuelve” (Bourdieu, 2000:75).

Resulta fundamental que el conocimiento generado en el proceso científico sea aplicado para incrementar esta actividad, Bourdieu

argumenta que: “Entre los usos sociales de la ciencia hay uno que casi siempre se olvida: el que consiste en poner la ciencia y más especialmente la ciencia de la ciencia, al servicio de la ciencia, de su progreso” (Bourdieu, 2000: 97).

Por otro lado encontramos que Marcelino Cereijido, en su larga trayectoria como estudioso de la actividad científica describe a la ciencia como: “un sistema complejo que comprende la inteligencia, la lógica, el inconsciente, la receptividad de la sociedad hacia las nuevas ideas, la industria, el comercio, la guerra y muchos otros factores de distinta naturaleza, con diversas dinámicas, puntos críticos y diversas situaciones de estabilidad. No es un sistema que gira aisladamente en el vacío, sino que es abierto, en tanto mantiene un intenso intercambio con otros componentes de la sociedad” (Cereijido, 1997: 103).

Por ejemplo, el caso de la investigación sociológica fundamenta sus resultados en conocimiento científico y conocimiento empírico: “la ciencia es, antes que nada, una manera de interpretar la realidad. No depende de qué conoce, ni de que su enunciado sea verdadero, sino de cómo lo conoce” (Cereijido, s/p: 2001).

Thomas S. Kuhn en su estudio plantea la existencia de una ciencia normal, conformada por un paradigma, aceptado por la comunidad científica, dentro de este paradigma se encuentran los enigmas, que son problemas considerados por los científicos como importantes para su estudio, una característica importante que se toman en cuenta para ser enigmas, es que deben tener más de una solución asegurada. En la ciencia normal también se establecen reglas que regularán las formas en que serán estudiados los enigmas, así como la forma en que habrán de ser alcanzadas dichas soluciones.

Kuhn expone que, cuando el paradigma de la ciencia normal empieza a carecer de herramientas, para la solución de algunos enigmas y a la vez dentro de la comunidad científica, comienzan a surgir nuevas teorías que pueden sugerir otras soluciones, no consideradas dentro del paradigma actual, se habla de una ciencia en estado de crisis. Ante esta situación, los científicos rechazarán una teoría siempre que exista un candidato alternativo para ocupar el lugar del anterior (T. Kuhn, 2001: pp. 68-130).

Como resultado de lo anterior hay un cambio, es decir un nuevo paradigma, lo que conduce a la revolución científica, “las revoluciones científicas se inician con un sentimiento creciente, a menudo restringido a una estrecha subdivisión de la comunidad científica, de que un paradigma existente ha dejado de funcionar adecuadamente en la exploración de un

aspecto de la naturaleza, hacia el cual, el mismo paradigma había previamente mostrado el camino” (T. Kuhn, 2001: 149).

El restablecimiento de un nuevo paradigma significa que los científicos tienen que ver el mundo de la investigación con una perspectiva diferente, con una nueva visión que le permita aprender cosas nuevas. “Una vez estabilizado el paradigma científico, la ciencia tiende a convertirse otra vez en ciencia normal, para iniciar de nuevo el curso de acumulación de conocimientos y de problemas que encierran el desarrollo del pensamiento científico”.

Desde una perspectiva cultural se argumenta que: “La ciencia es vista como la expresión de una cultura, ya que toda cultura tiene su cuerpo de conocimientos, o sea, una ciencia. La ciencia moderna es una expresión, entre otras, de la síntesis cultural que propició el nacimiento de la civilización occidental. Ésta, en su momento, “ha tenido aportaciones de la (cultura) ciencia árabe, persa, romana, griega, por mencionar solo las principales. Estas históricas civilizaciones y sus ciencias, fueron el conocimiento básico para la evolución de la civilización occidental moderna que permitió el desarrollo científico y tecnológico en el mundo actual. El conocimiento no es absoluto, está subordinado a los arbitrios de la naturaleza pero sin embargo la ciencia será siempre un acercamiento, una información parcial, capaz de brindar respuestas efectivas, aunque temporales, a los problemas enfrentados por las sucesivas generaciones” (Leitao y Albagli: 1997: 32-33).

En el contexto en que vivimos, las conductas y costumbres de los grupos humanos está determinada por la ciencia. El contexto de un individuo del siglo XIII estaba determinado por la teología. En el mundo medieval, el contexto hacía que los conocimientos que ahora recogemos bajo el nombre de matemáticas, astronomía o biología se valoraran de forma completamente distinta. En nuestro presente la ciencia es tan importante, tan influyente, que organizamos gran parte de nuestras vidas y relaciones en torno a ella, de tal manera que el poco conocimiento acerca de la ciencia, su supresión en el bagaje cultural de una persona, provoca un cierto analfabetismo, que lo desubica de su contexto; la ciencia es demasiado importante en nuestra vida común para dejarla aparte (Ordóñez, 2003:26-27).

En relación a determinar si la ciencia es una cultura nueva que los grupos sociales han adoptado, la han incluido a su devenir histórico, al respecto Javier Ordóñez, menciona que: “La ciencia tiene una eficacia explicativa que la ha hecho convertirse en una cultura dominante en nuestros días. Decir que la ciencia es cultura, significa que es un producto humano que influye y es influido por el contexto social. Puede decirse de la

ciencia que es una forma de cultura especialmente insidiosa porque una vez que pone en circulación una idea ésta se vuelve pública” (Ordóñez, 2003:46).

La ciencia como actividad del hombre es dialéctica, un resultado científico no es permanente, el devenir histórico nos ha dado muestras de ello, “la ciencia, oculta en el pasado su contingencia, es decir, el hecho de que es un conocimiento de carácter dinámico, cambiante y, por supuesto, tan inestable como cualquier otro tipo de conocimiento humano, lo que no quiere decir que carezca de seguridad” (Ordóñez, 2003:28).

El conocimiento científico resulta ser un instrumento de dominación política, los pueblos que poseen mejores niveles de desarrollo han encontrado en esta actividad su fortaleza, su acción de gobierno está fundamentada en la ciencia. La actividad científica aparece en el Renacimiento y se resguarda al amparo del poder político siendo apoyada



por los reyes y los grandes poderosos de la época. “La ciencia que hoy nos parece un conocimiento omnicomprensivo y poderosísimo, nace, se constituye y se desarrolla en ámbitos y escenarios que ya no son necesariamente las universidades, sino espacios protegidos por el mecenazgo político (...) La ciencia nace en y con la política asociada de alguna manera a las cortes de su época como lo prueban las vidas de Galileo,

Kepler o Newton, quienes se separan de las universidades y emigran a las cortes de Florencia, Praga o Londres. Esa ciencia nace en las ciudades, en las nuevas instituciones y en medio de contextos que contienen una dimensión política enorme” (Ordóñez, 2003: 35).

La historia de los pueblos está señalada por acontecimientos políticos, económicos y sociales, que han tenido relación con descubrimientos científicos, “la ciencia se ha ido construyendo a través de las contingencias de la historia cotidiana de las sociedades humanas. La ciencia reconstruye su propia historia eliminando las contingencias incómodas que le dieron origen y construyendo escenarios que hacen parecer como eventos necesarios y sin raíz histórica a los logros científicos (Rubio, 2003: 15).

El proceso histórico de institucionalización de la ciencia, a partir de los siglos XVII y XVIII, con la fundación de sociedades científicas e instituciones educativas, permitió a la ciencia alcanzar la preeminencia cultural de que goza en el mundo actual. El proceso educativo permite a la ciencia seguir reconstruyendo el mito de su universalidad y la

reproducción de un espacio social de poder que asegura su continuidad (Rubio, 2003: 16).

Los nuevos acontecimientos sociales, económicos y políticos que marcaron el siglo XIX llevaron a un crecimiento cada vez mayor y dinámico de la actividad científica. “En el siglo XX la actividad científica se destaca por el desarrollo de maquinaria, procesos y productos nuevos que han sido principalmente el resultado (indirecto) de investigaciones, el elemento inicial con influencia revolucionaria en la producción no ha sido la maquinaria sino la investigación científica, la ciencia.

Históricamente en el desarrollo económico y de las fuerzas productivas de la sociedad, el papel que la ciencia ha desempeñado, comprende tres periodos:

- I) *La aplicación precientífica de las leyes de la naturaleza a la tecnología y las fuerzas productivas.***
- II) *La primera fase de la aplicación consciente, en gran escala de la ciencia, como tal, a las fuerzas productivas; (siglo XIX y principios del siglo XX).***
- III) *En la actualidad la relación estrecha e “institucionalizada” entre la ciencia y la producción (las ‘ciencias tecnológicas’, siglo XX)” (Martínez, 1997: 09).***

A fines de la Segunda Guerra Mundial la ciencia se coloca en la agenda pública, inicia su institucionalización en los países de Occidente, creando organismos e instituciones para la planeación, coordinación, formulación y aplicación de políticas de Estado, que orienten el desarrollo científico y tecnológico. El .n último en esta época no era la ciencia por la ciencia misma, sino el saber y el poder para dominar y controlar.

Para el científico Ruy Pérez Tamayo, “la ciencia incluye no sólo un catálogo de hechos y de teorías sobre distintos aspectos de la naturaleza, sino también las bases filosóficas que la sustentan, la historia de su desarrollo, las estructuras sociales en las que se da y en las que se expresa, las leyes que las regulan y las políticas que la favorecen o la estorban. Podríamos considerar la ciencia como una forma de vivir la vida (Martínez, 1997:7).

De acuerdo a la revisión conceptual anterior, podemos ver que el término ciencia tiene diversas perspectivas teóricas, lo cual nos indica que la ciencia resulta ser una actividad vinculada a la actividad humana, en diferentes momentos

históricos y circunstancias sociales y políticas, que hoy al igual que en sus inicios, permite el desarrollo dinámico de los diferentes grupos sociales pero siempre estará controlada y regulada por una institución del estado.

II. SIGNIFICACIÓN DE LA NOCIÓN DE TECNOLOGÍA

Para ubicar la importancia del término “tecnología” dentro de esta indagación es pertinente considerar algunas aportaciones que se han realizado en torno a su significación, por lo que seguidamente se muestra una serie de expresiones que son empleadas para referirse a este término.

El concepto generalizado define a la tecnología como el conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial, también la define como el conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector y producto.

El organismo internacional que agrupa a los Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura (OEI) afirma que la tecnología podría ser considerada como el conjunto de procedimientos que permite la aplicación de los conocimientos propios de las ciencias naturales a la producción industrial (OEI, 2001:37).

Quintanilla (1989) afirma que en la literatura especializada “hay una tendencia a reservar el término técnica para las técnicas artesanales precientíficas, y el de tecnología para las técnicas industriales vinculadas al conocimiento científico, es por ello que marca una clara diferenciación entre técnicas artesanales o preindustriales y las técnicas industriales relacionadas con la ciencia, a las cuales denomina con el término “tecnología”. Este autor define a la tecnología de la siguiente manera: “Una realización o aplicación tecnológica es un sistema de acciones humanas, industriales y vinculadas a la ciencia, intencionalmente orientadas a la transformación de objetos concretos para conseguir eficientemente resultados valiosos” (Echeverría, 2003: 51).

Las tecnologías están influidas por las sociedades que las generan y las impulsan por ejemplo, la sociedad industrial” (Echeverría, 2003: 52).

La tecnología antecedió a la ciencia: el hombre primitivo estaba familiarizado con diversas técnicas. La tecnología a menudo se ha anticipado a la ciencia, es usual que las cosas sean hechas sin un conocimiento preciso de cómo o por qué se hacen. La tecnología antigua (primitiva, artesanal) es casi exclusiva de ese tipo (Martínez, 1997:9).

De acuerdo con la propuesta de Quintanilla sobre la tecnología,



Echeverría construye la definición de que: “Una realización tecnológica es un sistema de acciones regladas, industriales y vinculadas a la ciencia, llevadas a cabo por agentes, con ayuda de instrumentos e intencionalmente orientadas a la transformación de otros sistemas con el fin de conseguir resultados valiosos evitando consecuencias y riesgos desfavorables” (Echeverría, 2003: 58).

Esta definición permite mantener presente que en algunas ocasiones la producción de los avances tecnológicos origina resultados no esperados que pueden considerarse como negativos y por lo tanto traer consigo riesgos sociales. Sin embargo gracias a la tecnología actualmente los seres humanos podemos acceder a beneficios que unos siglos atrás no se hubieran podido imaginar.

En el ámbito académico era habitual definir a la tecnología como ciencia aplicada. Desde esta perspectiva, la tecnología se analizaba como un conocimiento práctico que se derivaba directamente de la ciencia (conocimiento teórico) (OEI, 2001:38).

En contrasentido también encontramos desde la perspectiva histórica lo siguiente: “algunos estereotipos en torno a la tecnología y a la ciencia son falsos. Para dar el ejemplo más evidente, desde un punto de vista estrictamente histórico es falso que la tecnología —entendida como producción de herramientas— sea ciencia aplicada. La tecnología es tan antigua como la humanidad misma y la ciencia —entendida como un conocimiento racional, naturalista y sistemático— es un logro de los últimos siglos (Rubio, 2003:11).

Por otro lado y desde la perspectiva funcionalista, la tecnología se puede definir como una colección de sistemas diseñados para realizar alguna función. Se habla entonces de tecnología como sistemas y no sólo de artefactos, para incluir tanto instrumentos materiales como de tecnologías de carácter organizativo (sistemas impositivos, de salud o educativos que pueden estar fundamentados en el conocimiento científico) (OEI, 2001:42).

De acuerdo a la revisión conceptual se concluye que el significado de la tecnología se encuentra enmarcado en la actividad productiva y el desarrollo industrial que necesariamente el hombre tiene que planear cuidadosamente para evitar efectos negativos y obtener resultados óptimos de beneficio social.

Para poder identificar las relaciones que existen entre la ciencia y la tecnología es necesario partir de algunos acontecimientos históricos en los que determinados autores comienzan a identificar la vinculación existente en estas dos ramas de estudio.

“La Primera Revolución Industrial se produjo en Gran Bretaña. Su impacto social, económico y político fue enorme en Europa. Uno de sus principales motores fue la tecnología. La ciencia sólo tuvo una influencia indirecta en el desarrollo industrial. Durante la Segunda Revolución Industrial, la alianza entre la industria y la tecnología y la ciencia se consolidó en algunos países —Gran Bretaña, Alemania, en menor medida Francia—, generándose dos nuevas profesiones, la del científico y la del ingeniero. En el transcurso del siglo XIX, la ciencia y la tecnología se vincularon en una interacción que generó beneficios para ambas actividades. Los científicos demostraron que los resultados de sus investigaciones podrían ser muy útiles para la industria y para la guerra. Los países que promovieron la colaboración entre la ciencia y la tecnología y la industria, se convirtieron en grandes potencias a lo largo del siglo XIX, en detrimento de antiguas potencias -España, Portugal, Turquía- que no cedieron el paso a la nueva sociedad científico-industrial” (Echeverría, 2003: 10).

Ciencia y Tecnología son dos elementos que caracterizan o evocan una sociedad moderna, “históricamente la ciencia y la tecnología han estado separadas. El hecho del creciente impacto de la ciencia sobre la tecnología ha conducido a la idea equivocada de que la tecnología es solamente ciencia aplicada. La ciencia tiene su dinámica interna; en forma similar, la nueva tecnología con frecuencia emerge de tecnologías más antiguas, no de la ciencia” (Martínez: 1997: 9).

En los hechos históricos se puede observar la existencia de una separación entre la ciencia y la tecnología, sin embargo es importante reconocer que para tener un acercamiento sobre las relaciones que existen en este binomio, hay que partir que estos, no se pueden estudiar por separado, tomando en cuenta las exigencias del mundo actual y que la vinculación existente entre estos elementos es parte del mismo proceso de desarrollo en que se ven envueltas las sociedades, en este sentido se observa “la importancia del continuo tecnológico y científico es tal que invade toda nuestra cultura actual. La ciencia y la Tecnología sirven para medir el grado de desarrollo de una sociedad, de manera análoga a como en el siglo pasado se utilizaban el carbón y el acero para medir la renta y la importancia de un país” (Ordóñez, 2003: 56).

Ante las nuevas invenciones tecnológicas que se dan a conocer en diversos ámbitos de la sociedad actual, se halla en el caso particular de nuestro país y de Tabasco la necesidad de generar alternativas que promuevan el desarrollo tecnológico y científico, partiendo de una de las actividades primordiales como es la investigación.

“La ciencia y la tecnología, no obstante, han dado un salto cuantitativo y cualitativo que se hace evidente en su capacidad para

alterar el paisaje material y cultural de la Tierra en una proporción nunca antes vista. Por esta razón si no hubiera otra, la ciencia y la tecnología son un objeto de estudio muy atractivo para el interesado en la civilización contemporánea” (Rubio, 2003:10).

La ciencia y la tecnología contemporáneas son factores centrales para entender las posibilidades económicas de una humanidad dividida entre sociedades ricas y pobres; para definir el sistema ecológico planetario; para enfrentar los problemas globales de salud; para incidir en los grandes conflictos políticos internacionales, en resumen para construir un nuevo rostro de la humanidad (Rubio, 2003:11).

Para los intereses de nuestro estudio hay que precisar que la ciencia y la tecnología son aspectos que no pueden ser abordados por separado, esto lo demuestran las transformaciones que han logrado desarrollar las potencias mundiales.

“El historiador David Lindberg por ejemplo, señala en su libro *The Beginnings of Western Science* algunos elementos respecto a los términos “ciencia y tecnología”.

El término “ciencia” se usa tanto para denotar un conjunto de leyes universales como para indicar un cuerpo de cierto tipo de creencias organizadas bajo la categoría de teorías, pasando por señalar una metodología presumiblemente definida.

El asunto no es distinto con el término “tecnología”, que puede entenderse como la producción y utilización de herramientas; pero también como ciencia aplicada o incluso como el sistema de conocimiento que sostiene la mediación entre el ser humano y su medio ambiente. Lo que se puede decir con certeza, por ahora, es que todos los elementos señalados son importantes para entender la relación entre ciencia y tecnología (Rubio, 2003:17).

“La relación entre ciencia y tecnología no se puede considerar en realidad la preeminencia de una sobre la otra; no se puede decir que antes de la ciencia está la tecnología o que, antes de la tecnología está la ciencia, sino que éstas relaciones se dan históricamente de forma constante desde el barroco hasta nuestros días; de tal manera que afirmar la existencia de relaciones de subordinación entre ciencia y tecnología, como lo hace ese lugar común tan característico del mundo contemporáneo, es un poco ficticio” (Ordóñez, 2003: 74).

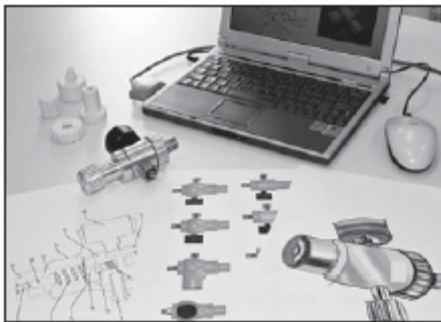
“La concepción clásica del conocimiento, heredada del pensamiento griego, hacía énfasis en la contemplación, y consideraba la intervención en la naturaleza como una degradación del proceso de adquisición del conocimiento. Contra esta tradición la relación entre ciencia y tecnología se fue construyendo históricamente en función de una instrumentación

creciente de los procesos de construcción del conocimiento, sobre todo a partir de la revolución científica gracias a la cual se incorporan instrumentos como el telescopio y el microscopio.

El proceso de instrumentación continúa hasta generar una relación tan estrecha en nuestro tiempo que lleva a algunos autores a proponer que deberíamos hablar no sólo de ciencia y tecnología, sino además de tecnociencia” (Rubio, 2003:17- 18).

“La tecnociencia se caracteriza ante todo por la emergencia, consolidación y desarrollo estables de sistemas científicos tecnológicos que dan lugar a un nuevo modo de producción de conocimiento. Entre otros aspectos la tecnociencia se caracteriza por la instrumentalización del conocimiento científico-tecnológico. El avance en el conocimiento deja de ser un fin en si mismo para convertirse en un medio para otros fines” (Echeverría, 2003: 28).

“La tecnociencia, por ejemplo, no sólo modifica la ciencia también transforma la actividad tecnológica, industrial y militar, gracias al desarrollo de un sistema nacional de ciencia y tecnología que trasciende los límites de las comunidades científicas y genera empresas tecnocientíficas, superpuestas a las comunidades científicas preexistentes” (Echeverría, 2003: 29).



“Un aspecto de la relación entre ciencia y tecnología de especial importancia en el desenvolvimiento de las sociedades actuales: la dimensión económica de la ciencia y sobre todo de la tecnología. Asumimos que las sociedades industrializadas sostienen su estructura económica en una infraestructura tecnológica, si tomamos en cuenta, además, una relación lineal entre tecnología y ciencia, llegamos a un modelo socioeconómico donde se supone que la generación de la ciencia conduce a la generación de tecnología y de ésta al desarrollo económico. Es por ello de vital importancia que las naciones subdesarrolladas fortalezcan sus estructura científicas con una prospectiva a corto y mediano plazo de generar riqueza.

El punto importante a resaltar aquí es, de cualquier modo, que la estructura económica de las sociedades contemporáneas tiene también una relación relevante con su estructura científico-tecnológica (Rubio, 2003:18).

Realizar estudios en torno a la ciencia y la tecnología así como su relación con la sociedad es de gran importancia ya que nuestro entorno

está sujeto a los cambios que esta triada trae consigo, lo cual permitiría entrar al mundo de la competencia en mejores condiciones de las que tenemos.

III. SOCIEDAD Y DESARROLLO TECNOCIENTÍFICO

Hasta ahora hemos visto que la ciencia y la tecnología son inherentes al desarrollo de la humanidad, han sido las diferentes sociedades o culturas que han impulsado su desarrollo en la medida que han evolucionado los grupos humanos, antes de que aparecieran las comunidades científicas, el hombre diseña la tecnología en la búsqueda de instrumentos que le permitieran apropiarse de los recursos naturales y facilitar sus tareas cotidianas por un lado incrementando su productividad y por otro conquistando territorios y pueblos a través de las guerras.

Es importante hacer algunas precisiones de lo que es la sociedad y el papel que juega en la construcción del desarrollo tecnocientífico; el pensador social Niklas Luhmann, quien ha tratado de establecer una aproximación conceptual de la sociedad a partir de la teoría de sistemas, considera a la sociedad un sistema, uno más entre los diferentes tipos de sistemas que visualiza en su propuesta teórica. Luhmann piensa que los sistemas pueden ser: máquinas, organismos, sistemas psíquicos y sistemas sociales. Allí convergen y se manifiestan diversos y complejos entornos como: las interacciones, las organizaciones y las sociedades. Así pues la sociedad es un tipo de sistema social (OEI: 2001: 81).

Los efectos de la globalización transforman a la sociedad en una sociedad mundial, es decir en una sociedad globalizada, una sociedad interrelacionada con la tecnociencia, disponible a la humanidad a través de las telecomunicaciones en sus diferentes instrumentaciones como son las frecuencias de radio, Internet, televisión, telefonía, todo esto es posible a la invención de redes satelitales, propiciando un acelerado desarrollo tecnocientífico mundial, la sociedad tiene que adecuarse a nuevas formas de vida no puede escapar a ello, puesto que está inmersa en un mundo que ya es producto de la ciencia y la tecnología, por ende necesita de un espacio para expresarse y qué mejor que la misma sociedad.

Es evidente que la sociedad actual, es una nueva sociedad que vive inmersa en un mundo donde prácticamente todo lo que nos rodea es de alguna manera un producto de la ciencia y la tecnología.

La sociedad de la información es una precisión que en el siglo XXI es utilizada para denominar a la sociedad actual. A diferencia de las conductas y recursos de comunicación en las sociedades tradicionales, hoy uno de los flujos más importantes que concretizan el poder de las

potencias mundiales, además de los energéticos y las materias primas, son los flujos de información. En la actualidad el acceso a la información es mucho más viable y rápido que en décadas anteriores. El reto que se presenta en forma paralela para esta nueva sociedad es el manejo y aprovechamiento de esa gran cantidad de información que pueda ser pertinente y oportuna para la vida cotidiana de los grupos humanos, así como para la toma de decisiones en la actividad política y administrativa de las estructuras académicas y de gobierno (OEI, 2001: 165).

En la comunidad científica, la dinámica del conocimiento de la ciencia y de las diferentes perspectivas teóricas sociales, lleva a proponer una teoría para el estudio particular de esta relación ancestral que han tenido la ciencia, la tecnología y la sociedad, a esta perspectiva se le ha denominado: Los estudios CTS, o estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología.

Los estudios CTS precisan un espacio de investigación novedoso y diverso, de carácter crítico en relación a la visión tradicionalista de la ciencia y la tecnología, de representación interdisciplinaria por la participación de disciplinas como la filosofía y la historia de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía del cambio técnico. Esta novedosa perspectiva científica, los estudios CTS, buscan apreciar la dimensión social de la ciencia y la tecnología, desde una visión que comprende los antecedentes históricos y sociales así como sus consecuencias sociales y ambientales, pretenden abarcar lo que atañe a los elementos sociales, políticos o económicos que provocan las transformaciones científico-tecnológicas, así como lo concerniente a las repercusiones éticas, ambientales o culturales de ese cambio (OEI, 2001: 125).

Lo más significativo e innovador de esta perspectiva se encuentra en buscar la determinación social de los agentes responsables del cambio científico. Se plantea entender la ciencia-tecnología, “no como un proceso o actividad autónoma que sigue una lógica interna de desarrollo en su funcionamiento óptimo (resultante de la aplicación de un método cognitivo y un código de conducta) sino como un proceso o producto inherentemente social donde los elementos no epistémicos o técnicos (por ejemplo valores morales, convicciones religiosas, intereses profesionales, presiones económicas, etc.) desempeñan un papel decisivo en la génesis y consolidación de las ideas científicas y los artefactos tecnológicos (OEI, 2001: 126).

Es muy importante apuntar que los estudios y programas CTS desde sus inicios se han dirigido a tres vertientes elementales que comprenden la investigación, la política y la educación.

En el campo de la investigación, los estudios CTS se han planteado como una alternativa a la reflexión académica tradicional sobre la ciencia y la tecnología, promoviendo una nueva visión no esencialista y socialmente contextualizada de la actividad científica.

En el campo de la política pública, los estudios CTS han defendido la regulación social de la ciencia y la tecnología, promoviendo la creación de diversos mecanismos democráticos que faciliten la apertura de los procesos de toma de decisiones en cuestiones concernientes a políticas científico-tecnológicas.

En el campo de la educación, esta nueva imagen de la ciencia y la tecnología en sociedad ha cristalizado la aparición de programas y materias CTS en enseñanza secundaria y universitaria en numerosos países (OEI, 2001: 165).

Promover investigaciones relacionadas bajo las perspectivas de estudios sociales en ciencia y tecnología facilitaría ampliar los horizontes del quehacer científico que sean guías para la toma de decisiones en las políticas para beneficio no sólo de la comunidad científica, sino de la comunidad en general, es decir, de la sociedad.

Además de ciencia y tecnología y su relación con la sociedad, es conveniente para esta revisión conceptual hablar del término “tecnociencia”, ya que es parte del desarrollo que la ciencia y la tecnología han tenido junto a la evolución de la humanidad, este vocablo se aplica para denominar “aquellos productos creados o formados por la acción conjunta de la ciencia y la tecnología... dentro de la *Big Science* (“Gran Ciencia”) que se da a partir de mediados del siglo XX, hay una interacción fuerte entre ciencia y tecnología, hasta tal punto que se puede hablar de productos tecnocientíficos” (Ordóñez, 2003: 76).

Nuevamente los hechos históricos nos muestran cómo la sociedad a través de sus mecanismos por expandirse fueron impulsando una nueva forma del quehacer científico, lo que fue definiendo la conformación del término tecnociencia.

La expresión “tecnociencia” es objeto de debates, los investigadores de las ciencias básicas la observan con desconfianza, con el argumento de que tal parece priorizar la tecnología y la investigación aplicada. Los filólogos consideran este vocablo un barbarismo, al mezclar dos raíces léxicas de procedencia griega y latina. Muchos filósofos de la ciencia prefieren seguir estableciendo líneas de demarcación claras entre la ciencia y la tecnología, temiendo que al hablar de tecnociencia la especificidad de la ciencia desaparezca, siendo devorada por la tecnología. Otros por el contrario, afirman que la tecnociencia es una realidad desde el

siglo XIX, e incluso antes. Algunos historiadores de la ciencia, en cambio, tienden a aceptar dicha expresión y sociólogos de la ciencia como Bruno Latour la usan como denominación técnica. Echeverría, subraya que, una vez clarificada conceptualmente, la expresión tecnociencia, ésta se vuelve indispensable para intentar comprender e interpretar algunos de los profundos cambios sucedidos en la actividad científico-tecnológica a lo largo del siglo pasado (Echeverría, 2003: 41).

Como podemos ver, dentro de la comunidad científica aún se discute el empleo del término “tecnociencia” para abordar estudios que tienen que ver con la ciencia y la tecnología, sin embargo en la presente investigación no podemos negar la existencia de este término, aclarando que aquí no se pretende aprobar o desaprobar su utilidad, más bien, lo consideramos un término que nos apoya para referirnos a las relaciones o vínculos que existen entre ciencia y tecnología.

En las diferentes sociedades que pueblan el planeta los modos de producción de riqueza y conocimiento han transformado substancialmente las relaciones de poder y la distribución de la riqueza en las regiones. Es importante ser conscientes de que la tecnociencia no sólo sirve para crear, descubrir, inventar y construir, sino también es utilizada para aniquilar y destruir al adversario. La tecnociencia es una condición de posibilidad del poder económico y militar, razón por la cual los países más poderosos son los que tienen alto nivel de desarrollo tecnocientífico e informacional (Echeverría, 2003: 13).



CONCLUSIÓN

Este ensayo tan sólo ha pretendido recuperar la importancia que han tenido la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la humanidad, la evolución de estos dos conceptos y las diferentes perspectivas que acerca de estas nociones han establecido algunos estudiosos del devenir de la ciencia y la tecnología y sus aplicaciones en la realidad social, política y económica en diferentes momentos históricos. Nos induce a la reflexión de que los individuos hemos coexistido como una sociedad dependiente del avance científico y tecnológico modificando nuestras conductas cotidianas y de interacción con el referente de la innovación tecnocientífica, sin embargo esto no significa que todos los grupos sociales hayan sido beneficiados.

Hoy en los albores del siglo XXI, además de la sociedad de la información tenemos sociedades totalmente marginadas que aún no reciben los mínimos de bienestar básicos a los que tienen derecho, por lo cual no pueden considerarse como integrantes de una sociedad de la información, tal vez como actores en una nota periodística que denuncie marginación como en el caso de los pueblos indígenas en México o en algún otro territorio, y que viaje a través de las telecomunicaciones llegando a diferentes latitudes del planeta es como podrían formar parte del mundo de la información, pero no como sujetos que gocen de los beneficios que trae consigo el desarrollo tecnocientífico actual.

BIBLIOGRAFÍA

CEREJIDO, Marcelino. (1997) *Por qué no tenemos ciencia*. Siglo XXI, México.

CHALMERS, Alan. (1995) *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*. Siglo XXI, México.

H. Lauria Eitel. (2000) *Ciencia y Tecnología de cara al Siglo XXI*. Universidad del Salvador, Buenos Aires, Ciudad Argentina.

K. Robert Merton. (2002) *Teoría y Estructura Sociales*. Fondo de Cultura Económica, México.

LEITA.o P. y Albagli S. (1997) “La popularización de la Ciencia y la Tecnología: Una revisión de la literatura”, en *La popularización de la ciencia y la tecnología, reflexiones básicas*. Fondo de Cultura Económica, México.

MARTÍNEZ, Eduardo/Flores J. (comp). (1997) *La popularización de la ciencia y la tecnología, reflexiones básicas*. Fondo de Cultura Económica, México.

MARTÍNEZ, Eduardo. (1997) “La pirámide de la popularización de la ciencia y la tecnología”, en *La popularización de la ciencia y la tecnología, reflexiones básicas*. Fondo de Cultura Económica, México.

PÉREZ T. Ruy. (1997) Prólogo, en *La popularización de la ciencia y la tecnología, reflexiones básicas*. Fondo de Cultura Económica, México.

ORDÓÑEZ, Javier. (2003) *Ciencia, tecnología e historia*. Fondo de Cultura Económica, México.

RITZER, George. (2004) *Teoría sociológica Moderna*, Mc Graw Hill, México.

S/A. (2001) *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Madrid, España.

T. S. Kuhn. (2001) *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México.

S/A. (2004) *Actividades de la UNESCO en el campo de la Ética de la Ciencia y la Tecnología y el Ambiente*. Actividades de la UNESCO, 4 vol. XXIX, No. 3-4.

ALBORNOZ, Mario. (2001) “Política Científica y Tecnológica. Una visión desde América Latina”. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*. Edita: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura. Número 1 (Septiembre-Diciembre).

“La ética de la ciencia y de la tecnología”. www.unesco.org/shs/est

CEREJIDO, Marcelino. *Países con investigación pero sin Ciencia*, en www.ciencia.cl/Ciencia

MATERIAL DE DIFUSION PARA PONENTES-EXPOSITORES (MAESTROS DE GRUPO, ESPECIALISTAS, DOCTORES DE LA COMUNIDAD ETC.) DE ALGUNOS TEMAS ACERCA DE LAS CIENCIAS.

Clasificación de los elementos (Tabla Periódica)

Antecedentes

El descubrimiento de un gran número de elementos y el estudio de sus propiedades puso de manifiesto entre algunos de ellos ciertas semejanzas. Esto indujo a los químicos a buscar una clasificación de los elementos no solo con objeto de facilitar su conocimiento y su descripción, sino, más importante, para las investigaciones que conducen a nuevos avances en el conocimiento de la materia.

1. Primera tentativa de clasificación: Triadas de Döbereiner. Entre 1817 y 1829, J. W. Döbereiner, profesor de Química de la Universidad de Jena, expuso su ley de las triadas, agrupando elementos con propiedades semejantes.

2. Segunda tentativa de clasificación: Ley de las octavas de Newlands. En 1864, el químico inglés J. A. R. Newlands observó que dispuestos los elementos en orden creciente según sus pesos atómicos, después de cada siete elementos, en el octavo se repetían las propiedades del primero y por analogía con la escala musical enunciaba su ley de las octavas.

Tercera tentativa de clasificación: Sistema periódico de Mendelejeff. Fue el químico ruso Dimitri I. Mendelejeff el que estableció la tabla periódica de los elementos comprendiendo el alcance de la ley periódica.

Tabla Periódica

Los primeros trabajos de Mendelejeff datan de 1860 y sus conclusiones fueron leídas 1869 en la Sociedad Química Rusa. El mismo resumió su trabajo en los siguientes postulados:

1. Si se ordenan los elementos según sus pesos atómicos, muestran una evidente periodicidad.
2. Los elementos semejantes en sus propiedades químicas poseen pesos atómicos semejantes (K, Rb, Cs).
3. La colocación de los elementos en orden a sus pesos atómicos corresponde a su valencia.
4. Los elementos más difundidos en la Naturaleza son los de peso atómico pequeño. Estos elementos poseen propiedades bien definidas. Son elementos típicos.

5. El valor del peso atómico caracteriza un elemento y permite predecir sus propiedades.
6. Se puede esperar el descubrimiento de elementos aún desconocidos.
7. En determinados elementos puede corregirse el peso atómico si se conoce el de los elementos adyacentes.

He aquí una síntesis clara y muy completa no solo de la construcción de la tabla, sino también de su importancia química.

La tabla periódica moderna consta de siete períodos y ocho grupos.

Períodos: Cada franja horizontal.

Grupo: Cada franja vertical.

Familia: Grupo de elementos que tienen propiedades semejantes.

Ventajas del sistema de Mendelejeff

1. Corrigió los pesos atómicos y las valencias de algunos elementos por no tener sitio en su tabla de la forma en que eran considerados hasta entonces.
2. Señaló las propiedades de algunos elementos desconocidos, entre ellos, tres a los que llamó eka-boro, eka-aluminio, y eka-silicio.
3. En 1894 Ramsy descubrió un gas el que denominó argón. Es monoatómico, no presenta reacciones químicas y carecía de un lugar en la tabla. Inmediatamente supuso que debían existir otros gases de propiedades similares y que todos juntos formarían un grupo. En efecto, poco después se descubrieron los otros gases nobles y se les asignó el grupo cero.
4. Todos los huecos que dejó en blanco se fueron llenando al descubrirse los elementos correspondientes. Estos presentaban propiedades similares a las asignadas por Mendelejeff.

Defectos de la tabla de Mendelejeff

1. No tiene un lugar fijo para el hidrógeno.
2. Destaca una sola valencia.
3. El conjunto de elementos con el nombre de tierras raras o escasas (lantánidos) no tiene ubicación en la tabla o es necesario ponerlos todos juntos en un mismo lugar, como si fueran un solo elemento, lo cual no es cierto.

3. No había explicación posible al hecho de que unos períodos contarán de 8 elementos: otros de 18, otros de 32, etc.

4. La distribución de los elementos no está siempre en orden creciente de sus pesos atómicos.

Tabla periódica moderna

En el presente siglo se descubrió que las propiedades de los elementos no son función periódica de los pesos atómicos, sino que varían periódicamente con sus números atómicos o carga nuclear. He aquí la verdadera Ley periódica moderna por la cual se rige el nuevo sistema: *"Las propiedades de los elementos son función periódica de sus números atómicos"*

Modernamente, el sistema periódico se representa alargándolo en sentido horizontal lo suficiente para que los períodos de 18 elementos formen una sola serie. Con ello desaparecen las perturbaciones producidas por los grupos secundarios. El sistema periódico largo es el más aceptado; la clasificación de Werner permite apreciar con más facilidad la periodicidad de las propiedades de los elementos.

Propiedades periódicas y no periódicas de los elementos químicos

Son propiedades periódicas de los elementos químicos las que desprenden de los electrones de cadena de valencia o electrones del piso más exterior así como la mayor parte de las propiedades físicas y químicas.

Radio atómico

Es la distancia de los electrones más externos al núcleo. Esta distancia se mide en Angström ($A=10^{-8}$), dentro de un grupo Sistema periódico, a medida que aumenta el número atómico de los miembros de una familia aumenta la densidad, ya que la masa atómica crece mas que el volumen atómico, el color F (gas amarillo verdoso), Cl (gas verde), Br (líquido rojo), I sólido (negro púrpura), el lumen y el radio atómico, el carácter metálico, el radio iónico, aunque el radio iónico de los elementos metálicos es menor que su radio atómico.

Afinidad electrónica

La electroafinidad, energía desprendida por un ion gaseoso que recibe un electrón y pasa a átomos gaseosos, es igual el valor al potencial de ionización y disminuye al aumentar el número atómico de los miembros de una familia. La electronegatividad es la tendencia de un átomo a captar

electrones. En una familia disminuye con el número atómico y en un período aumenta con el número atómico.

Enlaces químicos

Iones

Los átomos están constituidos por el núcleo y la corteza y el número de cargas positivas del primero es igual al número de electrones de la corteza; de ahí su electronegatividad. Si la corteza electrónica de un átomo neutro pierde o gana electrones se forman los llamados iones.

Los iones son átomos o grupos atómicos que tienen un número de electrones excesivo o deficiente para compensar la carga positiva del núcleo.

En el primer caso los iones tienen carga negativa y reciben el nombre de aniones, y en el segundo están cargados positivamente y se llaman cationes.

Elementos electropositivos y electronegativos

Se llaman elementos electropositivos aquellos que tienen tendencia a perder electrones transformándose en cationes; a ese grupo pertenecen los metales.

Elementos electronegativos son los que toman con facilidad electrones transformándose en aniones; a este grupo pertenecen los metaloides.

Los elementos más electropositivos están situados en la parte izquierda del sistema periódico; son los llamados elementos alcalinos. A medida que se avanza en cada período hacia la derecha va disminuyendo el carácter electropositivo, llegándose, finalmente, a los alógenos de fuerte carácter electronegativo.

Electrones de valencia

La unión entre los átomos se realiza mediante los electrones de la última capa exterior, que reciben el nombre de electrones de valencia.

La unión consiste en que uno o más electrones de valencia de algunos de los átomos se introducen en la esfera electrónica del otro.

Los gases nobles, poseen ocho electrones en su última capa, salvo el helio que tiene dos. Esta configuración electrónica les comunica inactividad química y una gran estabilidad.

Todos los átomos tienen tendencia a transformar su sistema electrónico y adquirir el que poseen los gases nobles, porque ésta es la estructura más estable.

Valencia electroquímica

Se llama valencia electroquímica al número de electrones que ha perdido o ganado un átomo para transformarse en ion. Si dicho número de electrones perdidos o ganados es 1, 2, 3, etc. Se dice que el ion es monovalente, bivalente, trivalente, etc.

TIPOS DE ENLACE

En la unión o enlace de los átomos pueden presentarse los siguientes casos:

Enlace iónico, si hay atracción electrostática.

Enlace covalente, si comparten los electrones.

Enlace covalente coordinado, cuando el par de electrones es aportado solamente por uno de ellos.

Enlace metálico, so los electrones de valencia pertenece en común a todos los átomos.

Enlace iónico o electrovalente

Fue propuesto por W Kossel en 1916 y se basa en la transferencia de electrones de un átomo a otro. La definición es la siguiente:

"Electrovalencia es la capacidad que tienen los átomos para ceder o captar electrones hasta adquirir una configuración estable, formándose así combinaciones donde aparecen dos iones opuestos".

Exceptuando solamente los gases nobles todos los elementos al combinarse tienden a adquirir la misma estructura electrónica que el gas noble más cercano. El átomo que cede electrones se transforma en ion positivo (catión), en tanto que el que los gana origina el ion negativo

(anión).

Propiedades generales de los compuestos iónicos

En general, los compuestos con enlace iónico presentan puntos de ebullición y fusión muy altos, pues para separarlos en moléculas hay que deshacer todo el edificio cristalino, el cual presenta una elevada energía reticular.

Enlace covalente normal

Se define de la siguiente manera: "Es el fenómeno químico mediante el cual dos átomos se unen compartiendo una o varias parejas de electrones; por lo tanto, no pierden ni ganan electrones, sino que los comparten".

Un átomo puede completar su capa externa compartiendo electrones con otro átomo.

Cada par de electrones comunes a dos átomos se llama doblete electrónico. Esta clase de enlace químico se llama covalente, y se encuentra en todas las moléculas constituidas por elementos no metálicos, combinaciones binarias que estos elementos forman entre sí, tales como hidruros gaseosos y en la mayoría de compuestos de carbono.

Cada doblete de electrones (representado por el signo :) Intercalado entre los símbolos de los átomos, indica un enlace covalente sencillo y equivale al guión de las fórmulas de estructura.

En enlace covalente puede ser: sencillo, doble o triple, según se compartan uno, dos o tres pares de electrones.

Enlace covalente coordinado

Se define de la siguiente forma: "Es el enlace que se produce cuando dos átomos comparten una pareja de electrones, pero dicha pareja procede solamente de uno de los átomos combinados.

En este caso el enlace se llama covalente dativo o coordinado. El átomo que aporta la pareja de electrones recibe el nombre de donante, y el que los recibe, aceptor. Cuando queremos simplificar la fórmula electrónica se pone una flecha que va del donante al aceptor.

Enlace metálico

La estructura cristalina de los metales y aleaciones explica bastante una de sus propiedades físicas.

La red cristalina de los metales está formada por átomos (red atómica) que ocupan los nudos de la red de forma muy compacta con otros varios.

En la mayoría de los casos los átomos se ordenan en red cúbica, retenido por fuerzas provenientes de los electrones de valencia; pero los electrones de valencia no están muy sujetos, sino que forman una nube electrónica que se mueve con facilidad cuando es impulsada por la acción de un campo eléctrico.

NUESTRO SISTEMA SOLAR (UN NUEVO CONCEPTO PARA EDUCADORES)

Antonio Sánchez Ibarra-Omar Ali López Herrera

El pasado 24 de agosto, la concepción del Sistema Solar, nuestra vecindad en el Universo, tuvo el cambio más trascendental de los últimos 76 años: se obtuvo una nueva definición del término “planeta”. Fuera de caprichos o tendencias, este cambio nos da una gran oportunidad para enfatizar la máxima función de la ciencia: el intentar aproximarse a la verdad y, en aras de ello, corregir cuando es necesario. Las definiciones son muy valiosas en cuanto nos dan parámetros para comprender algo. Así, un término astronómico surgido en la antigüedad que ya no satisfacía el entorno que conocemos, se corrige y precisa para que comprendamos con más facilidad la naturaleza de los cuerpos celestes próximos a nosotros. Esta misma última definición debe refinarse y con el tiempo habrá de modificarse. Viviendo la era de la información y en un apresurado tumulto de datos que recibimos, se nos exige cada vez más el estar actualizados. Consideré importante crear este documento en apoyo a quienes tienen el gran compromiso y responsabilidad de formar las nuevas generaciones con bases científicas y objetivas: los maestros.

Por ello, intento no sólo el precisar información y datos, sino ante todo dar los elementos que sustentaron esta decisión. En la medida que comprendamos este fundamento, nos será a todos, mucho más fácil entender la dimensión de la decisión y las posibilidades que ésta nos plantea a futuro.

Vaya pues este escrito sin dejar de reiterar que tanto el Área de Astronomía del DIF-US, mis compañeros y un servidor, nos mantenemos y seguiremos preocupados por dar los elementos esenciales para apoyarlos en su gran tarea. Una disposición que rebasa este escrito y los invita a visitarnos para comentar, discutir y reflexionar siempre sobre la enseñanza de la Astronomía, la ciencia que es el vehículo fundamental para interesar a niños y jóvenes en todas las demás ciencias.

Antonio Sánchez Ibarra.

Introducción

El término “planeta” surgió hace muchos años, cuando las civilizaciones antiguas observaban el cielo durante la noche, y se dieron cuenta que casi todos los cuerpos luminosos -estrellas- no se movían de su lugar; pero cinco de ellos sí se movían, pues los ubicaban en diferentes lugares del cielo en distintos días. Los pensadores antiguos dedujeron que esos cuerpos debían tener algo que los hiciera diferentes, así que le dieron el nombre de “planeta”, palabra del latín que a su vez se formó del griego

“planetēs”, cuyo significado es “vagabundo” o “errante”, en referencia directa a su movimiento.

La historia

Aunque el estudio del cielo era algo común en las civilizaciones antiguas, fueron los romanos y los griegos los que les dieron nombre a esos planetas, y tomaron para ello los nombres de algunos dioses de su mitología. Así, le dieron nombre a Mercurio, el mensajero de los dioses, representado siempre con alas en los pies, por ser el planeta que más rápido se movía en el cielo. Le dieron el nombre de Venus, en honor a la diosa del amor y la belleza, por ser el cuerpo más brillante en el cielo, después del Sol y la Luna al planeta donde vivimos le dieron el nombre de Tierra, madre de la vida y de la muerte. Después está el planeta Marte, nombrado así en honor al dios de la guerra. Los antiguos asociaron la notoria tonalidad rojiza del planeta con la sangre derramada durante las batallas entre los dioses. Luego está Júpiter, dios supremo y creador del Universo, según la mitología griega y romana. Se le asoció este nombre por ser también uno de los cuerpos más brillantes. Y por último, Saturno - también conocido como Cronos-, el dios del tiempo. Se le dio ese nombre al planeta por ser el que más lentamente se mueve en el cielo. Como podemos apreciar, los nombres de los planetas estaban íntimamente ligados con las ideas que se tenían acerca de los dioses. Muchos años después, cuando se descubrieron otros planetas, se decidió utilizar el mismo método creado por los griegos y romanos para darles un nombre.

Esa asignación de nombres y el movimiento de los cuerpos celestes motivó que muchos pensadores utilizaran gran parte de su tiempo en estudiarlos. Aristarco de Samos (310-230 a. C.) fue uno de esos estudiosos. De hecho, propuso la primera concepción o modelo de la forma en cómo estaban ubicados los planetas y el Sol. Realizando mediciones sencillas de la distancia de la Tierra al Sol, concluyó que la Tierra giraba a su alrededor. Con esta idea, propuso que todos los demás planetas giraban alrededor del Sol. Lo que después conoceríamos como teoría heliocéntrica. Pero otros grandes pensadores griegos no estaban muy de acuerdo con esa idea. Incluso el gran filósofo Aristóteles estaba en contra. Aristóteles (384-322 a. C.) propuso una teoría más básica: la Tierra era el centro del Universo, y los planetas, incluido el Sol, giraban a su alrededor. Su teoría fue favorecida por las creencias de la época y fue después fortalecida por el astrónomo greco-egipcio Claudio Ptolomeo (100-170 d. C.) quien en el siglo II de la era moderna publicó su libro *El Almagesto*, en el cual fundamentaba esa teoría con ejemplos de sentido común. Tal modelo, llamado geocéntrico, prevaleció hasta el siglo XVI. La teoría geocéntrica no fue tema de estudio durante muchos años después de Ptolomeo, ya que con la aparición de la Iglesia católica, la teoría se transformó en doctrina y castigaba cruelmente a quienes la ponían en duda. Fue hasta 1543,

cuando el astrónomo polaco Nicolás Copérnico (1473-1543), rescatando el modelo de Aristarco, propuso en su libro *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, que el Sol era el centro del Universo, siendo la Tierra un planeta más que giraba en torno a él; en lo que sería el modelo heliocéntrico.

Otro gran investigador llamado Johannes Kepler (1571-1630) habría de fortalecer el modelo heliocéntrico con la proposición de las tres leyes del movimiento planetario, basándose en la confirmación de los estudios matemáticos del investigador Tycho Brahe. En resumen las leyes son: 1. Los planetas tienen movimientos elípticos alrededor del sol con el sol en uno de sus focos; 2. Los planetas, en su recorrido por la elipse, barren áreas iguales en el mismo tiempo; y 3. El cuadrado de los periodos de los planetas son proporcionales al cubo de la distancia media al Sol. El argumento más tangible que finalmente apoyaría el modelo heliocéntrico fue proporcionado por el italiano Galileo Galilei (1564-1642), quien en 1609, utilizando el telescopio para la observación del cielo, apoyó ese modelo al observar los satélites naturales del planeta Júpiter. Los argumentos de Galileo casi le costaron la vida y se vio obligado a retractarse públicamente después de un juicio sumario realizado por la iglesia católica. El siguiente cambio importante en nuestra concepción del Sistema Solar habría de darse el 13 de marzo de 1781, cuando el astrónomo inglés Sir William Herschel (1738-1822), por observación con telescopio, descubrió el siguiente planeta del sistema: Urano, asociado con el dios del cielo en la mitología romana. Posteriormente, basados en la ley de Titius-Bode que planteaba el que debía existir otro planeta en el gran vacío existente entre las órbitas de Marte y Júpiter, el 1 de enero de 1801, el astrónomo italiano Giuseppe Piazzi (1746-1826) con su telescopio descubrió un cuerpo entre esos dos planetas y lo nombró Ceres Ferdinandea (*nombrado en honor a la diosa romana de la tierra y la agricultura, y en honor al rey Fernando IV de Nápoles y Sicilia. Más adelante el "Ferdinandea" se eliminó por razones políticas*).

Se pensó que era el planeta faltante, sin embargo, otros astrónomos comenzaron rápidamente a descubrir otros cuerpos en esta misma región del Sistema Solar, concluyéndose que en realidad era un cinturón de asteroides poblado por numerosos cuerpos. Los estudios matemáticos sobre el Sistema Solar resultaron fascinantes para muchos investigadores, tanto que se desarrollaron modelos matemáticos muy interesantes en ese entonces para explicar la forma de cómo giraban los planetas alrededor del Sol. Neptuno, el octavo planeta del Sistema Solar, nombrado así por el dios romano de los mares y los terremotos, fue descubierto precisamente basándose en un cálculo matemático. En forma independiente, el astrónomo inglés John Couch Adams y el astrónomo francés Urbain Jean Joseph Le Verrier predicen la ubicación de un objeto que propicia los cambios de posición del planeta Urano. Crean que dichas

cambios son provocados por la perturbación gravitatoria de otro cuerpo desconocido, localizado por el astrónomo

Francés Johann Galle, el 23 de septiembre de 1846. El último cambio trascendental ocurrido en el Sistema Solar por un descubrimiento se da cuando el astrónomo americano Clyde Tombaugh (1906-1997) descubre al planeta Plutón desde el Observatorio Lowell. En la mitología romana, Plutón era el dios del inframundo. Plutón fue originalmente buscado a través del cálculo por el astrónomo americano Percival Lowell, y en su honor se diseñó el símbolo del planeta: una "P" y una "L" juntas, las iniciales de Lowell. Tombaugh desarrolló una técnica que le permitía tomar dos fotos de la misma región del cielo en días distintos y compararlas, lo que le llevó al descubrimiento el día 18 de febrero de 1930.

Desde su descubrimiento, Plutón presentó cuatro características contrastantes con el resto de los planetas: 1. Su tamaño, estimado durante varios años en aproximadamente 5,000 kilómetros. En la década de los sesenta todavía se enseñaba que Mercurio era el planeta más pequeño del Sistema Solar. Esta dimensión contrasta mucho con sus vecinos más próximos, Neptuno y Urano, que tienen diámetros de 49,572 y 51,118 kilómetros, respectivamente. 2. La inclinación de su órbita con respecto al plano en que se mueven los planetas restantes, siendo de 17°; 3. La excentricidad de su órbita, 0.24, la mayor de todos los planetas; y 4. El hecho de que la órbita de Plutón en la región próxima al perihelio (el punto más cercano al Sol), incursionara dentro de la órbita de Neptuno, convirtiéndolo en el planeta más alejado del Sol de 1989 a 1999, cuando Plutón se desplazó por el interior de su órbita. La próxima ocasión que Plutón estará más próximo al Sol y a la Tierra, será en el año 2,226, porque requiere de 248 años para completar un giro alrededor del Sol.

Se plantearon en ocasiones varias hipótesis para explicar estos contrastes. Por ejemplo, de que Plutón pudiera haber sido en el pasado satélite natural de Neptuno y por algún acontecimiento se hubiera separado. También en ocasiones se estudió la posibilidad de que hubiese un encuentro entre ambos planetas, pero la gran diferencia de inclinación de las órbitas entre ambos no permite tal circunstancia. Durante muchos años fue poco lo que se supo de Plutón, al ser un objeto difícil de observar por su poco brillo y gran distancia. Sólo grandes telescopios pudieron realizar observaciones que indicaran una atmósfera tenue compuesta de nitrógeno, metano y monóxido de carbono. Al cambiar drásticamente su distancia al Sol, tal atmósfera se congelaría conforme el planeta se alejara de nuestra estrella. Midiendo con mayor precisión, fue posible determinar el diámetro de Plutón en 2,302 kilómetros, con lo que pasaría a convertirse en el planeta más pequeño del Sistema Solar. En 1978 el astrónomo americano James W. Christy

descubrió el primer satélite natural de Plutón, bautizado como Caronte, el encargado de trasladar las sombras errantes de los difuntos en la mitología griega. Favoreció el descubrimiento el hecho de que en esa Época Plutón se encontraba en la menor distancia al Sol y la Tierra, percibiéndose a Caronte como una protuberancia en las imágenes que se obtenían del planeta. Con este descubrimiento surge un dato interesante: Caronte no era técnicamente un satélite de Plutón, ya que por la relación de masas (cantidad de materia) entre ambos cuerpos, el centro de masas se encuentra en un punto situado entre Plutón y Caronte, contrario al resto de los satélites naturales, incluyendo nuestra Luna, donde el centro de masas se ubica en el interior del planeta.

Por otra parte, con un diámetro de 1,192 kilómetros, una relación de diámetros casi de 2 a 1, el sistema más bien parecía un planeta doble. El 31 de octubre del año 2005 fue anunciado el descubrimiento de dos nuevos y mucho más pequeños satélites de Plutón, bautizados como Hidra (una serpiente mitológica de nueve cabezas) y Nix (la diosa de la oscuridad). Ya habían sido observados en febrero de ese año por el telescopio espacial Hubble, y se denominaron S/2005 P 1 y S/2005 P 2, por ser candidatos a satélites. Por último, y después de años de incertidumbre, retrasos y problemas de presupuesto, el 19 de enero de 2006, despegó de Cabo Kennedy, Florida, la sonda automática “Nuevos Horizontes”. Esta nave se encontrará con el planeta Júpiter el 28 de febrero de 2007 para recibir un impulso con su gravedad y variar su trayectoria hacia Plutón. Su arribo a Plutón se espera ocurra en julio del año 2015. Las iniciales del nombre *Nuevos Horizontes* es un tributo a los satélites Nix y Hidra (NH). En 2015 quizá podremos descifrar el misterio de las condiciones de Plutón y los cuerpos que lo rodean.

Gerard Peter Kuiper (1905-1973), contribuyó a la Astronomía con el descubrimiento de Miranda, satélite de Urano, y Nereida, satélite de Neptuno; y la medición del diámetro de Plutón. Además, en 1951 predijo que más allá de la órbita de Neptuno, entre 30 y 50 UA (Unidad Astronómica= distancia de la Tierra al Sol), se encontraría una gran cantidad de cuerpos remanentes de la formación del Sistema Solar ocurrido hace cinco mil millones de años. Treinta y dos años después (1992) fue descubierto el primer objeto. En tributo, se le llamó objeto de Kuiper y comenzó a mencionarse el cinturón de Kuiper”. Astrónomo americano de origen holandés.

El cinturón de Kuiper

En los siguientes años serían descubiertos más objetos en esa misma región, sumando a la fecha más de 800. Entre esos objetos, los más notables son: Quaoar, descubierto el 4 de junio de 2002, con un diámetro mayor a la mitad de Plutón; Sedna, descubierto el 13 de

noviembre de 2003, con diámetro mayor a Quaoar; y 2003 UB 313, con un diámetro de 2,400 Km, mayor que el mismo Plutón y con un satélite. Este último cuerpo fue anunciado (29 de julio de 2005) por su descubridor el como el décimo planeta, proponiendo el nombre de Xena y a su satélite Gabrielle. Por otra parte, la influencia gravitatoria del Sol se extiende mucho más allá del cinturón de Kuiper. En los límites reales del Sistema Solar, a una distancia aproximada de 100,000 veces la distancia de la Tierra a la Luna o a 1 ½ años luz (año luz= la distancia que recorre la luz viajando a 300 mil kilómetros por segundo durante un año) se encontraría la *Nube de Oort*, donde estarían los restos de la nube donde se originó nuestro Sistema Solar y representado por entre 1 y 100 mil millones de cometas. Como se indicó anteriormente, desde su descubrimiento se presentaron características como tamaño, inclinación de la órbita, excentricidad e incursión en la órbita de Neptuno, que marcaron interrogantes en la naturaleza de Plutón. Cuando Gerald Kuiper planteó en la década de 1960 la posibilidad de que existieran numerosos cuerpos pequeños más allá de la órbita de Neptuno ya permitió tener otra perspectiva.

La Controversia

Obviamente el descubrimiento del primer objeto de Kuiper en 1992 permitió a parte de la comunidad astronómica comenzar a plantear la hipótesis de que Plutón fuese uno de tales objetos. Conforme se fueron descubriendo más objetos del cinturón de Kuiper y, ante todo, de tamaño aproximado al de Plutón, se acrecentó el planteamiento de que Plutón era parte de ese cinturón. El detonante de esta situación fue el descubrimiento del objeto 2003 UB 313, con un diámetro mayor al de

Plutón y presentado por sus descubridores como el décimo planeta del Sistema Solar. Gran parte de la comunidad de astrónomos no aceptaron la propuesta e impulsaron el que se revisara la definición de lo que realmente era un planeta, ya que la existente, bastante imprecisa, no satisfacía esta situación. Para ello, existe un organismo internacional formado en 1919: La Unión Astronómica Internacional, IAU. Tal organismo además de promover la Astronomía tanto desde la perspectiva científica como educativa, es quien norma aspectos como designación de Clasificación a objetos descubiertos, definiciones y nomenclatura. El crecimiento de la controversia propició que el tema de la definición más certera de lo que es un planeta se programara en la XXV asamblea de la IAU a celebrarse en agosto de 2006.

Del 14 al 25 de agosto del año 2006, se celebró la XXV Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional, con la asistencia de más de 2,500 astrónomos de todo el mundo. La Unión Astronómica internacional es la máxima autoridad para la revisión de cuestiones astronómicas. Uno de los puntos a discutir en esa reunión era establecer la definición de planeta. en Praga, República Checa.

LA NUEVA DEFINICIÓN

En el debate se presentaron dos propuestas: 1) Que Plutón se mantuviera con la categoría de planeta, y se incluyeran con esa categoría a Ceres, asteroide ubicado entre las órbitas de Marte y Júpiter; Caronte y el objeto 2003 UB 313, propuesto como el décimo planeta del Sistema Solar. Con esto se elevaría de 9 a 12 la cantidad de planetas del Sistema Solar; y 2) Que se creara una nueva categoría de planeta, en la cual Plutón, con sus características, fuese considerado como prototipo y referencia para designar en el futuro otros cuerpos similares. Las propuestas fueron discutidas durante varios días y el 24 de agosto de 2006 se realizó la votación por una de ellas, al cierre de la Asamblea General. La segunda propuesta fue aceptada por unanimidad en la votación. Analicemos la propuesta y los fundamentos de la misma: Textualmente la resolución 5A de la XXV Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional dice: *"La Unión Astronómica Internacional resuelve que 'planetas' y otros cuerpos en nuestro Sistema Solar sean definidos en tres categorías distintas de la siguiente forma: (1) Un 'planeta' es un cuerpo celeste que: a) Se encuentra en órbita alrededor del Sol. Esto*

significa que esta girando alrededor del Sol, lo que suena lógico pero es importante aclararlo. b) Tiene la masa suficiente para que su propia gravedad lo vuelva un cuerpo con fuerzas rígidas para que tenga una forma por equilibrio hidrostático (aproximadamente esférico). Esto significa que el cuerpo, por efecto de su masa (cantidad de materia) y por lo tanto gravedad, tenga una forma casi esférica. c) Que haya despejado la vecindad cercana a su órbita Es el punto más difícil de comprender. Significa que, en todo su trayecto orbital, el cuerpo sea predominante con su atracción gravitatoria. O sea, que la región de su órbita no esté poblada por otros cuerpos. Por lo tanto, se considera que los ocho planetas que reúnen estas condiciones indicadas, son Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

(2) Un 'planeta enano' es un cuerpo celeste que: a) Se encuentra en órbita alrededor del Sol. Definición similar y obvia a la anteriormente expuesta.

b) Tiene la masa suficiente para que su propia gravedad lo vuelva un cuerpo con fuerzas rígidas para que tenga una forma por equilibrio hidrostático (aproximadamente esférico). De nuevo, que tenga una forma esférica. c) No ha despejado la vecindad cercana a su órbita. A diferencia del caso anterior, el entorno cercano a su órbita esta poblada por otras cuerpos, lo que significa que no es predominante con su Atracción gravitatoria. d) No es un satélite. Esto evita que en un momento se confundiera esta característica con satélites naturales grandes como Ganímedes de Júpiter y Titán de Saturno. Obviamente su entorno está poblado por otros cuerpos (también satélites naturales) pero están sometidos a la atracción gravitatoria del planeta que orbitan. Por lo tanto la Unión Astronómica Internacional establecerá un proceso para asignar los límites entre tanto los planetas enanos como otras categorías. Lo que

nos indica que aún está por definirse una mayor precisión al momento de catalogar a otros cuerpos como planetas enanos. (3) *Todos los otros objetos, exceptuando satélites orbitando el Sol, deben ser referidos colectivamente como 'cuerpos pequeños del sistema solar'. Esto actualmente incluye a muchos de los asteroides del Sistema Solar, muchos de los objetos transneptunianos (TNOs), cometas y otros cuerpos pequeños.* Esta aclaración incluye a satélites orbitando al Sol, refiriéndose a satélites artificiales; “muchos” de los objetos trans-neptunianos, porque la mayoría no cumplirán con la condición de ser esféricos y, finalmente se incluye a los cometas, que son cuerpos de otra naturaleza basados en su comportamiento y en cuanto a otros Cuerpos pequeños, por los que pudiesen ser descubiertos en el futuro. Adicional se incluyó la resolución 6A que dice: *"Por la definición indicada arriba, Plutón es un "planeta enano" y es reconocido como el prototipo de una nueva categoría de objetos trans-neptunianos".* Lo que implica que Plutón se convierte en el primer planeta enano y además se convierte en prototipo, o sea, en una referencia para la asignación de este calificativo a otros cuerpos. El pasado 7 de septiembre, Plutón y el resto de planetas enanos han recibido su numeración de acuerdo a la costumbre para identificar a cuerpos menores, como son los asteroides y ahora también lo serán los planetas enanos. Actualmente son más de 137,000 los asteroides numerados por el Minor Planet Center, encargado de la astrometría y seguimiento de estos cuerpos. Los planetas enanos numerados son: (134340) Plutón, (136199) 2003UB313, (136108) 2003EL61, y (136472) 2005FY9. Finalmente, el 13 de septiembre, la Unión Astronómica Internacional decidió que el planeta enano 2003 UB313 recibiera el nombre definitivo de (136199) Eris, diosa griega de la discordia, y que representa a lo indicado por su nombre. Su luna ha sido denominada Dysnomia.

De esta forma, quedan descartados los nombres propuestos por sus descubridores (Xena y Gabrielle). Tales resoluciones nos dan las siguientes ventajas: 1) Como ya había indicado anteriormente, nos permiten recordar que la ciencia es la búsqueda de la verdad y se da por pequeñas y en ocasiones lentas aproximaciones, pudiendo realizar correcciones cuando algo no fue interpretado o calculado correctamente. Recordemos a principios del siglo pasado cuando se había “creado” el éter para responder a muchos problemas de la Física, que posteriormente fueron resueltos por la Teoría de la Relatividad, de Albert Einstein. El éter desapareció por completo finalmente. 2) Las nuevas definiciones sobre los cuerpos del Sistema Solar nos permiten ser mucho más precisos y acercarnos a tener una mayor comprensión sobre la naturaleza de los cuerpos en nuestra vecindad. 3) A diferencia de lo que muchos piensan en cuanto a que Plutón fue degradado, adquiere ahora una especial importancia por ser prototipo y referente de un cuerpo que está directamente asociado con los orígenes de nuestro Sistema Solar.

4) Plutón no ha dejado de ser planeta. Sólo que ahora tiene una definición más clara acorde a sus características. Como en cualquier caso cuando no es posible que todos estén de acuerdo, se presenta inconformidad en parte de la comunidad de astrónomos. Obviamente, la mayor inconformidad ha surgido de astrónomos estadounidenses, ya que Plutón había sido descubierto por Clyde Tombaugh, astrónomo estadounidense. En el caso del ciudadano común se manifiesta inconformidad; pero basada fundamentalmente en la nostalgia de los adultos de haber vivido toda una vida con nueve planetas. A nuestro parecer, lo fundamental y lo más importante de esta experiencia es la oportunidad de corregir en aras de contar con una visión más precisa de nuestro entorno; para que así las próximas generaciones nos lleven a las estrellas.

El pasado 24 de agosto, la concepción del Sistema Solar, nuestra vecindad en el Universo, tuvo el cambio más trascendental de los últimos 76 años: se obtuvo una nueva definición del término “planeta”. Fuera de caprichos o tendencias, este cambio nos da una gran oportunidad para enfatizar la máxima función de la ciencia: el intentar aproximarse a la verdad y, en aras de ello, corregir cuando es necesario. Las definiciones son muy valiosas en cuanto nos dan parámetros para comprender algo. Así, un término astronómico surgido en la antigüedad que ya no satisfacía el entorno que conocemos, se corrige y precisa para que comprendamos con más facilidad la naturaleza de los cuerpos celestes próximos a nosotros. Esta misma última definición debe refinarse y con el tiempo habrá de modificarse. Viviendo la era de la información y en un apresurado tumulto de datos que recibimos, se nos exige cada vez más el estar actualizados. Consideré importante crear este documento en apoyo a quienes tienen el gran compromiso y responsabilidad de formar las nuevas generaciones con bases científicas y objetivas: los maestros. Por ello, intento no sólo el precisar información y datos, sino ante todo dar los elementos que sustentaron esta decisión. En la medida que comprendamos este fundamento, nos será a todos, mucho más fácil entender la dimensión de la decisión y las posibilidades que ésta nos plantea a futuro. Vaya pues este escrito sin dejar de reiterar que tanto el Área de Astronomía del DIF-US, mis compañeros y un servidor, nos mantenemos y seguiremos preocupados por dar los elementos esenciales para apoyarlos en su gran tarea. Una disposición que rebasa este escrito y los invita a visitarnos para comentar, discutir y reflexionar siempre sobre la enseñanza de la Astronomía, la ciencia que es el vehículo fundamental para interesar a niños y jóvenes en todas las demás ciencias.

C L O N A C I O N

DISTINTAS DEFINICIONES, ASEVERACIONES.

- En genética la clonación es el proceso de hacer copias de un fragmento específico de ADN, generalmente un gen. Para ello se aísla la secuencia de ADN a clonar y se implanta en un microorganismo, usado como vector de clonación (normalmente algún tipo de bacteria), para obtener gran número de copias del fragmento insertado, como por ejemplo en el caso de la insulina para uso humano. ...

es.wikipedia.org/wiki/Clonación

- técnica de ingeniería genética que consiste en la formación de clones*. Mediante técnicas experimentales se han obtenido distintos tipos de clones animales: por partición (como los gemelos monozigóticos*); por transferencia de núcleo, con diversos grados de complejidad, en el que fundamentalmente se transfiere el núcleo de la célula de un donante al citoplasma de otro donante, (como fue el caso de la oveja Dolly).

www.biomed.net/biomed/glosario.htm

- es una forma de reproducción asexual que produce individuos genéticamente idénticos.

www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/segregacion-genetica/glosario.htm

- Proceso por el cual, sin unir dos células sexuales, ya partir de la implantación del núcleo de una célula con una dotación cromosómica completa en un óvulo, al que previamente le ha sido extirpado el núcleo, se obtiene un ser humano gemelo idéntico genéticamente a aquél a quien le ha sido extraído la célula dotada de la totalidad de cromosomas.

-

www.portaley.com/biotecnologia/bio8.shtml

- Producción de individuos genéticamente idénticos. En tecnología de DNA recombinante, el uso de procedimientos de manipulación de DNA para producir múltiples copias de un gen o segmento de DNA. Ver: BIOTECNOLOGIA.

-

www.peruecologico.com.pe/glosario_c.htm

- f. Acción y efecto de clonar.

-

www.encolombia.com/medicina/cirugia/cirugia15400glosario.htm

- Técnica por la que se produce un clon el cual es un organismo original (y que tiene su misma constitución genética) por medio de varios tipos de reproducción asexual.
- www.cddhcu.gob.mx/camdip/comlvii/comeco/foro3/glosario.htm
- Multiplicación de una planta por reproducción asexual vegetativa. Las vides seleccionadas por el agricultor se reproducen implantando una estacilla cortada de los sarmientos de la planta madre, cuyas cualidades se repetirán en la planta hija. La selección clonal permite obtener un calco exacto de la cepa originaria y presenta todas sus cualidades, pero también sus flaquezas por lo que no es conveniente plantar todo el viñedo con el mismo clon.
- vinocata.com/html/yjs/c.htm

¿QUÉ ES LA CLONACIÓN?

Si nos referimos al ámbito de la Ingeniería Genética, clonar es aislar y multiplicar en tubo de ensayo un determinado gen o, en general, un trozo de ADN. Sin embargo, Dolly no es producto de Ingeniería Genética. En el contexto a que nos referimos, clonar significa obtener un individuo a partir de una célula o de un núcleo de otro individuo.

En los animales superiores, la única forma de reproducción es la sexual, por la que dos células germinales (óvulo y espermatozoide) se unen, formando un cigoto (o huevo), que se desarrollará hasta dar el individuo adulto. La reproducción sexual fue un invento evolutivo (del que quedaron excluidas las bacterias y muchos organismos unicelulares), que garantiza que en cada generación de una especie van a aparecer nuevas combinaciones de genes en la descendencia, que posteriormente será sometida a la dura prueba de la selección y otros mecanismos evolutivos. Las células de un animal proceden en última instancia de la división repetida y diferenciación del cigoto. Las células somáticas, que constituyen los tejidos del animal adulto, han recorrido un largo camino "sin retorno", de modo que, a diferencia de las células de las primeras fases del embrión, han perdido la capacidad de generar nuevos individuos y cada tipo se ha especializado en una función distinta (a pesar de que, salvo excepciones, contienen el mismo material genético).

En los años 70, Gurdon logró colecciones de ranas idénticas a base de insertar núcleos de células de fases larvarias tempranas en ovocitos (óvulos) a los que se había despojado de sus correspondientes núcleos. Pero el experimento fracasa si se usan como donadoras células de ranas adultas. Desde hace unos años se vienen obteniendo mamíferos clónicos, pero sólo a partir de células embrionarias muy tempranas, debido a que

aún no han entrado en diferenciación (a esta propiedad se la suele llamar totipotencia). No es extraño pues el revuelo científico cuando el equipo de Ian Wilmut, del Instituto Roslin de Edimburgo comunicó que habían logrado una oveja por clonación a partir de una célula diferenciada de un adulto. Esencialmente el método (que aún presenta una alta tasa de fracasos) consiste en obtener un óvulo de oveja, eliminarle su núcleo, sustituirlo por un núcleo de célula de oveja adulta (en este caso, de las mamas), e implantarlo en una tercera oveja que sirve como "madre de alquiler" para llevar el embarazo. Así pues, Dolly carece de padre y es el producto de tres "madres": la donadora del óvulo contribuye con el citoplasma (que contiene, además mitocondrias que llevan un poco de material genético), la donadora del núcleo (que es la que aporta la inmensa mayoría del ADN), y la que parió, que genéticamente no aporta nada.

Científicamente se trata de un logro muy interesante, ya que demuestra que, al menos bajo determinadas circunstancias es posible "reprogramar" el material genético nuclear de una célula diferenciada (algo así como volver a poner a cero su reloj, de modo que se comporta como el de un cigoto). De este modo, este núcleo comienza a "dialogar" adecuadamente con el citoplasma del óvulo y desencadena todo el complejo proceso del desarrollo intrauterino.

Dolly no es una copia idéntica de la "madre" que donó el núcleo (no se olvide que el óvulo contiene ese pequeño ADN de la mitocondria). Aunque ambas comparten el mismo ADN nuclear, las instrucciones genéticas de Dolly no experimentaron exactamente el mismo tipo y combinación de estímulos que los de su "madre nuclear". Esto se debe a los fenómenos de epigenesis, complejas series de interacciones entre los genes y el entorno, y aquí entendemos por entorno desde los factores presentes en el citoplasma del óvulo, pasando por los procesos de formación del embrión/feto, a su vez sometidos al peculiar ambiente uterino, y alcanzando a la vida extrauterina (estímulos al nacer, periodo de lactancia, relaciones con la madre, interacciones "sociales" con otros individuos de la especie, etc.). En resumidas cuentas, el ADN no contiene un programa unívoco de instrucciones, sino que es flexible, y la expresión genética en cada individuo queda matizada por multitud de factores, quedando "abierto" con una finalidad adaptativa clara

LA CLONACION

La clonación puede definirse como el proceso por el que se consiguen de modo **asexual** individuos idénticos a un organismo adulto.

Con las recientes técnicas de clonación, la ciencia ha conseguido obviar un paso, hasta ahora infranqueable y obligado: la fecundación. Lo que parecía ciencia-ficción -como es la creación de nuevos individuos sexuados fuera del ámbito de la sexualidad, sin fusión de gametos-, ha quedado demostrado como una realidad certificable.

Al día de hoy ya han sido clonados ovejas, ratones, vacas, cabras y cerdos.



La Técnica del Instituto Roslin

El experimento de Wilmut, Campbell et al. Consistió en tomar células y ponerlas en cultivo. El medio nutritivo, en pases sucesivos, fue disminuyendo su concentración de proteínas nutritivas, desde un 10% hasta el 0,5%. De este modo, se consiguió detener la división de las células en cultivo, y dejarlas en estado de quiescencia (reposo). Por otra parte, se tomaron óvulos, y se les extrajo el núcleo (enucleación) aspirándolo mediante una micropipeta. Se dejaron en cultivo los citoplasmas de esos óvulos enucleados.

Como último paso, se pusieron en contacto las células quiescentes cultivadas y los óvulos enucleados, y se les sometió a un breve pulso eléctrico, con dos objetivos: por una parte,



crear microporos en las membranas de ambas células puestas en contacto para así favorecer su fusión; y por otra, abrir los canales del calcio de la membrana, provocando una reacción parecida a la que causa el espermatozoide al fecundar el óvulo, que pone en marcha todo el metabolismo celular y el desarrollo del nuevo ser.

Esta técnica fue desarrollada en el Instituto Roslin de la misma manera con dos tipos de células. Un primer experimento se realizó con células embrionarias, extraídas de la masa celular interna de un blastocisto (embrión) de oveja. El segundo experimento se realizó con células extraídas de la ubre de una oveja adulta. Tanto las células embrionarias como las células adultas de la ubre se pusieron en contacto con el óvulo enucleado. Lo único que varió fue el número de pases en cultivo necesarios para conseguir la quiescencia (reposo de la división celular) tanto de la célula embrionaria de oveja, como de la célula de la ubre de la oveja adulta.

Una vez conseguida la fusión del óvulo enucleado con el núcleo de la célula adulta, hemos conseguido una célula equivalente al cigoto tras la unión del óvulo con el espermatozoide: una carga genética de 46 cromosomas (toda la información de un individuo) rodeado del citoplasma del óvulo que va a permitir el desarrollo del embrión en sus primeras etapas. Es el ZIGOTO clonado.

LA CLONACION CON FINES REPRODUCTIVOS

Tiene como objetivo obtener individuos adultos. Se presenta como una moderna técnica de reproducción asexual asistida. Es decir, aparece como una alternativa a personas que no pueden tener hijos de manera sexual (ausencia de gametos, solteros, parejas del mismo sexo), y que no aceptan tener hijos con dotación genética parcial o totalmente distinta de la suya.

CLONACIÓN REPRODUCTIVA

La clonación reproductiva tiene como fin la obtención de individuos adultos. Como ya hemos explicado, la clonación reproductiva ya se ha experimentado con éxito en diversos mamíferos. La



CLONES (clonación por gemelación)

clonación reproductiva en humanos ha suscitado un fuerte rechazo por parte de casi la totalidad de la comunidad científica y las Instituciones en el mundo. Sólo algunos científicos (Dr. Davos en EEUU y el Dr. Antinori en Italia) se han mostrado partidarios de obtener seres humanos adultos por clonación, a pesar de las duras críticas recibidas desde todos los ámbitos. Del mismo modo en EEUU una secta, liderada por Rael, se han mostrado interesados en la clonación de 'el mesías', niño de 10 meses muerto y crioconservado hace años, y afirman haber recaudado ya suficientes fondos para empezar a clonar un ser humano.

Dejando a parte lo que muchos consideran delirios de algunos científicos chiflados, la clonación de seres humanos, de hecho, ha existido desde tiempos inmemoriales. Me refiero a la clonación por **GEMELACION** natural, y que da lugar a dos individuos genética, inmunológica e incluso externamente iguales: son los gemelos monocigóticos. Los gemelos monocigóticos surgen de la división del embrión en sus estadios iniciales, cuando todavía las células de ese embrión son TOTIpotenciales. Del embrión fruto de la fecundación del óvulo por el espermatozoide, se escinde en algún momento de su desarrollo más temprano, alguna o algunas células que darán lugar al embrión gemelo. Ambos embriones, ambos recién nacidos son clones.

Volviendo al debate sobre la clonación artificial humana con fines reproductivos, diversos autores han sugerido diferentes objeciones tanto prácticas como éticas claras:

1. Objeciones prácticas:

Bajo porcentaje de éxitos. La oveja Dolly fue la única oveja adulta que se consiguió después de 277 intentos. La técnica antes descrita se realizó 277 veces, y se consiguieron 29 embriones (clonados). Muchos de esos embriones no se desarrollaban en el cultivo correctamente, otros si lo hicieron y fueron transferidos a úteros de ovejas. Sólo unos pocos de esos embriones se implantaron. Algunos llegaron a nacer pero la mayoría murieron en las primeras horas de vida. Sólo una oveja sobrevivió: Dolly. Si Dolly hubiera seguido la suerte del resto de los embriones compañeros de investigación, la clonación probablemente hoy seguiría siendo ciencia-ficción.

Alto número de óvulos requerido. Se necesitaron 277 óvulos para conseguir una oveja clonada. Si esto lo trasladamos al ser humano, nos encontramos con un obstáculo importante: los óvulos humanos son un bien escaso. Se calcula que una mujer produce unos 450 óvulos maduros a lo largo de su vida fértil. Si a esto le sumamos las

complejas, incómodas e incluso no exentas de riesgo técnicas para la obtención de óvulos de mujer (tratamiento hormonal de inducción de maduración de óvulos, técnicas de paracentesis (punción intraabdominal y aspiración de los óvulos maduros del ovario)), nos damos cuenta de que el proyecto de clonar un ser humano presenta objetivos obstáculos. 'Por ello dos importantes empresas de Biotecnología, BioTransplant & Stem Cell Sciences, estiman que este problema podría resolverse utilizando óvulos de animales, especialmente cerdos, filogenéticamente muy cercanos a los seres humanos. Ya en 1998, científicos de Advanced Cell Technology comunicaron que habían clonado óvulos de vacas con material genético humano, consiguiendo un embrión que se dejó vivir solamente unos días. Basándose en esas experiencias, Stem Cell Sciences comunicó en noviembre 2000 que había realizado un experimento similar, pero utilizando óvulos de ratones. Para tratar de justificar éticamente su experimento, la empresa afirmó que los óvulos de ratones no aportaban material genético al híbrido, cosa no totalmente cierta, pues el 3-4% del material genético de nuevo ser proviene del ADN mitocondrial suministrado por los óvulos'.

2.Objeciones éticas:

Derecho a un padre y una madre (el clonado tendría un "gemelo artificial" del que procede, y una madre de alquiler) Ser querido por sí mismo y no para conseguir un fin, como emular o reemplazar a alguien. En este sentido tenemos el caso de la secta de los Raelianos que pretenden clonar a un niño, muerto a los 10 meses de edad hace una década, y que entienden que es el 'mesías'. Posibilidad de alteraciones o enfermedades en los clones (daño genético). Este es uno de los puntos que más revuelo ha suscitado en los círculos científicos y en la opinión pública. Hemos podido comprobar como científicos de prestigio han sido tajantes a la hora de condenar la clonación reproductiva: Ian Wilmut, creador de la oveja Dolly afirmaba en su comparecencia en el Foro sobre Clonación, que tuvo lugar en el Congreso de los Estados Unidos en abril de 2001, y que reunió a los expertos en clonación de Estados Unidos y parte de Europa: "El proceso de clonación animal provoca fallos en el desarrollo gestacional y neonatal. [...] En el mejor de los casos, un pequeño porcentaje de los embriones creados por transferencia nuclear (clonados), sobrevivirán al nacimiento, y de esos muchos morirán en el periodo neonatal. No hay razones para pensar que será distinto en humanos". Del mismo modo, Keith Campbell, principal colaborador de Wilmut en las investigaciones sobre clonación declara: *"Preferiríamos que nadie lo intentara nunca. Si la acometen, y con seguridad sucederá*

algún día, sería cruel no desear buena suerte a todos los que participen en esa tarea, mas la perspectiva de la clonación humana nos suscita graves recelos".

TRAS LAS HUELLAS DE DOLLY

Enrique Iañez Pareja Instituto de Biotecnología, Universidad de Granada, España

(Artículo de opinión publicado en el suplemento *Campus* del diario *Ideal*, y en la Revista *Diálogo Iberoamericano* del Consejo de Universidades de España e Iberoamérica)

El 27 de febrero de 1997 la revista científica *Nature* publicaba el informe sobre la primera clonación de un mamífero a partir del núcleo de una célula adulta de otro individuo. La "presentación en sociedad" de la oveja *Dolly* es uno de esos momentos en los que la ciencia espolea una plétora de reacciones emocionales de todo tipo, despertando sueños (o pesadillas) y reavivando mitos y viejos fantasmas.

¿Qué es la clonación?

Si nos referimos al ámbito de la Ingeniería Genética, clonar es aislar y multiplicar en tubo de ensayo un determinado gen o, en general, un trozo de ADN. Sin embargo, *Dolly* no es producto de Ingeniería Genética. En el contexto a que nos referimos, clonar significa obtener un individuo a partir de una célula o de un núcleo de otro individuo.

En los animales superiores, la única forma de reproducción es la sexual, por la que dos células germinales (óvulo y espermatozoide) se unen, formando un cigoto (o huevo), que se desarrollará hasta dar el individuo adulto. La reproducción sexual fue un invento evolutivo (del que quedaron excluidas las bacterias y muchos organismos unicelulares), que garantiza que en cada generación de una especie van a aparecer nuevas combinaciones de genes en la descendencia, que posteriormente será sometida a la dura prueba de la selección y otros mecanismos evolutivos. Las células de un animal proceden en última instancia de la división repetida y diferenciación del cigoto. Las células somáticas, que constituyen los tejidos del animal adulto, han recorrido un largo camino "sin retorno", de modo que, a diferencia de las células de las primeras fases del embrión, han perdido la capacidad de generar nuevos individuos y cada tipo se ha especializado en una función distinta (a pesar de que, salvo excepciones, contienen el mismo material genético).

En los años 70, Gurdon logró colecciones de ranas idénticas a base de insertar núcleos de células de fases larvianas tempranas en ovocitos (óvulos) a los que se había despojado de sus correspondientes núcleos. Pero el experimento fracasa si se usan como donadoras células de ranas adultas. Desde hace unos años se vienen obteniendo mamíferos clónicos, pero sólo a partir de células embrionarias muy tempranas, debido a que aún no han entrado en diferenciación (a esta propiedad se la suele llamar totipotencia). No es extraño pues el revuelo científico cuando el equipo de Ian Wilmut, del Instituto Roslin de Edimburgo comunicó que habían logrado una oveja por clonación a partir de una célula diferenciada de un adulto. Esencialmente el método (que aún presenta una alta tasa de fracasos) consiste en obtener un óvulo de oveja, eliminarle su núcleo, sustituirlo por un núcleo de célula de oveja adulta (en este caso, de las mamas), e implantarlo en una tercera oveja que sirve como "madre de alquiler" para llevar el embarazo. Así pues, *Dolly* carece de padre y es el producto de tres "madres": la donadora del óvulo contribuye con el citoplasma (que contiene, además mitocondrias que llevan un poco de material genético), la donadora del núcleo (que es la que aporta la inmensa mayoría del ADN), y la que parió, que genéticamente no aporta nada.

Científicamente se trata de un logro muy interesante, ya que demuestra que, al menos bajo determinadas circunstancias es posible "reprogramar" el material genético nuclear de una célula diferenciada (algo así como volver a poner a cero su reloj, de modo que se comporta como el de un cigoto). De este modo, este núcleo comienza a "dialogar" adecuadamente con el citoplasma del óvulo y desencadena todo el complejo proceso del desarrollo intrauterino.

Dolly no es una copia idéntica de la "madre" que donó el núcleo (no se olvide que el óvulo contiene ese pequeño ADN de la mitocondria). Aunque ambas comparten el mismo ADN nuclear, las instrucciones genéticas de *Dolly* no experimentaron exactamente el mismo tipo y combinación de estímulos que los de su "madre nuclear". Esto se debe a los fenómenos de epigénesis, complejas series de interacciones entre los genes y el entorno, y aquí entendemos por entorno desde los factores presentes en el citoplasma del óvulo, pasando por los procesos de formación del embrión/feto, a su vez sometidos al peculiar ambiente uterino, y alcanzando a la vida extrauterina (estímulos al nacer, periodo de lactancia, relaciones con la madre, interacciones "sociales" con otros individuos de la especie, etc). En resumidas cuentas, el ADN no contiene un programa unívoco de instrucciones, sino que es flexible, y la expresión genética en cada individuo queda matizada por multitud de factores, quedando "abierta" con una finalidad adaptativa clara.

¿Para qué serviría la clonación en animales?

Como suele ocurrir con muchos avances científicos de vanguardia, aquí puede que también se hayan exagerado las posibles derivaciones prácticas inmediatas, aunque no cabe duda que a medio y largo plazo, cuando la técnica se vaya perfeccionando, podría encontrar numerosos campos de aplicación. (Dejamos aparte el ámbito de la biología fundamental, que tendrá que "hincar el diente" en los fascinantes interrogantes básicos abiertos, sobre todo relativos al ciclo celular y al control de la diferenciación).

Uno de los objetivos buscados por el grupo de Wilmut (en alianza con una empresa) es unir la técnica de la clonación con la de Ingeniería genética de mamíferos con objeto de producir medicamentos o sustancias útiles comercialmente. La idea es que una vez que se haya obtenido un animal transgénico interesante (por ejemplo, ovejas o vacas que en su leche secretan sustancias terapéuticas determinadas por un gen introducido previamente), ese individuo serviría de "molde" para generar varios ejemplares clónicos.

Otra aplicación (más en la línea de la ganadería tradicional) sería asegurar copias de un ejemplar que haya mostrado buenos rendimientos (en carne, en leche, etc.). La clonación evitaría que su buena combinación de genes (su genotipo) se "diluyera" al cruzarlo sexualmente con otro. Sin embargo, mientras el coste de la técnica sea elevado, no estará al alcance de las explotaciones ganaderas convencionales. Pero además habría que tener mucha precaución con la amenaza de pérdida de diversidad genética de la cabaña ganadera, ya que si se impusiera este método, se tendería a la uniformidad (una tendencia ya presente en la agricultura y ganadería actuales). Recordemos que la biodiversidad es un recurso valioso también en los "ecosistemas agropecuarios", ya que supone una reserva de recursos genéticos adaptados a diversas condiciones ambientales y a diversos contextos socioeconómicos.

Se ha hablado igualmente de que la clonación podría representar la salvación "in extremis" de ciertas especies silvestres amenazadas de extinción y difíciles de criar en cautividad. Pero si se llega a este caso, sería el triste reconocimiento de nuestro fracaso de conservarlas por medios más simples y naturales. Además, lo más probable es que, debido a que la clonación no aporta diversidad genética, la especie estuviera abocada de todas formas a la "muerte genética", condenada quizás a vivir en zoológicos o en condiciones altamente artificiales, casi como piezas de un museo viviente.

¿Clonación en humanos?

Como es sabido, cuando una técnica se pone a punto en un animal doméstico o de laboratorio, sólo es cuestión de tiempo y dinero el que pueda ser aplicada a humanos. Esta perspectiva es la que, obviamente, ha despertado esa mezcla de fascinación, ansiedad y temor en la opinión pública. El ciudadano actual percibe los adelantos científicos con cierta ambivalencia: si bien reconoce como positivos el avance del conocimiento y del bienestar, es igualmente consciente de que pueden acarrear problemas ambientales, y amenazar valores y creencias importantes para la cohesión social. El mito de Frankenstein no es más que la plasmación simbólica del temor a que nuestras creaciones tecnológicas nos sobrepasen y nos dominen, una idea sistematizada por las recientes aportaciones de la filosofía y sociología de la ciencia y la tecnología.

Desgraciadamente, la mayoría de los medios de comunicación han perdido una nueva oportunidad de demostrar que pueden estar al servicio del debate social y del diálogo sobre bases racionales, primando la difusión de estereotipos trasnochados e ideas peregrinas. Pero por otro lado, algunas revistas científicas siguen empeñadas en querer demostrarnos que la racionalidad tecnocientífica es la forma más excelsa (¿quizá única?) de conocimiento auténtico, y que los otros criterios deberían rendirse a ella.

Lo que se juega en el debate sobre la clonación no es obtener copias de Einstein o de Hitler, (algo imposible, porque en cada individuo influye poderosamente el ambiente y la educación). Olvidémonos de anti-utopías de tipo *Un mundo feliz*. Tampoco me parece pertinente la postura de los comentaristas de la revista *Nature*, cuando despachan lo que ellos llaman "vagas aseveraciones sobre la dignidad humana", imputando a sus defensores el caer en ideas sobre determinismo genético. Efectivamente, nuestros genes no determinan nuestra individualidad ni nuestra dignidad como personas. Pero la auténtica oposición a la clonación en humanos no va por esos derroteros.

Evidentemente, un individuo clónico (aparte de no ser totalmente idéntico al original, por las razones ya apuntadas) tendría su propia individualidad, y es absurdo hablar en este sentido de "fotocopias humanas" (sobre todo en lo referente al carácter y conducta). Esto, insisto, no es lo esencial. Según mi opinión, el cogollo de la cuestión ya quedó brillantemente apuntado hace casi 20 años por Hans Jonas, cuando analizó lo que significaría existencialmente ser un clónico *para el propio individuo afectado*. Independientemente de la influencia real que tengan los genes en la conducta humana (desde luego, no superior a la ambiental y cultural), el clónico se sentiría como individuo diseñado ex-profeso por terceras personas, y su situación, a diferencia de lo que se ha dicho, no es en absoluto equivalente a la de los gemelos idénticos. Mientras los gemelos

comparten simultáneamente en el tiempo un mismo genotipo aleatorio totalmente nuevo, del que nadie sabe nada a priori, al clónico se le impone un genotipo ya experimentado anteriormente por otra persona. La clave de la crítica estriba en que esto crearía una situación asimétrica del clónico respecto del original: el clónico tendrá encima la "losa" de saberse fruto de diseño de otras personas, y su autopercepción se resentiría por ello. Todo el proceso de su autodescubrimiento y sus relaciones con los demás quedarán marcados indeleblemente. Una vez más: no se trata de determinismo genético, sino de la intromisión de un conocimiento perturbador en lo más central de lo que constituye la búsqueda que cada individuo hace de su propia personalidad. Cada uno de nosotros responde a la pregunta "¿Quién soy yo?" partiendo de un genotipo nuevo (con sus potencialidades desconocidas para todos) y del secreto. Pero el clónico tiene un genotipo ya vivido (no original), y tenderá a creer que sabe demasiado de sus propios límites y posibilidades: este mero conocimiento puede ser profundamente condicionador de su personalidad. ¿Dónde quedaría la aventura de sentirse único e irse descubriendo a sí mismo? Por estas razones, y al igual a lo que se ha propuesto para los avances en las técnicas de sondeo de propensiones genéticas, la bioética y el bioderecho están articulando y reclamando la proclamación de un "derecho a ser fruto del azar" y de un "derecho a la ignorancia", a no saber (o creer saber) demasiado de uno mismo por adelantado.

Y, por supuesto, paralelamente a estos argumentos, no deja de resonar un viejo principio ético básico de nuestra cultura: los seres humanos son fines en sí mismos, y no pueden ser medios para otros fines, por muy loables que éstos sean (incluyendo el avance científico). ¿Con qué autoridad y con qué sabiduría podríamos imponer a otros seres humanos nuestro diseño en su misma entraña biológica, a carecer de la referencia a un padre y una madre, a ser fruto de una unión sexual? ¿Seríamos capaces de experimentar ("a ver lo que sale") con otros seres humanos so pretexto de eliminar el azar biológico? ¿Quiénes somos nosotros para abrogar este mecanismo de lotería genética que lleva miles de millones de años funcionando, qué criterios usaríamos en su lugar, y quién decidiría? El debate de la clonación (junto con otros avances derivados de la biotecnología) va a ser un buen campo para poner a prueba la capacidad de nuestras sociedades para discutir racional y democráticamente sobre la posibilidad de encauzar la tecnología. ¿Tendremos en nuestras manos la oportunidad de ponerla al servicio de las profundas necesidades de la humanidad, o seguiremos deslizándonos por la pendiente del sonambulismo tecnológico?

LA CLONACION CON FINES TERAPEUTICOS

Las principales investigaciones en **CLONACIÓN TERAPÉUTICA HUMANA** van dirigidas a conseguir **tejidos para trasplante a personas adultas**, MEDICINA REPARADORA, obviando el riesgo de rechazo.

La clonación terapéutica implica la **destrucción posterior del embrión clonado** del que se han extraído las células de la Masa Celular Interna, fuente de los tejidos para trasplante.

Vamos a poner un ejemplo para entender mejor esta posible aplicación de la clonación terapéutica. El caso que sigue es todavía ciencia-ficción. Las posibilidades terapéuticas que se exponen se basan en especulaciones, pues hoy día se está muy lejos todavía del objetivo que presenta este caso.

Paciente de 50 años, bebedor habitual de 70 gr de alcohol al día desde los 20 años. Presenta insuficiencia hepática grave, secundaria a una cirrosis alcohólica de larga evolución. El paciente precisa de un trasplante hepático urgente. No existen donantes, o los que existen no son compatibles. Aquí entra en juego la aplicación de la clonación terapéutica.

Al paciente se le aísla cualquier célula somática de su cuerpo, por ejemplo de la piel. Siguiendo la técnica de la oveja Dolly, introducimos el núcleo de la célula de la piel en un óvulo al que previamente le hemos extraído su núcleo. Se estimula el óvulo con el núcleo transferido, y observamos que comienza la división celular de ese embrión clonado. Ese embrión contiene la información genética del individuo cirrótico (puesto que tiene el núcleo de la célula de la piel del cirrótico), es un clon del individuo cirrótico. Dejamos que el embrión se desarrolle hasta la fase de blastocisto. A continuación extraemos de la Masa Celular Interna de ese embrión la célula madre (stem cell) encargada de generar el futuro hígado de ese individuo todavía en fase embrionaria. Cultivamos esas células y obtenemos células hepáticas inmaduras (hepatoblastos), obteniendo en el laboratorio tejido hepático amorfo. Ese tejido lo trasladamos al hígado del enfermo, que al ponerse en contacto con tejido conjuntivo (matriz colágena que hace las veces de andamio donde se sustentan y adquieren su forma los distintos órganos), empieza a crecer de forma ordenada, restituyendo el hígado dañado. No existe posibilidad de rechazo, porque ese hígado es genéticamente idéntico al hígado del enfermo.

Efectivamente, los posibles beneficios terapéuticos que pueden derivarse de la clonación terapéutica parecen esperanzadores.



Sólo una cosa se interpone: **la clonación terapéutica** implica la **destrucción posterior del embrión clonado** del que se han extraído las células de la Masa Celular Interna, fuente de los tejidos para trasplante. Ello suscita graves implicaciones éticas, que han provocado recelo en una parte importante de la comunidad científica y las instituciones. El debate está abierto.

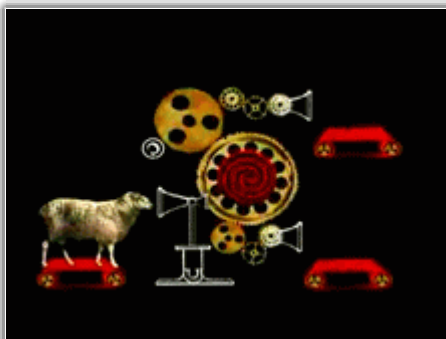
CLONACIÓN:

¿para qué?

¿Por qué clonar animales? ¿Qué pueden aportar al hombre la clonación terapéutica y la clonación reproductiva?

¿Por qué clonar animales?

¿Qué puede aportar la clonación animal a la investigación médica?



© CSI

La clonación es un nuevo y muy útil instrumento para estudiar el desarrollo precoz del embrión o la diferenciación celular y sus desajustes que originan los cánceres. Asociada a la transgénesis – técnica de modificación del genoma mediante la introducción de secuencias de ADN – , permite fabricar animales que cuentan con un gen específico para producir una sustancia interesante en el campo terapéutico. Esta técnica se utiliza ya con conejos, ovejas y vacas capaces de producir en la leche o en la sangre moléculas-medicamentos, como anticuerpos o enzimas coagulantes de la sangre.

¿Puede resultar interesante para la ganadería la clonación de animales?

Todavía no puede afirmarse, no sólo porque la técnica es poco eficaz sino porque hay que tener la seguridad de que la descendencia no correrá riesgos genéticos y eso no se ha valorado por el momento. Pero si se logra

mejorar la clonación animal se podría, por ejemplo, optimizar el uso de los mejores sementales.

¿Se podrán proteger las especies en vía de desaparición gracias a la clonación?

Parece seguro que sí cuando se trata de razas animales que forman parte de una especie, algo que ya se ha realizado en las vacas y las ovejas. En cuanto a las especies amenazadas, por el momento sólo puede afirmarse desde un punto de vista teórico porque habría que disponer de muchos ovocitos, lo que quiere decir contar con las hembras suficientes para que sea posible crear algunos embriones. No se puede asumir el riesgo de desperdiciar las últimas posibilidades de una especie si no se tiene seguridad en el resultado. Los progresos de la investigación permitirán probablemente perfeccionar las técnicas pero la clonación reproductiva no puede de momento hacer milagros en ese campo.

¿Por qué clonar el hombre?

¿Qué puede aportar la clonación reproductiva?

¿Devolver a la vida a un ser querido? ¿Llegar a ser inmortal? No, la clonación no cumplirá esas fantasías. En primer lugar, porque ninguna técnica puede impedir nuestra muerte y porque, además, creer que un individuo y su clon constituyen una unidad es una ilusión, como ocurre con los gemelos, porque son personas distintas y cada una de ellas tiene su propia vivencia.

Y sin embargo, la pregunta es recurrente: ¿se va a utilizar la clonación para procrear? La técnica de transferencia de núcleos podría abrir perspectivas a las parejas que tienen dificultades para tener hijos. Pero, al mismo tiempo, se perturbaría la filiación y habría muchos riesgos de que el hijo sufriera anomalías genéticas y fisiológicas en su desarrollo, incluso si se lograra reducir la frecuencia de esas anomalías porque no se puede afirmar que se llegaría a un nivel similar al de la reproducción sexual. Si fuera ésa la única aplicación de la clonación reproductiva humana, ¿se puede recurrir a ella ocultando la cantidad de problemas médicos y morales que conlleva?

¿Qué puede aportar la clonación terapéutica?

La principal aplicación de la clonación terapéutica son las técnicas de injertos. Ya se han injertado en el hombre células de embriones procedentes de abortos, especialmente para tratar a pacientes afectados por la enfermedad de Parkinson. Pero el sistema inmunitario de los

enfermos suele rechazarlas porque para él son extrañas. La clonación terapéutica consistiría en conseguir tejidos, e incluso órganos, por clonación de células del paciente. Ya no sería necesario esperar que fallezca un donante porque los injertos se producirían en función de las necesidades y como procederían del propio receptor, las posibilidades de que existan rechazos serían mínimas. Aunque al hablar de estas técnicas se abran perspectivas muy alentadoras, de momento no hay que fijar demasiadas esperanzas porque queda mucho trabajo de investigación antes de que sean fiables.

CLONACIÓN:

¿y los riesgos?

¿Qué problemas médicos, éticos y sociales plantea la técnica de clonación?

¿Cuáles son los problemas médicos de los clones animales?

La técnica de la clonación reproductiva sigue siendo aleatoria y tiene muy pocos logros: unos pocos nacimientos cada cien ovocitos reconstituidos. Por otra parte, el desarrollo de los clones suele sufrir desajustes y la mortalidad postnatal es muy elevada. Se cree que los fracasos se deben a la reactivación incorrecta de los programas genéticos en el núcleo transferido.

Pero hay otros factores: el entorno del núcleo cuando se introduce en el ovocito, el medio en el que se ha cultivado el embrión antes de ser transplantado, el entorno del feto en el vientre de la madre portadora. La técnica de la clonación demuestra que el entorno en el que empieza a desarrollarse el embrión tiene un papel muy importante, lo que significa que no somos sólo el resultado de la expresión de los genes.

¿Permite hoy la técnica recurrir a la clonación terapéutica humana?

Para producir tejidos por clonación terapéutica hay que cultivar células embrionarias y transmitirles a continuación la orden de diferenciarse. Pero la diferenciación in vitro no logra nunca que todas las células sean del mismo tipo, por eso habría que seleccionar y aislar las células que interesan, algo que no se domina aún. Se han conseguido resultados bastante convincentes con el ratón pero siguen siendo demasiado ocasionales.

¿Qué problemas plantea la utilización de ovocitos, que parece ser algo indispensable?

La utilización de ovocitos es actualmente indispensable pero, aunque sólo se autorizara su donación, ésta debería someterse a un control estricto. ¿Quién podría impedir un tráfico paralelo en el que se retribuya a mujeres

donantes y se cumplan las demandas de enfermos adinerados que esperan un injerto? En tales condiciones resulta imposible garantizar la calidad y seguridad de la atención médica.

Para evitarlo, podemos imaginar que un día será posible transferir núcleos de células humanas en ovocitos de animales. ¿Se utilizarán entonces con menos escrúpulos esos embriones híbridos, medio hombre medio animal, para la investigación o con fines terapéuticos? Ocurre, sin embargo, que esos embriones dejan de desarrollarse al cabo de unos días.

Los científicos se siguen preguntando si se requiere el citoplasma del ovocito para que se realice totalmente el desarrollo o si su única función es permitir las primeras divisiones del huevo fecundado antes de que los genes del embrión ordenen las síntesis necesarias del desarrollo normal.

¿Son compatibles la clonación humana y la ética?

Los problemas técnicos de la clonación conllevan un planteamiento ético y si bien se condena casi de manera unánime la clonación reproductiva humana, la clonación terapéutica suscita vivas controversias: ¿es una fabulosa oportunidad terapéutica o una explotación intolerable de la vida? Llegamos aquí a un punto sensible que comparten las preocupaciones religiosas, bioéticas y médicas: la condición del embrión humano. ¿A partir de qué momento se puede considerar que es una persona? ¿Se atenta contra la dignidad humana cuando se crean embriones con fines exclusivamente terapéuticos?

Es muy delicado llegar a un consenso en temas que reflejan concepciones tan íntimas de la vida, la prueba es lo heterogéneo de las leyes actuales. En Francia, a pesar de los dictámenes favorables a la clonación terapéutica de la Academia de Ciencias y del Comité Consultivo Nacional de Ética, el Senado votó en enero de 2003 una ley que prohíbe todo tipo de clonación humana. La Asamblea Nacional lo examinará en segunda lectura a finales de marzo.

¿Qué condición civil tendría un clon humano?

Desde el punto de vista jurídico, sería el hijo de la mujer que lo traiga al mundo y del hombre que lo reconozca. Pero la cuestión de la filiación biológica del clon humano no quedaría exenta de problemas: ni hermano, ni hijo, ni siquiera gemelo...

Y el asunto se complica cuando vemos que un clon podría tener cinco madres: la madre donante del ovocito, la madre donante del núcleo, la madre portadora, la madre que eduque al niño y la madre genética*. Estas

relaciones de parentesco totalmente redefinidas no deben eliminar el principio de que los clones son de naturaleza humana. Por suerte, la condición de los clones humanos sigue siendo pura ficción, ya que los problemas técnicos y éticos que conlleva hacen que hoy sea inaceptable autorizar la clonación reproductiva humana.

*cuando un individuo nace de la fecundación, hereda un lote de cromosomas paternos aportados por el espermatozoide y un lote de cromosomas maternos presentes en el ovocito. Posee por tanto la mitad del patrimonio genético de cada uno de sus padres. La mujer que tiene la mitad de sus cromosomas en común con un clon no es la madre donante del núcleo sino la madre de ésta. Por eso puede considerarse que esa mujer es la madre genética del clon.

AL MARGEN DE LA CLONACIÓN:

vías terapéuticas paralelas

De la utilización posible de los embriones sobrantes a los xenoinjertos y células madre adultas...

¿Se podrían utilizar los embriones sobrantes para fines terapéuticos?



 zoom

Embrión en la fase de cuatro células

En los laboratorios hay actualmente una cantidad considerable de embriones sobrantes creados en su día para un programa de asistencia médica a la procreación y que han dejado los padres al haber tenido el hijo deseado. Se podrían cultivar células de esos embriones que ya no entran en un proyecto de paternidad, y hacer que se diferencien para utilizarlas en injertos. Como los tratamientos contra el rechazo de injertos progresan, con sólo unas cincuenta líneas celulares se conseguiría la representación inmunológica de una población caucasiana y se constituirían fácilmente bancos de células embrionarias.

La nueva ley francesa de enero de 2003 sólo autoriza la investigación con embriones humanos como último recurso y para fines médicos. Estas restricciones parecen ser contradictorias con la autorización de importar células madre embrionarias y asociarlas implícitamente en un protocolo de investigación. Otros países, como Gran Bretaña, se han dotado de una legislación mucho más permisiva ya que la clonación terapéutica y la investigación con embriones humanos están autorizadas desde 2001.

¿Se le pueden injertar al hombre tejidos animales?

Hace ya casi un siglo que se practican xenoinjertos (injertos de tejidos animales en el hombre) con resultados variables. Esta técnica recobra actualmente interés dada la escasez de órganos frente a las personas que esperan un donante.

La investigación sobre los xenoinjertos se orienta esencialmente hacia el cerdo, que ha dado resultados satisfactorios en injertos de piel o de válvulas cardíacas, pero el fenómeno de rechazo ha hecho fracasar cualquier intento de injertar órganos enteros. Se sabe crear desde hace poco animales sin algunos genes responsables del rechazo, lo que aumentará las posibilidades de éxito de los xenoinjertos y será una alternativa interesante a la clonación terapéutica. Pero esas prácticas no están exentas de riesgos: aparición de virus animales en el hombre, mercados paralelos de animales no controlados... y plantean una nueva cuestión ética: ¿puede crearse un animal para que sea una reserva de órganos?

Ningún país se ha dotado por el momento de una legislación específica a los xenoinjertos. La legislación francesa ha previsto reforzar las normas generales de seguridad aplicables a los productos destinados a un injerto.

¿Es una pista interesante el reciente descubrimiento de células adultas indiferenciadas?

Hace unos años se descubrió que en el organismo adulto hay células “madre” que generan todos los tipos de células sanguíneas o de células de la piel. Son células indiferenciadas, como en el estado embrionario, y pueden suministrar varias líneas celulares pero no un individuo completo: se dice que son pluripotentes.

Los investigadores han descubierto recientemente esas células madre en otros tejidos, especialmente en los músculos y el cerebro. Con esas células se podrían conseguir tejidos de todo tipo en un paciente que espera un injerto, sin riesgo de rechazo porque procederían del propio receptor. Sería

un resultado similar al de la clonación terapéutica sin tener que recurrir a la creación de embriones humanos.

Pero hay serios obstáculos técnicos: son células raras y difíciles de aislar, se controla mal la diferenciación y proliferación... Aunque es una alternativa interesante frente a la clonación terapéutica, la investigación tiene que recorrer todavía un largo camino para poner a punto la utilización de células madre adultas.

Científicos mexicanos hablan de la clonación

Afirman científicos que en México sólo se experimenta con la clonación de microorganismos; en la UNAM se prepara la importación de células madre

CIUDAD DE MÉXICO, México, feb. 10, 2005.- En México todavía no hay un sólo laboratorio en donde se realice clonación de embriones humanos, destinados a la investigación o la curación.

“Puede haber alguien que esté trabajando en secreto, entonces sería algo extraordinario, hasta donde yo sé no hay nadie”, comentó Luis Alfonso Vaca titular de laboratorio de Fisiología Celular de la UNAM.

Sólo se trabaja en la clonación de microorganismos.

En el Instituto de Fisiología Celular de la UNAM, el doctor Luis Alfonso Vaca y su equipo, hacen únicamente clonación de genes.

“No es que no se permita, porque en realidad la legislación va un poco atrasada, la razón por la que no se está trabajando en clonación en México, es porque la comunidad científica mexicana es realmente muy pequeña en comparación con otros países, la otra razón es que la clonación requiere de una tecnología e instrumentación muy cara”, reveló Luis Alfonso Vaca, titular de laboratorio de Fisiología Celular de la UNAM.

Sin embargo, en el Departamento de Neurociencias, del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM, el doctor Iván Velasco, tiene el proyecto de comparar células embrionarias de ratón con las de humano.

“Y estamos ahora tratando de conseguir la importación de células madre embrionarias que se derivaron en Estados Unidos, de embriones congelados de las clínicas de fertilización ‘in Vitro’, esas líneas se han

puesto a disposición de la comunidad científica internacional explicó Iván Velasco, titular de laboratorio del Instituto de Fisiología Celular, UNAM.

Y como en México no existe una normatividad en materia de clonación humana, estos científicos no cometerían ningún delito en recibir la donación de células madre embrionarias humanas, para su clonación e investigación. “Lo que sí es que tiene que haber una certificación de un abogado de que no se está contraviniendo ninguna legislación local al enviarlas a ese país, y como no hay legislación no hay nada que prohíba la importación de estas células”, concluyó Iván Velasco, Instituto de Fisiología Celular. En caso de que se pudieran importar estas células madre embrionarias humanas, este laboratorio de la UNAM, sería el primero en México en donde se haría clonación de células embrionarias con fines de investigación que aseguran tienen solo fines terapéuticos.

CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

INTRODUCCION

Actualmente, existe un fuerte consenso científico que el clima global se verá alterado significativamente, en el próximo siglo, como resultado del aumento de concentraciones de gases invernadero tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos (Houghton *et al.*, 1990, 1992). Estos gases están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que harán aumentar la temperatura planetaria entre 1,5 y 4,5 °C . Como respuesta a esto, se estima que los patrones de precipitación global, también se alteren. Aunque existe un acuerdo general sobre estas conclusiones, hay una gran incertidumbre con respecto a las magnitudes y las tasas de estos cambios a escalas regionales (EEI, 1997).

Asociados a estos potenciales cambios, habrán grandes alteraciones en los ecosistemas globales. Trabajos científicos sugieren que los rangos de especies arbóreas, podrán variar significativamente como resultado del cambio climático global. Por ejemplo, estudios realizados en Canadá proyectan pérdidas de aproximadamente 170 millones de hectáreas de bosques en el sur Canadiense y ganancias de 70 millones de hectáreas en el norte de Canadá, por ello un cambio climático global como el que se sugiere, implicaría una pérdida neta de 100 millones de hectáreas de bosques (Sargent, 1988).

Aún así, hay una considerable incertidumbre con respecto a las implicaciones del cambio climático global y las respuestas de los ecosistemas, que a su vez, pueden traducirse en desequilibrios económicos (EEI, 1997). Este tema será de vital importancia en países que dependen fuertemente de recursos naturales.

Con respecto al impacto directo sobre seres humanos, se puede incluir la expansión del área de enfermedades infecciosas tropicales (Becker, 1997), inundaciones de terrenos costeros y ciudades, tormentas más intensas, las extinción de incontables especies de plantas y animales, fracasos en cultivos en áreas vulnerables, aumento de sequías, etc. (Lashof, 1997).

Estas conclusiones han llevado a una reacción gubernamental mundial, se ha expresado en numerosos estudios y conferencias, incluyendo tratados enfocados a enfrentar y en lo posible solucionar la crisis. Este trabajo analizará la problemática del Cambio Climático Global, las bases teóricas, sus posibles efectos futuros, las medidas tomadas y las medidas recomendadas para enfrentar adecuadamente el problema.

BASES TEORICAS DEL CAMBIO CLIMATICO GLOBAL

Para poder comprender el cambio global climático y el aumento de la temperatura global se debe primero comprender el clima global y cómo opera. El clima es consecuencia del vínculo que existe entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielos (criosfera), los organismos vivientes (biosfera) y los suelos, sedimentos y rocas (geosfera). Sólo si se considera al sistema climático bajo esta visión holística, es posible entender los flujos de materia y energía en la atmósfera y finalmente comprender las causas del cambio global (GCCIP, 1997). Para ello es necesario analizar cada uno de los compartimentos interrelacionados, se comenzará con el más importante, la atmósfera.

LA ATMOSFERA

Capa gaseosa que rodea al planeta Tierra, se divide teóricamente en varias capas concéntricas sucesivas. Estas son, desde la superficie hacia el espacio exterior: troposfera, tropopausa, estratosfera, estratopausa, mesosfera y termosfera.

La atmósfera es uno de los componentes más importantes del clima terrestre. Es el presupuesto energético de ella la que primordialmente determina el estado del clima global, por ello es esencial comprender su composición y estructura (GCCIP, 1997). Los gases que la constituyen están bien mezclados en la atmósfera pero no es físicamente uniforme pues tiene variaciones significativas en temperatura y presión, relacionado con la altura sobre el nivel del mar (GCCIP, 1997).

Diagrama general de la atmósfera (Miller, 1991)

La **troposfera** o baja atmósfera, es la que está en íntimo contacto con la superficie terrestre y se extiende hasta los 11 km. s.n.m. en promedio (Miller, 1991). Tiene un grosor que varía desde 8 km. en los polos hasta 16 km. en el ecuador, principalmente debido a la diferencia de presupuesto energético en esos lugares. Abarca el 75% de la masa de gases totales que componen la atmósfera, el 99% de la masa de la atmósfera se encuentra bajo los 30 km. s.n.m. (GCCIP, 1997; Miller, 1991). Consta en particular, en 99% de dos gases, el Nitrógeno (N₂, 78%) y Oxígeno (O₂, 21%). El 1% que resta consta principalmente de Argón (Ar, @ 1%) y Dióxido de Carbono (CO₂, 0,035%). El aire de la troposfera incluye vapor de agua en cantidades variables de acuerdo a condiciones locales, por ejemplo, desde 0,01% en los polos hasta 5% en los trópicos (Miller, 1991). La temperatura disminuye con la altura, en promedio, 6,5° C por kilómetro. La mayoría de los fenómenos que involucran el clima ocurren en esta capa de la atmósfera (Kaufmann, 1968), en parte sustentado por procesos convectivos que son establecidos por calentamiento de gases superficiales, que se expanden y ascienden a niveles más altos de la troposfera donde nuevamente se enfrían (GCCIP, 1997). Esta capa incluye además los fenómenos biológicos.

La **tropopausa** marca el límite superior de la troposfera, sobre la cual la temperatura se mantiene constante antes de comenzar nuevamente a aumentar por sobre los 20 km. s.n.m. Esta condición térmica evita la convección del aire y confina de esta manera el clima a la troposfera (GCCIP, 1997).

La capa por sobre la tropopausa en la que la temperatura comienza a ascender se llama **estratosfera**, una vez que se alcanzan los 50 km. de altura, la temperatura ha llegado a los 0°C . Por lo tanto, se extiende desde los 20 km. hasta 48-50 km. s.n.m. (Miller, 1991; GCCIP, 1997). Contiene pequeñas cantidades de los gases de la troposfera en densidades decrecientes proporcional a la altura. Incluye también cantidades bajísimas de Ozono (O3) que filtran el 99% de los rayos ultravioleta (UV) provenientes de las radiaciones solares (Miller, 1991). Es esta absorción de UV la que hace ascender la temperatura hasta cerca de los 0°C . Este perfil de temperaturas permite que la capa sea muy estable y evita turbulencias, algo que caracteriza a la estratosfera. Esta, a su vez, está cubierta por la **estratopausa**, otra inversión térmica a los 50 km. (GCCIP, 1997).

La **mesosfera** se extiende por encima de los 50 km., la temperatura desciende hasta -100 °C a los 80 km. su límite superior.

Por sobre los 80 km. s.n.m., encima de la mesosfera, se extiende la **termosfera**, en ella la temperatura asciende continuamente hasta sobre los 1000 °C . Por la baja densidad de los gases a esas altitudes no son condiciones de temperatura comparables a las que existirían en la superficie (GCCIP, 1997).

composicion ATMOSFERICA

Es una mezcla de varios gases y aerosoles (partículas sólidas y líquidas en suspensión), forma el sistema ambiental integrado con todos sus componentes. Entre sus variadas funciones mantiene condiciones aptas para la vida. Su composición es sorprendentemente homogénea, resultado de procesos de mezcla, el 50% de la masa está concentrado por debajo de los 5 km. s.n.m. Los gases más abundantes son el N2 y O2. A pesar de estar en bajas cantidades, los gases de invernadero cumplen un rol crucial en la dinámica atmosférica. Entre éstos contamos al CO2, el metano, los óxidos nitrosos, ozono, halocarbonos, aerosoles, entre otros. Debido a su importancia y el rol que juegan en el cambio climático global, se analizan a continuación.

Diagrama de flujos energéticos atmosféricos (Miller, 1991)

Previamente es importante entender que el clima terrestre depende del balance energético entre la radiación solar y la radiación emitida por la Tierra. En esta reirradiación, sumada a la emisión de energía geotectónica, los gases invernadero juegan un rol crucial.

Al analizar los gases atmosféricos, incluidos los gases invernadero, es importante identificar las *fuentes*, *reservorios* o *sinks* y el *ciclo de vida* de cada uno de ellos, datos cruciales para controlar la contaminación atmosférica.

Una *fuerza* es el punto o lugar donde un gas, o contaminante, es emitido o sea, donde entran a la atmósfera. Un *reservorio* o *sink*, es un punto o lugar en el cual el gas es removido de la atmósfera, o por reacciones químicas o absorción en otros componentes del sistema climático, incluyendo océanos, hielos y tierra. El *ciclo de vida* denota el periodo promedio que una molécula de contaminante se mantiene en la atmósfera. Esto se determina por las velocidades de emisión y de captación en reservorios o sinks.

El aumento de gases invernadero atmosféricos ha incrementado la capacidad que tiene para absorber ondas infrarrojas, aumentando su reforzamiento radiativo, que aumenta la temperatura superficial. Este fenómeno se mide en watts por metro cuadrado (W/m²).

Dióxido de Carbono

Es el más importante de los gases menores, involucrado en un complejo ciclo global. Se libera desde el interior de la Tierra a través de fenómenos tectónicos y a través de la respiración, procesos de suelos y combustión de compuestos con carbono y la evaporación oceánica. Por otro lado es disuelto en los océanos y consumido en procesos fotosintéticos. En la actualidad su concentración ha llegado a 359 ppmv (partes por millón volumen), producto de la acción antropogénica: quema de combustibles fósiles y materia orgánica en general.

Fuentes naturales: respiración, descomposición de materia orgánica, incendios forestales naturales.

Fuentes antropogénicas: quema de combustibles fósiles, cambios en uso de suelos (principalmente deforestación), quema de biomasa, manufactura de cemento.

Sink: absorción por las aguas oceánicas, y organismos marinos y terrestres, especialmente bosques y fitoplancton.

Ciclo de vida: entre 50 y 200 años.

Aumento del CO₂ atmosférico (Miller, 1991)

Metano

Otro gas de invernadero, CH₄, el metano es producido principalmente a través de procesos anaeróbicos tales como los cultivos de arroz o la digestión animal. Es destruida en la baja atmósfera por reacción con radicales hidroxilo libres (-OH). Como el CO₂, sus concentraciones aumentan por acción antropogénica directa e indirecta.

Fuentes: naturalmente a través de la descomposición de materia orgánica en condiciones anaeróbicas, también en los sistemas digestivos de termitas y rumiantes. Antropogénicamente, a través de cultivos de arroz, quema de biomasa, quema de combustibles fósiles, basureros y el aumento de rumiantes como fuente de carne.

Sink: reacción con radicales hidroxilo en la troposfera y con el monóxido de carbono (CO) emitido por acción antropogénica.

Aumento del metano atmosférico (Miller, 1991)

Oxido Nitroso

El óxido nitroso (N₂O) es producido por procesos biológicos en océanos y suelos, también por procesos antropogénicos que incluyen combustión industrial, gases de escape de vehículos de combustión interna, etc. Es destruido fotoquímicamente en la alta atmósfera.

Fuentes: producido naturalmente en océanos y bosques lluviosos. Fuentes antropogénicas, producción de nylon y ácido nítrico, prácticas agrícolas, automóviles con convertidores catalíticos de tres vías, quema de biomasa y combustibles.

Sink: reacciones fotolíticas, consumo por los suelos puede ser un sink pequeño pero no ha sido bien evaluado.

Aumento de los óxidos nitrosos atmosféricos (Miller, 1991)

Ozono

El ozono (O₃) en la estratosfera filtra los UV dañinos para las estructuras biológicas, es también un gas invernadero que absorbe efectivamente la radiación infrarroja. La concentración de ozono en la atmósfera no es uniforme sino que varía según la altura. Se forma a través de reacciones fotoquímicas que involucran radiación solar, una molécula de O₂ y un átomo solitario de oxígeno. También puede ser generado por complejas reacciones fotoquímicas asociadas a emisiones antropogénicas y constituye un potente contaminante atmosférico en la troposfera superficial. Es destruido por procesos fotoquímicos que involucran a radicales hidroxilos, NO_x y cloro (Cl, ClO). La concentración es determinada por un fino proceso de balance entre su creación y su destrucción. Se teme su eliminación por agentes que contienen cloro (CFCs), que en las alturas estratosféricas, donde está la capa de ozono, son transformadas en radicales que alteran el fino balance que mantiene esta capa protectora (GCCIP, 1997).

Halocarbonos

Clorofluorocarbonos: Compuestos mayormente de origen antrópico, que contienen carbono y halógenos como cloro, bromo, flúor y a veces hidrógeno. Los clorofluorocarbonos (CFCs) comenzaron a producirse en los

años 30 para [refrigeración](#). Posteriormente se usaron como propulsores para aerosoles, en la fabricación de espuma, etc. Existen [fuentes](#) naturales en las que se producen compuestos relacionados, como los metilhaluros.

No existen sinks para los CFCs en la troposfera y por motivo de su casi inexistente reactividad son transportadas a la estratosfera donde se degradan por acción de los UV, momento en el cual liberan átomos libres de cloro que destruyen efectivamente el ozono.

Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) e Hidrofluorocarbonos (HFCs): compuestos de origen antrópico que están usándose como sustitutos de los CFCs, sólo considerados como transicionales, pues también tienen efectos de [gas](#) invernadero. Estos se degradan en la troposfera por acción de fotodisociación

Por la larga vida que poseen son gases invernadero miles de veces más potentes que el CO₂.

Aumento de CFCs (Miller, 1991)

Agua

El vapor de [agua](#) es un constituyente vital de la atmósfera, en promedio 1% por [volumen](#), aunque con variaciones significativas en las escalas temporales y espaciales. Por su abundancia es el gas de invernadero de mayor importancia, jugando un rol de vital importancia en el balance global energético de la atmósfera.

Aerosoles

La variación en la cantidad de aerosoles afecta también el clima. Incluye polvo, cenizas, cristales de sal oceánica, esporas, [bacterias](#), etc., etc. Sus efectos sobre la turbidez atmosférica pueden variar en cortos periodos de [tiempo](#), por ejemplo luego de una erupción volcánica. En el largo plazo, los efectos son bastante equilibrados debido al efecto natural de limpieza atmosférica, aunque el [proceso](#) nunca es completo. Las [fuentes](#) naturales se calculan que son 4 a 5 veces mayores que las antropogénicas. Tienen el potencial de influenciar fuertemente la cantidad de radiación de onda corta que llega a la superficie terrestre.

Como conclusión la atmósfera esta principalmente constituida por nitrógeno, oxígeno y algunos otros gases traza y aerosoles que regulan el [sistema](#) climático, al regular el balance energético entre la radiación solar incidente y la radiación terrestre que se emite. La mayor parte de la atmósfera se encuentra por debajo de los 10 km., en la troposfera, en la que el clima terrestre opera, y donde el [efecto invernadero](#) opera en forma más notoria. Por encima de ella se encuentran capas que son definidas por sus temperaturas.

EL PRESUPUESTO ENERGETICO DE LA ATMOSFERA

La Tierra recibe energía del Sol a la forma de radiación electromagnética, la superficie terrestre recibe radiación ultravioleta (UV) y radiación visible y emite radiación terrestre a la forma de radiación infrarroja. Estos dos grandes flujos energéticos deben estar en balance. Pero la atmósfera afecta la naturaleza de este balance. Los gases invernadero permiten que la radiación de onda corta solar penetre sin impedimento pero absorben la mayor parte de la emisión de ondas largas terrestres. Por ello la temperatura global promedio es de 288K o 15°C , 33 grados más alto que si no tuviera atmósfera. Este efecto se llama el "Efecto Invernadero" (GCCIP, 1997).

Los flujos de humedad, masa y momentum dentro de la atmósfera y los componentes del sistema climático deben estar en equilibrio. El balance de los flujos determina el estado de los climas y los factores que influyan sobre ellos a escala global deben ser considerados los causantes del cambio global.

LOS OCEANOS

Existe transferencia de momentum al océano a través de los vientos superficiales, que a su vez movilizan las corrientes oceánicas superficiales globales. Estas corrientes asisten en la transferencia latitudinal de calor, análogamente a lo que realiza la atmósfera. Las aguas cálidas se movilizan hacia los polos y viceversa. La energía también es transferida a través de la evaporación. El agua que se evapora desde la superficie oceánica almacena calor latente que es luego liberado cuando el vapor se condensa formando nubes y precipitaciones.

Lo significativo de los océanos es que almacenan mucha mayor cantidad de energía que la atmósfera. Esto se debe a la mayor capacidad calórica (4.2 veces la de la atmósfera) y su mayor densidad (1000 veces mayor). La estructura vertical de los océanos puede dividirse en dos capas, que difieren en su escala de interacción con la atmósfera. La capa inferior, que involucra las aguas frías y profundas, compromete el 80% del volumen oceánico. La capa superior, que está en contacto íntimo con la atmósfera, es la capa de frontera estacional, un volumen mezclado que se extiende sólo hasta los 100 m. de profundidad en los trópicos, pero que llega a varios kilómetros en las aguas polares. Esta capa sola, almacena 30 veces más energía que la atmósfera. De esta manera, un cambio dado de contenido de calor en el océano redundará en un cambio a lo menos 30 veces mayor en la atmósfera. Por ello pequeños cambios en el contenido energético de los océanos pueden tener un efecto considerable sobre el clima global y claramente sobre la temperatura global (GCCIP, 1997).

El intercambio de energía también ocurre verticalmente, entre la Capa Frontera y las aguas profundas. La sal contenida en las aguas marinas se mantiene disuelta en ella al momento de formarse el hielo en los polos,

esto aumenta la salinidad del océano. Estas aguas frías y salinas son particularmente densas y se hunden, transportando en ellas considerable cantidad de energía. Para mantener el equilibrio en el flujo de masas de agua existe una circulación global termohalina, que juega un rol muy importante en la regulación del clima global (GCCIP, 1997).

LA CRIOSFERA

La criosfera consiste de las regiones cubiertas por nieve o hielo, sean tierra o mar. Incluye la Antártida, el Océano Artico, Groenlandia, el Norte de Canadá, el Norte de Siberia y la mayor parte de las cimas más altas de cadenas montañosas. Juega un rol muy importante en la regulación del clima global.

La nieve y el hielo tienen un alto albedo, por ello, algunas partes de la Antártida reflejan hasta un 90% de la radiación solar incidente, comparado con el promedio global que es de un 31%. Sin la criosfera, el albedo global sería considerablemente más bajo, se absorbería más energía a nivel de la superficie terrestre y consecuentemente la temperatura atmosférica sería más alta.

También tiene un rol en desconectar la atmósfera con los océanos, reduciendo la transferencia de humedad y momentum, y de esta manera, estabiliza las transferencias de energía en la atmósfera. Finalmente, su presencia afecta marcadamente el volumen de los océanos y de los niveles globales del mar, cambios en ella, pueden afectar el presupuesto energético del clima.

BIOSFERA

La vida puede encontrarse en casi cualquier ambiente terrestre. Pero al discutir el sistema climático es conveniente considerar la biosfera como un componente discreto, al igual que la atmósfera, océanos y la criosfera.

La biosfera afecta el albedo de la Tierra, sea sobre la tierra como en los océanos. Grandes áreas de bosques continentales tienen bajo albedo comparado con regiones sin vegetación como los desiertos. El albedo de un bosque deceduo es de aproximadamente 0,15 a 0,18, donde un bosque de coníferas es entre 0,09 y 0,15. Un bosque tropical lluvioso refleja menos aún, entre 0,07 y 0,15. Como comparación, el albedo de un desierto arenoso es de cerca 0,3. Queda claro que la presencia de bosques afecta el presupuesto energético del sistema climático.

Algunos científicos, piensan que la quema de combustibles fósiles no es tan desestabilizante como la tala de bosques y la destrucción de los ecosistemas que mantienen la producción primaria de los océanos (Anderson *et al*, 1987).

La biosfera también afecta los flujos de ciertos gases invernadero, tales como el dióxido de carbono y el metano. El plancton de las superficies

oceánicas utilizan el dióxido de carbono disuelto para la [fotosíntesis](#). Esto establece un flujo del gas, con el océano, de hecho fijando gas desde la atmósfera. Al morir, el plancton, transporta el dióxido de carbono a los fondos oceánicos. Esta [productividad](#) primaria reduce en un factor 4 la concentración atmosférica del dióxido de carbono y debilita significativamente el [efecto invernadero](#) terrestre natural.

Se estima que hasta el 80% del oxígeno producido por la [fotosíntesis](#) es resultado de la acción de las algas oceánicas, especialmente las áreas costeras. Por ello la [contaminación](#) acuática en esos sectores, podría ser muy desestabilizante (Anderson *et al*, 1987).

La [biosfera](#) también afecta la cantidad de aerosoles en la atmósfera. Billones de esporas, [virus](#), [bacterias](#), polen y otras especies orgánicas diminutas son transportadas por los vientos y afectan la radiación solar incidente, influenciando el presupuesto energético global. La [productividad](#) primaria oceánica produce compuestos conocidos como dimetilsulfitos, que en la atmósfera se oxidan para formar sulfatos aerosoles que sirven como núcleos de condensación para el vapor de [agua](#), ayudando así a la formación de nubes. Las nubes a su vez, tienen un complejo efecto sobre el presupuesto energético climático. Por lo que cualquier cambio en la [productividad](#) primaria de los océanos, puede afectar indirectamente el clima global.

Existen por supuesto muchos otros mecanismos y procesos que afectan y que están acoplados al resto del sistema climático.

GEOSFERA

El quinto, y componente final, consiste en suelos, sedimentos y [rocas](#) de las masas de tierras, corteza continental y oceánica, y en última instancia, el interior mismo de [la Tierra](#). Tienen un rol de influencia sobre el clima global que varía en las escalas temporales.

Variaciones en el clima global que se extienden por decenas y hasta centenas de millones de años, se deben a modulaciones interiores de [la Tierra](#). Los cambios en la forma de las cuencas oceánicas y el tamaño de las cadenas montañosas continentales, influyen en las transferencias energéticas del sistema climático.

En escalas mucho menores de [tiempo](#), procesos químicos y físicos afectan ciertas [características](#) de los suelos, tales como la disponibilidad de humedad, la escorrentía, y los flujos de gases invernadero y aerosoles hacia la atmósfera y los océanos. El vulcanismo, aunque es impulsado por el lento [movimiento](#) de las placas tectónicas, ocurre regularmente en escalas de [tiempo](#) mucho menores. Las erupciones volcánicas agregan dióxido de carbono a la atmósfera que ha sido removida por la biosfera y emiten además, grandes cantidades de polvo y aerosoles. Estos procesos

explican someramente, como la geosfera puede afectar el sistema climático global (GCCIP, 1997).

EL CAMBIO CLIMATICO GLOBAL

El Cambio Global Climático, un cambio que le atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición global atmosférica, agregada a la variabilidad climática natural observada en periodos comparables de tiempo (EEI, 1997).

La IPCC (Panel Internacional sobre Cambio Climático), un panel de 2500 científicos de primera línea, acordaron que "un cambio discernible de influencia humana sobre el clima global ya se puede detectar entre las muchas variables naturales del clima". Según el panel, la temperatura de la superficie terrestre ha aumentado aproximadamente 0.6°C en el último siglo. Las emisiones de dióxido de carbono por quema de combustibles, han aumentado a 6.25 mil millones de toneladas en 1996, un nuevo récord. Por otro lado, 1996 fue uno de los cinco años más calurosos que existe en los registros (desde 1866). Por otro lado se estima que los daños relacionados con desastres climáticos llegaron a 60 mil millones de US\$ en 1996, otro nuevo récord (GCCIP).

Aumento de temperatura global (Miller, 1991)

De acuerdo a la IPCC, una duplicación de los gases de invernadero incrementarían la temperatura terrestre entre 1 y 3.5°C . Aunque no parezca mucho, es equivalente a volver a la última glaciación pero en la dirección inversa. Por otro lado, el aumento de temperatura sería el más rápido en los últimos 100000 años, haciendo muy difícil que los ecosistemas del mundo se adapten.

El principal cambio a la fecha la sido en la atmósfera, Hemos cambiado y continuamos cambiando, el balance de gases que forman la atmósfera. Esto es especialmente notorio en gases invernadero claves como el CO₂, Metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). Estos gases naturales son menos de una décima de un 1% del total de gases de la atmósfera, pero son vitales pues actúan como una "frazada" alrededor de la Tierra. Sin esta capa la temperatura mundial sería 30°C más baja.

El problema es que estamos haciendo que esta "frazada" sea más gruesa. Esto a través de la quema de carbón, petróleo y gas natural que liberan grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera. Cuando talamos bosques y quemamos madera, reducimos la absorción de CO₂ realizado por los árboles y conjuntamente liberamos el dióxido de carbono contenido en la madera. El criar bovinos y plantar arroz genera metano, óxidos nitrosos y otros gases invernadero. Si el crecimiento de la emisión de gases invernadero se mantiene en el ritmo actual los niveles en la atmósfera llegarán a duplicarse, comparados con la época preindustrial, durante el

siglo XXI. Si no se toman medidas es posible hasta triplicar la cantidad antes del año 2100 (GCCIP, 1997).

El consenso científico como resultado de esto, es que seguramente habrá un aumento global de la temperatura entre 1.5 y 4.5°C en los próximos 100 años. Esto agregado al ya existente aumento de 0.5°C que ha experimentado la atmósfera desde la revolución industrial (UNEP/WHO, 1986).

Poder predecir cómo esto afectará al clima global, es una tarea muy difícil. El aumento de temperatura tendrá efectos expansivos. Efectos inciertos se agregan a otros inciertos. Por ejemplo, los patrones de lluvia y viento, que han prevalecido por cientos y miles de años, de las que dependen millones, podrían cambiar. El nivel del mar podría subir y amenazar islas y áreas costeras bajas. En un mundo crecientemente sobrepoblado y bajo estrés, con suficientes problemas de antemano, estas presiones causarían directamente mayor hambruna y otras catástrofes (UNEP/WMO, 1994).

Según la Organización Mundial de la Salud (WHO), aun un pequeño aumento de temperatura puede causar un aumento dramático de muertes debido a eventos de temperaturas extremas; el esparcimiento de enfermedades tales como la malaria, dengue y cólera; sequías, falta de agua y alimentos. La IPCC lo plantea así: "El cambio climático con certeza conllevará una significativa pérdida de vidas" (Dunn, 1997).

La cantidad de dióxido de carbono ha aumentado desde 295 ppm anterior a la época industrial, a una cifra actual de 359 ppm. Este aumento corresponde a un 50% de lo esperado, basado en la tasa de quema de combustibles fósiles. Varios procesos naturales parecen actuar como moderadores, por ejemplo el océano actúa como reserva, donde el dióxido de carbono se disuelve como tal y como carbonatos y bicarbonatos. Un aumento del dióxido de carbono en el aire, actúa como estimulante del crecimiento vegetal, de esta manera se fija más de este gas. El calentamiento de la Tierra, además de descongelar las capas polares, puede causar un cambio en el sistema de circulación del aire, cambiando patrones de lluvia. De esta manera, por ejemplo, el Medio-Oeste norteamericano (fuente agrícola de Estados Unidos), podría transformarse en desierto, y las zonas de cultivo moverse hacia áreas de Canadá.

CAUSAS DEL CAMBIO GLOBAL CLIMATICO

La energía recibida por la Tierra desde el Sol, debe ser balanceada por la radiación emitida desde la superficie terrestre. En la ausencia de cualquier atmósfera, la temperatura superficial sería aproximadamente -18 °C . Esta es conocida como la *temperatura efectiva de radiación terrestre*. De hecho la temperatura superficial terrestre, es de aproximadamente 15 °C .

El Efecto Invernadero

La razón de esta discrepancia de temperatura, es que la atmósfera es casi transparente a la radiación de onda corta, pero absorbe la mayor parte de la radiación de onda larga emitida por la superficie terrestre. Varios componentes atmosféricos, tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono, tienen frecuencias moleculares vibratorias en el rango espectral de la radiación terrestre emitida. Estos gases de invernadero absorben y reemiten la radiación de onda larga, devolviéndola a la superficie terrestre, causando el aumento de temperatura, fenómeno denominado Efecto Invernadero (GCCIP, 1997).

El vidrio de un invernadero similar a la atmósfera es transparente a la luz solar y opaca a la radiación terrestre, pero confina el aire a su interior, evitando que se pueda escapar el aire caliente (McIlveen, 1986; Anderson *et al.*, 1987). Por ello, en realidad, el proceso involucrado es distinto y el nombre es bastante engañoso, el interior de un invernadero se mantiene tibio, pues el vidrio inhibe la pérdida de calor a través de convección hacia el aire que lo rodea. Por ello, el fenómeno atmosférico se basa en un proceso distinto al de un invernadero, pero el término se ha popularizado tanto, que ya no hay forma de establecer un término más exacto.

Una de las muchas amenazas a los sistemas de sostén de la vida, resulta directamente de un aumento en el uso de los recursos. La quema de combustibles fósiles y la tala y quema de bosques, liberan dióxido de carbono. La acumulación de este gas, junto con otros, atrapa la radiación solar cerca de la superficie terrestre, causando un calentamiento global. Esto podría en los próximos 45 años, aumentar el nivel del mar lo suficiente como para inundar ciudades costeras en zonas bajas y deltas de ríos. También alteraría drásticamente la producción agrícola internacional y los sistemas de intercambio (WMO, 1986).

Uno de los resultados del Efecto Invernadero, es mantener una concentración de vapor de agua en la baja troposfera mucho más alta que la que sería posible en las bajas temperaturas que existirían si no existiese el fenómeno. Se especula que en Venus, el volcanismo elevó las temperaturas hasta el punto que no se pudieron formar los océanos, y el vapor resultante produjo un Efecto Invernadero, exacerbado más aún por la liberación de dióxido de carbono en rocas carbonatadas, terminando en temperaturas superficiales de más de 400 °C (Anderson *et al.*, 1987).

LISTA RESUMEN SOBRE GASES INVERNADERO

Gas Invernadero	Concentración 1750	Concentración 1992	Fuerza Irradiativa (W/m ²)
Dióxido de Carbono	280 ppmv	355 ppmv	1,56
Metano	0,8 ppmv	1,72 ppmv	0,5
Oxido Nitroso	275 ppbv	310 ppbv	0,1
CFC-11	0	280 pptv	(siguiente)
CFC-12	0	484 pptv	0,3 (todos los CFCs)
HCFCs/HFCs	0	Sin datos	0,05
Ozono Troposférico	Sin datos	Variable	0,2 - 0,6
Ozono Estratosférico	Sin datos	300 unidad. dobson	-0,1

MECANISMOS FORZAMIENTO DE RADIACIÓN

Un proceso que altera el balance energético del sistema climático global o parte de él, se denomina un mecanismo forzado de radiación. Estos están separados a su vez, en mecanismos forzados internos y externos. Los externos, operan desde fuera del sistema climático, incluyen variaciones de órbita y cambios en el flujo solar. Los mecanismos internos, operan desde dentro del sistema climático, como por ejemplo la actividad volcánica y cambios en la composición de la atmósfera.

Variaciones de Órbita

Los cambios en el carácter de la órbita terrestre alrededor del Sol, se dan en escalas de tiempo de milenios o más largos. Pueden significativamente alterar la distribución estacional y latitudinal de la radiación recibida. Son conocidas como *Ciclos Milancovitch*. Son estos ciclos los que fuerzan cambios entre condiciones glaciales e interglaciales sobre la Tierra, con escalas de entre 10.000 y 100.000 años. El máximo de la última glaciación, ocurrió hace 18.000 años.

Variabilidad Solar

Otro de los mecanismos de fuerza externa, corresponde a cambios físicos en el mismo Sol, que pueden alterar la intensidad y el carácter del flujo de radiación solar. No existe duda que éstos ocurren en un rango variable de tiempo. Uno de los ciclos más conocidos es el de las manchas solares, cada 11 años. Otros parámetros, como el diámetro solar, también varían. Aún no existen datos suficientes como para corroborar variaciones suficientemente fuertes como para generar cambios climáticos.

Actividad Volcánica

Es un ejemplo de un mecanismo de fuerza interno, erupciones volcánicas por ejemplo, inyectan grandes cantidades de polvo y dióxido de azufre, en forma gaseosa a la atmósfera superior, la estratosfera, aquí son transformados en aerosoles de ácido sulfúrico. Ahí se mantienen por varios años, gradualmente esparciéndose por todo el globo. La contaminación volcánica resulta en reducciones de la iluminación solar directa (puede llegar a un 5 ó 10%) y generan bajas considerables de temperatura.

Composición Atmosférica

El cambio de composición de gases, especialmente los gases invernadero, es uno de los más grandes mecanismos de fuerza internos.

Cambios naturales en el contenido de dióxido de carbono atmosférico, ocurrieron durante las transiciones glaciales - interglaciales, como respuesta a mecanismos de fuerzas orbitales. En la actualidad, la humanidad es el factor más sustancial de cambio.

Retroalimentación

El sistema climático está en un balance dinámico. Por ello está continuamente ajustándose a perturbaciones forzadas, y como resultado, el clima se ve alterado. Un cambio en cualquier parte del sistema climático, iniciado por mecanismos forzados internos o externos, tendrán una consecuencia mucho más amplia, a medida que el efecto se propaga en cascada, a través de los componentes asociados en el sistema climático, se amplifica. Esto es conocido como *retroalimentación*. A medida que un efecto es transferido, desde un subcomponente del sistema a otro, se verá modificado en carácter o en escala. En algunos casos el efecto inicial puede ser amplificado (feedback positivo), mientras que en otros, puede verse reducido (feedback negativo).

Un ejemplo de un mecanismo de feedback positivo, involucra el vapor de agua. Una atmósfera más caliente potencialmente aumentará la cantidad de vapor de agua en ella. Ya que el vapor de agua es un gas invernadero, se atraparán más energía que aumentará la temperatura atmosférica más todavía. Esto a su vez, produce mayor vapor de agua, estableciéndose un feedback positivo.

CAMBIOS CLIMATICOS PREDICHOS PARA EL SIGLO XXI

Queda claro que la previsión de cambios en los próximos 100 a 150 años, se basan íntegramente en [modelos](#) de [simulación](#). Comprensiblemente la gran mayoría de los [modelos](#) se han concentrado sobre los efectos de la [contaminación](#) antrópica de la atmósfera por gases invernadero, y en menor grado, en los aerosoles atmosféricos. La mayor preocupación presente, es determinar cuánto se entibiará la [Tierra](#) en un futuro cercano.

En la última década, varios [modelos](#) complejos de circulación general (GCMs), han intentado simular los cambios climáticos antropogénicos futuros. Han llegado a las siguientes conclusiones:

- Un calentamiento global promedio, de entre 1,5 y 4,5 °C ocurrirá, siendo la mejor estimación 2,5 °C .
- La estratosfera se enfriará significativamente.
- El entibiamiento superficial será mayor en las altas latitudes en invierno, pero menores durante el verano.
- La precipitación global aumentará entre 3 y 15%.
- Habrá un aumento en todo el año de las precipitaciones en las altas latitudes, mientras que algunas áreas tropicales, experimentarán pequeñas disminuciones.

Modelos más recientes dependientes del tiempo, que acoplan los componentes oceánicos y atmosféricos, han entregado estimaciones más confiables, los resultados más significativos indican:

- Un calentamiento global promedio de 0,3 °C por década, asumiendo [políticas](#) no intervencionistas.
- Una variabilidad natural de aproximadamente 0,3 °C en temperaturas aéreas superficiales globales, en una [escala](#) de décadas.
- Cambios en los patrones regionales de temperatura y precipitaciones similares a los [experimentos](#) de [equilibrio](#).

Aunque los [modelos](#) CGM proveen las simulaciones más detalladas de los cambios climáticos futuros, los constreñimientos computacionales evitan que sean usados en estudios de sensibilidad que permitan investigar los defectos potenciales futuros en el mundo real, con respecto a las emisiones de gases invernaderos.

Usando las sensibilidades de "mejor estimación", se generan escenarios que dan un rango de calentamiento entre 1,5 y 3,5 °C para el año 2100. Bajo condiciones sin intervención, la temperatura superficial global promedio, se estima aumentaría entre 2 y 4 °C , en los próximos 100 años. Hasta las proyecciones más optimistas de acumulación de gases invernadero, no pueden prevenir un cambio significativo en el clima global del próximo siglo. En los peores escenarios, la temperatura superficial global promedio, podría aumentar en 6 °C para el año 2100.

Como conclusión, la temperatura global promedio podría aumentar entre 2 y 4 °C para el año 2100, si el desarrollo global continúa a los ritmos actuales. Si se incorpora la influencia de los aerosoles atmosféricos al modelo, el calentamiento disminuye a aproximadamente 0,2 °C por década, en los próximos 100 años. Esta tasa de cambio climático, aún así, es más rápido que en cualquier otro momento de la historia de la Tierra. Si las naciones no actúan, el mundo podrá experimentar numerosos impactos adversos como resultado del calentamiento global futuro.

ENFRENTANDO EL PROBLEMA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

Agenda 21

El resultado principal de la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU, es el más completo de los planes de acción para los 90's y más allá, adoptada por la comunidad internacional. Representa un set de estrategias integradas y programas detallados para parar y revertir los efectos de la degradación ambiental y promover el desarrollo adecuado y sustentable en todos los países.

Declaración de Río

Proclamación hecha por la Conferencia sobre Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, realizada en Río de Janeiro, Junio 1992. Reafirma y construye sobre la declaración de la Conferencia sobre el Ambiente Humano de las Naciones Unidas realizada en 1972. La meta de la declaración es establecer la cooperación entre los estados miembros para lograr acuerdos en las leyes y principios que promuevan el desarrollo sustentable. La declaración confronta diversas áreas que se relacionan con el cambio global, proveyendo un contexto de políticas que enfrentan el cambio global, incluye: recursos naturales, impactos ambientales del desarrollo, protección de ecosistemas, compartir ideas científicas, internalización de costos ambientales, etc.

Convención Marco sobre Cambio Climático

Firmada por 165 estados, compromete a sus firmantes a la meta de "estabilizar la concentración de gases invernadero en la atmósfera a niveles que eviten interferencias antrópicas con el sistema climático". La convención establece como meta provisional, reducir las emisiones de gases invernaderos a niveles del año 1990 para el año 2000. La convención establece un protocolo para que las naciones hagan un inventario de emisiones y puedan seguir sus progresos. También enfrenta el tema de financiamiento y transferencia de tecnología desde los países desarrollados a los en vías de desarrollo.

Informe de la segunda Evaluación del IPCC

El IPCC (Panel Internacional sobre Control Climático) es un cuerpo internacional, que consiste en delegados y científicos

intergubernamentales, que desde 1988 están evaluando el calentamiento global. Su última evaluación mayor fue "Cambio Climático 1995", que provee la base para la reunión de Ginebra y la reunión próxima en Kyoto, Japón en diciembre 1997, que limitará las emisiones de CO2 humanas. La Síntesis de la Segunda Evaluación, establece:

"Durante las últimas décadas, se han hecho muy aparente dos importantes factores en la relación entre humanos y el clima mundial. Primero, las actividades humanas, que incluyen la quema de combustibles fósiles, cambios en uso de tierras y agricultura, están aumentando las concentraciones de gases invernadero (que tienden a aumentar la temperatura atmosférica) y en algunas regiones, aerosoles (que tienden a enfriar la atmósfera). Estos cambios, juntos, se proyectan que cambiarán el clima regional y global junto con parámetros relacionados con el clima, tales como la temperatura, precipitación, humedad de suelos y el nivel del mar. Segundo, algunas comunidades humanas se han hecho más vulnerables a riesgos tales como tormentas, inundaciones y sequías como el resultado de un aumento de densidad de población en áreas riesgosas tales como cuencas de ríos y planicies costeras. Cambios serios se han identificado, como el aumento, en algunas áreas, de la incidencia de eventos de alta temperatura, inundaciones, etc., aumento de pestes, cambios en la composición, estructura y funcionamiento ecológico, incluyendo la productividad primaria". (Pace Energy Project, 1997)

FORMAS DE ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMATICO GLOBAL

Se expondrán brevemente algunas formas en que distintos grupos han enfrentado el problema, o proponen enfrentar el problema, del cambio climático global. Todos colocan un fuerte énfasis en la reducción de la emisión de gases invernadero.

LA CONVENCION FCCC DE LAS NACIONES UNIDAS

La Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (FCCC) que fue firmada en la Cumbre Mundial en 1992 por 162 gobiernos se enfocaba específicamente en el problema. El objetivo principal de la convención es *lograr estabilizar los gases invernadero en la atmósfera, lo que prevendría una peligrosa interferencia antrópica en el sistema climático*. La convención requería que todas las naciones que firmaran el tratado debieran lograr reducir sus emisiones de gases invernadero hasta niveles de 1990 para el año 2000.

En el Reino Unido, se estableció un programa que pretende lograr ese objetivo a través de la promoción del uso eficiente de la energía, como medio para reducir la generación de dióxido de carbono en todos los sectores de esa nación.

En la generación de energía eléctrica se ha invertido en plantas combinadas de calor y poder, en las que se utiliza la energía calórica que antes se perdía.

En la industria, las medidas de ahorro son específicas para cada proceso.

En el sector doméstico, se logrará a través de mejoras en el aislamiento térmico de las viviendas y la mejoría de la eficiencia de los aparatos domésticos a través de mejores diseños y mejor uso, como es el caso de la iluminación.

En el sector comercial los métodos de mejora de eficiencia se lograrán a través de métodos muy similares a los domésticos.

El transporte público, a través de mejoras en la tecnología de los motores, mejor mantenimiento de los motores, cumplir los límites de velocidad y uso más discreto de la aceleración y frenado.

Para que esto se llegue a implementar, es necesario invertir en campañas de educación e información, establecer regulaciones y estándares, junto con fiscalización, impuestos y regulación de precios, incentivos y desincentivos económicos.

RECOMENDACIONES DEL SIERRA CLUB

1. Mejorar la eficiencia de los automóviles. Se lograría a través de mejor tecnología, aliviando la estructura, mejoras en los motores y transmisión, reduciendo el roce aerodinámico, disminuyendo la resistencia de las ruedas, etc.
1. Acelerar las mejoras de eficiencia en el uso energético de industrias, residencias y establecimientos comerciales y públicos, por medio de políticas efectivas.
1. Estimular y acelerar la investigación y desarrollo de tecnologías basadas en fuentes de energía de energía renovable.
1. Terminar la deforestación y estimular la reforestación (Glick, 1997)

CONCLUSION

El Cambio Climático Global es un hecho, aunque existen los escépticos de siempre, no representan de ninguna manera un grupo mayoritario. Es por ello que los Gobiernos a nivel mundial han reaccionado ante la amenaza cada vez más cercana de alteraciones climáticas que puedan colocar sus economías en peligro.

El Cambio Climático Global por otro lado ha dejado muy claro, la globalización de los problemas ambientales, es imposible e inútil enfrentar

los problemas más graves en el ambiente si no es una empresa que involucre a todas las naciones.

La presión poblacional y de desarrollo tomada por las naciones más desarrolladas y las naciones en vías de desarrollo colocan una presión cada vez mayor sobre los recursos naturales y los sistemas ambientales terrestres. En la actualidad las capacidades autoregulatoras de la atmósfera están siendo llevadas a sus límites. No es una sana política, para la humanidad, dejar la búsqueda de soluciones para el futuro o para cuando se hagan fuertemente necesarias. La atmósfera y los procesos que mantienen sus características no tienen tiempos de reacción muy rápidas comparadas con los periodos humanos. Soluciones a los problemas del adelgazamiento de la Capa de Ozono, al Calentamiento Global, a las alteraciones climáticas devastadoras, no es cuestión de años, ni siquiera décadas. Es por ello una preocupación que debe ser inmediata, no podrá esperarse a que los efectos se hagan demasiado claros, pues lo más seguro es que ya en ese momento sea muy tarde para actuar buscando soluciones.

Como lo plantea Seth Dunn, en el Earth Times:

"No más de 50 años atrás, Kyoto fue "perdonada" de la destrucción por una bomba atómica - debida a su significado cultural como la antigua cuna del Imperio japonés - durante la 2ª Guerra Mundial. En nuestro actual mundo en calentamiento, a medida que los antiguos imperios, se dan cuenta de, posiblemente, las más serias consecuencias de sus revoluciones industriales, Kyoto debe nuevamente lograr un lugar, en forma más pacífica, en la historia, como el sitio donde la humanidad se perdonó de niveles desastrosos de cambio climático. La IPCC que nos advierte, también nos da esperanzas, haciendo notar que reducciones significativas en las emisiones son no sólo económicamente, sino técnicamente factibles".

Esperemos que sea así, no es demasiado tarde aún.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, S. H.; Beiswenger, R. E. & P. Walton Purdom. 1987. Environmental Science. Merrill Publishing Co., USA. Tercera Edición. Pág. 505.
- Becker, Dan. 1997. Global Warming Central: Debate number three. [Http://www.law.pace.edu](http://www.law.pace.edu).
- Canadian Environmental Agency. 1997. Environmental Issues. [Http://www.eei.org/](http://www.eei.org/).
- Dunn, Seth. 1997. Controlling the Climate experiment. Earthtimes. [Http://www.earthtimes.com/](http://www.earthtimes.com/)
- GCCIP. 1997. Global Climate Change Information Programme. [Http://www.doc.mmu.au.uk/](http://www.doc.mmu.au.uk/)

- Glick, P. 1997. Global Warming: The high costs of inaction. Sierra Club Understanding green markets project. [Http://mitchell.sierraclub.org/](http://mitchell.sierraclub.org/).
- Houghton, J.T., Callander, B.A., and Varney, S.K., 1990. Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press. pp. 365.
- Houghton, J.T., Callander, B.A., and Varney, S.K., 1992. Climate Change 1992: The Supplemental Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press. pp. 200.
- Kaufmann, W. J. 1968. Universe. W. H. Freeman & Company, USA. Segunda Edición. Pág. 634.
- Lashof, Dan. 1997. Global Warming Central: [Debate](#) number three. [Http://www.law.pace.edu/](http://www.law.pace.edu/)
- McIlveen, J. R. 1986. Basic Meteorology. Van Nostrand Reinhold, UK. Pág. 457.
- Miller, G. T. 1991. Environmental Science, Sustaining the Earth. Wadsworth Publishing Company, USA. Tercera Edición. Pág. 465.
- Pace Energy Project. 1997. Global Warming Central. Pace University School of Law. [Http://www.law.pace.edu/](http://www.law.pace.edu/).
- Sargent, N.E., 1988. Redistribution of the Canadian boreal forest under a warmed climate, Climatological Bulletin, Vol 22(3), pp. 23-34.
- WCED. 1990. Our Common Future. Oxford University Press, USA. Pág. 400.
- WMO, 1986. A report of the International Conference on the Assessment of Carbon Dioxide and Other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts. WMO N° 661. In: Our Common Future WCED, 1990. Pág. 400



Hector Castañeda

23-01-2007

El año 2006 acabó con una avalancha de información sobre el cambio climático sufrido por una Tierra, la nuestra, que se está calentando demasiado. De ello se culpa a la actividad humana, gran productora de los llamados gases de efecto invernadero.

Los gases de efecto invernadero, aunque ahora se han puesto de moda y protagonizan numerosos debates, no son unos recién llegados a la atmósfera. Y suerte de ello, puesto que si históricamente no hubieran retenido el calor, y continuaran haciéndolo, el planeta sería demasiado frío para que la vida que conocemos tuviera lugar.

El problema es que en excesiva cantidad impiden a demasiada radiación escapar al espacio. Dos de los más "temidos" son el dióxido de carbono y el metano. El dióxido de carbono (CO₂) es producido durante la quema de combustibles fósiles: carbon, petróleo y gas. El metano (CH₄) procede de las minas de carbón, los pozos de petróleo y los residuos de animales. La presencia en aumento de ambos en la atmósfera se asocia al cambio climático.

No es la primera vez que ocurre un fenómeno similar. A lo largo de su vida, el planeta ha experimentado oscilaciones de temperatura importantes. Espectaculares glaciaciones, como la reflejada en la película de dibujos animados *La edad de hielo*, son la consecuencia de uno de los extremos: el frío. ¿Qué ocurre con el otro?

El pasado 26 de diciembre, el diario *El País* titulaba "2.500 científicos prevén nuevas olas de calor, deshielos y subidas del nivel del mar". En las conclusiones del artículo se afirma que la temperatura ha subido drásticamente durante el último siglo, y que seis de los siete años más cálidos desde que hay registros han sucedido a partir de 2001; que ha habido pérdida de nieve en todo el mundo (en el hemisferio norte un 5% desde 1966); y que el nivel del mar sube por el deshielo de los glaciares y el aumento de la temperatura, 0,8 milímetros al año a partir de 1961.

Los datos recogidos por el periódico proceden de un informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*), una iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la que participan 2.500 científicos. El IPCC defiende que es poco probable que el calentamiento global sea únicamente debido a causas naturales y afirma que los datos ponen de manifiesto una influencia humana en el clima.

Lo grave es que es tarde para cancelar algunos de los efectos predichos. ¿Qué mundo aguarda a nuestros descendientes? *Waterworld*, la conocida película interpretada por Kevin Costner, muestra una superficie terrestre que podría llamarse oceánica, pues está completamente recubierta de agua. Los hombres habitan una especie de islas flotantes, y sólo cuando finaliza el largometraje aparece tierra firme, aunque no se especifica si se trata de un continente o de una isla más.

Dicho largometraje fue un fracaso en la ficción, pero ¿podría convertirse con éxito en realidad? El ascenso del nivel del mar sería causado por la incorporación de agua procedente de la fusión del hielo de los casquetes polares. La energía para pasar de estado sólido a líquido se obtendría del incremento de la temperatura atmosférica.

Las oscilaciones en la temperatura media de la atmósfera no son un fenómeno desconocido. Hubo períodos en el pasado de la Tierra en los que ésta aumentó hasta en diez grados. Como consecuencia, tuvieron lugar extinciones masivas en las que desaparecieron del 50 al 90 por ciento de las especies terrestres. En cambio, en las llamadas Edades de Hielo la temperatura descendió de tal modo, que gran parte del planeta, actualmente poblada, devino inhabitable, forzando grandes migraciones.

Causas naturales provocaron dichos cambios. Actualmente, y por primera vez en la historia, el hombre parece capaz de modificar el medio ambiente en el que vive, y lo está haciendo. Parece innegable que la civilización industrial, que se nutre de fuentes de energías no renovables con la consiguiente emisión de gases de invernadero, está ocasionando un incremento lento pero perceptible en la temperatura media de la atmósfera terrestre.

La consecuencia más peligrosa podría ser la desestabilización en Groenlandia y la Antártida de las capas de hielo: una bomba de relojería con efecto retardado. Por simple lógica, es fácil comprender que cuando el planeta se enfría, la capa de hielo crece en los continentes y el nivel del mar baja. Ocurre el proceso inverso cuando se calienta. Por ejemplo, en las eras más frías, con la Tierra en promedio a diez grados menos que en el presente, la mayor parte de Canadá y Estados Unidos estaban cubiertos de hielo, mientras que el mar se situaba 120 metros por debajo. En cambio,

con una temperatura dos grados más alta, el nivel del mar era cómo máximo de cinco metros más.

En nuestra película, la real, existen diversos escenarios posibles según las opciones que se tomen, que tienen que ser globales, puesto que la atmósfera es compartida por los mismos países que no se ponen de acuerdo. Resulta significativo el éxito de la conferencia-documental *Una verdad incómoda*, donde Al Gore quien, como él mismo afirma: "solía ser el próximo presidente de los Estados Unidos", explica con gran claridad, y apoyado por un formidable despliegue de medios, el calentamiento global y los complejos fenómenos medioambientales que puede desencadenar. Como es bien sabido, Estados Unidos no ratificó el protocolo de Kyoto: un intento de regular las emisiones de gases con efecto invernadero.

Y es que si la emisión de CO₂ continúa durante los próximos cincuenta años, a lo largo del siglo XXI la temperatura global subirá cinco grados. La última vez que ello sucedió, hace tres millones de años, el mar se situaba 24 metros más arriba. De ocurrir, las superficies de países como Estados Unidos, China e India estarían en gran parte anegadas, lo que conllevaría el desplazamiento de cientos de millones de personas.

Ciertamente, hasta alcanzar ese punto, el proceso será lento. Pero una vez que las capas de hielo empiecen a colapsar, el agua subirá un metro cada veinte años. El escenario de *Waterworld* es, sin duda, absurdo: la tierra no se esconderá nunca completamente bajo el mar. Pero es cierto que la línea de la costa se modificará dramáticamente, y que muchas de las grandes metrópolis desaparecerán. El mundo será distinto.

INFORME ONU SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO PRONOSTICA GRAVES CONSECUENCIAS



Podría ser peor de lo que se cree El cuerpo del [IPCC](#), grupo de la ONU conformado por miles de científicos internacionales, pronostica que **las temperaturas aumentarán entre 1,8 y 4 grados centígrados antes de 2100**, según un informe [que fue publicado](#) hoy viernes. Los expertos también señalan que **existe un 90% de probabilidad** de que el calentamiento global se deba a la acción del hombre. Según las conclusiones del IPCC, las temperaturas y los niveles del mar han estado subiendo a un grado igual o mayor que las tasas máximas propuestas durante el último informe, presentado en 2001. *"Queremos dejar en claro que ya no estamos solamente pronosticando, sino hablamos en este informe de cosas en las que tenemos gran certidumbre"*, señaló uno de los autores del informe, Víctor Magaña. [Lo que viene](#) En las próximas dos décadas, **la temperatura va a aumentar en 0,2 grados por decenio** por las emisiones de efecto invernadero



que ya se han realizado, **y tampoco se podrá evitar que el incremento continúe a un ritmo de 0,1 grado por decenio** aunque dichas emisiones se contuvieran en el nivel de 2000. El calentamiento previsto reducirá la cobertura de nieve y los casquetes polares e incluso no se descarta que **a finales de siglo el hielo se derrita completamente en el Polo Norte**. Una de las consecuencias de esa disminución de la masa de hielo será **la elevación del nivel del mar**, que para finales de siglo, y en función de los diferentes escenarios contemplados, **podría situarse entre 18 y 59 centímetros**. Además se prevé el aumento en intensidad de las tormentas tropicales. El informe del IPCC ha sido calificado de "conservador", pero a pesar de estas críticas, se espera que este documento **sea el compendio definitivo de la ciencia alrededor del cambio climático** .



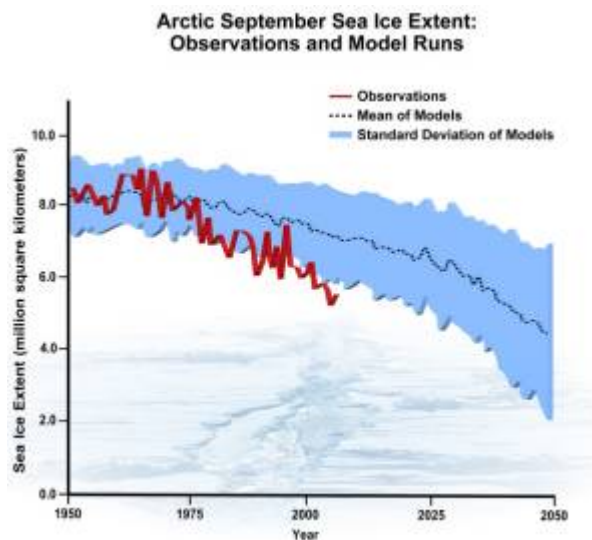
Climatología

El Hielo Artico Se Derrite Más Rápido Que Lo Predicho

5 de Junio de 2007.

El hielo ártico se está derritiendo a una velocidad significativamente más alta que lo pronosticado por los modelos informáticos más avanzados, según concluye un nuevo estudio.

La investigación, realizada por científicos del Centro Nacional para la Investigación Atmosférica (NCAR, por sus siglas en inglés) y del Centro Nacional de Datos sobre Nieves e Hielo (NSIDC), muestra que la cubierta de hielo del Ártico se está retirando más rápido que lo estimado por cualquiera de los 18 modelos informáticos empleados por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), cuando preparaban sus estimaciones para el año 2007.



El estudio fue dirigido por la investigadora Julienne Stroeve, del NSIDC.

"Aunque el hielo está desapareciendo más rápido que lo indicado por los modelos informáticos, tanto las observaciones como los modelos coinciden en señalar que el Ártico está perdiendo hielo a un ritmo que se acelera, y el impacto de los gases de efecto invernadero está creciendo", destaca la científica Marika Holland, del NCAR, una de los coautores del estudio.

Los investigadores compararon simulaciones del clima del pasado obtenidas de los modelos, con observaciones hechas por satélites y por otros instrumentos. Encontraron que, como promedio, los modelos simulaban una pérdida en la cobertura de hielo en septiembre del 2,5 por ciento por década entre 1953 y 2006. La más rápida velocidad en la retirada veraniega de los hielos en un modelo individual fue de un 5,4 por ciento por década (septiembre es el mes con menor cobertura de hielos marinos de todo el año en el Ártico). Pero los juegos de datos recientemente disponibles, que han integrado viejos informes elaborados desde barcos y aviones, con las mediciones más recientes de los satélites, muestran que el hielo en septiembre realmente disminuyó a una velocidad de cerca del 7,8 por ciento por década durante el período de 1953 al 2006.

Esto sugiere que las actuales proyecciones de los modelos pueden dar tan

sólo una estimación conservadora de los cambios futuros en el Ártico, y que los hielos marinos durante el verano ártico pueden desaparecer por completo mucho antes de lo que habían previsto las proyecciones del IPCC.

El estudio indica que, a causa de la disparidad entre los modelos informáticos y las observaciones reales, el derretimiento veraniego del hielo está adelantado en treinta años a lo pronosticado por los modelos climáticos. Como resultado, el Ártico podría estar estacionalmente despejado de hielos marinos mucho antes que en el intervalo pronosticado por el IPCC, y que fue fijado en algún momento desde el 2050 hasta bien pasado el 2100.

Los autores especulan con que los modelos informáticos pueden errar en abarcar el impacto completo del incremento en la atmósfera del dióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero. Mientras que los modelos señalan que cerca de la mitad de la pérdida de hielo desde 1979 hasta 2006 se debió al incremento de los gases de efecto invernadero, y que la otra mitad fue consecuencia de las variaciones naturales en el sistema climático, el nuevo estudio indica que los gases de efecto invernadero pueden estar desempeñando un papel significativamente mayor.

Las eras glaciales y el calentamiento global

Alfonso de la Vega Rivera

El clima de nuestro planeta ha tenido grandes variaciones a lo largo del tiempo. Grandes periodos de temperaturas cálidas han sido interrumpidos periódicamente por épocas glaciales, que se caracterizan por acumulaciones persistentes de nieve y hielo. Las glaciaciones ocurren cuando los veranos no son lo suficientemente cálidos y largos para derretir el hielo acumulado durante el invierno. Se conoce que una alteración en la temperatura de unos pocos grados es suficiente para iniciar o finalizar una glaciación. Entre las glaciaciones existen periodos con climas más cálidos llamados interglaciales.

Gracias al registro fósil se han podido distinguir periodos con glaciaciones muy intensas; una de ellas ocurrió hace 65 millones de años, durante el final de la era Mesozoica y se supone que está relacionada con la extinción de los dinosaurios. Se piensa que la glaciación más severa fue hace 590 millones años.

La era glacial más reciente comenzó hace aproximadamente 1.5 millones de años, durante el Pleistoceno. En este periodo se tienen registradas al

menos cuatro extensas glaciaciones que cubrieron grandes áreas de la Tierra; mantos de hielo de más de 3 kilómetros de grosor se extendieron desde los polos y cubrieron en su camino la mayor parte de los continentes, llegando hasta lo que hoy es Estados Unidos, Inglaterra y el Norte de Europa; luego los mantos se retiraron nuevamente hacia los polos.

Actualmente estamos viviendo al final de la cuarta glaciación, que completó su retroceso hace sólo aproximadamente 8,000 años.

El registro fósil muestra que durante estos periodos de cambio climático violento las poblaciones de plantas y animales estuvieron bajo extraordinarias presiones de selección natural; la mayoría de los organismos tuvieron que desplazarse o cambiar para evitar la extinción. Durante los periodos de las glaciaciones, sólo los animales de la tundra nórdica pudieron sobrevivir en sus mismos lugares; hubo grandes migraciones de animales. Se han encontrado huellas de grandes hordas de caballos, osos y leones, de los periodos interglaciales, vagando por Europa. En América del Norte, según el registro fósil, había camellos y caballos, y grandes perezosos, tan grandes como los elefantes actuales. En los periodos más fríos, los renos llegaron por el sur hasta Francia, mientras que durante los periodos más cálidos, los hipopótamos llegaron hasta Inglaterra.

La razón de los grandes cambios de temperatura en la Tierra es uno de los puntos más controvertidos en la ciencia moderna. Han sido atribuidos alternativamente a cambios en la órbita de la Tierra, a variaciones en el ángulo de inclinación de la Tierra respecto al Sol, a la migración de los polos magnéticos, a fluctuaciones en la energía solar, a mayor elevación de las masas continentales, a la deriva de los continentes y a combinaciones de éstas y otras causas.

Actualmente se habla mucho del cambio climático; este fenómeno fue descubierto a fines del siglo pasado y según las mediciones y predicciones de los expertos, la temperatura de la Tierra está aumentada muy rápidamente debido a que la quema de combustibles fósiles provoca grandes emisiones de CO y CO₂ y otros gases a la atmósfera. A pesar de que en la historia de nuestro planeta se han registrado cambios muy bruscos en la temperatura, no sabemos cuáles serán los efectos a nivel global del calentamiento provocado por estas grandes emisiones de gases. Se han hecho predicciones muy diferentes dependiendo del modelo utilizado: algunos expertos aseguran que el calentamiento será sólo de 1 o 2 grados centígrados, y otros creen que la temperatura podría cambiar incluso en 15 grados o más.

Las perspectivas para nuestro país no son muy alentadoras; según las

predicciones, las zonas templadas y tropicales serán las más afectadas por sequías y desertificación. El calentamiento global es un problema muy serio y los países se han reunido para dar soluciones al problema.

Durante una reunión en Kyoto, Japón, algunos países propusieron disminuir las emisiones de gases perjudiciales para la atmósfera e investigar sobre energías alternativas a los combustibles fósiles. Sin embargo, los países industrializados como Estados Unidos e Inglaterra no están de acuerdo en tales medidas, por lo que la concentración de carbono en la atmósfera continúa aumentando. Algunas personas creen que la reciente ola de tragedias climáticas se debe al calentamiento global; sin embargo, esto no se ha podido comprobar del todo.

El cambio climático es tal vez uno de los retos ambientales más importantes en la historia de la humanidad. De no tomarse medidas en el corto plazo para reducir de manera sustancial la emisión de CO y CO₂ a la atmósfera, el mundo en conjunto enfrentará daños potenciales gravísimos.

Detener los procesos de deforestación y desertificación, promover la adecuada conservación de los suelos y hacer un gran esfuerzo para la restauración de tierras degradadas son acciones prioritarias en cualquier estrategia dirigida a la prevención y mitigación del posible cambio climático.

Bibliografía

Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, "Changing climate" Reporte del Comité de Asesoramiento sobre el Dióxido de Carbono (CDAC), National Academy Press, Washington D. C., 1983.

Masera O., "Carbon mitigation scenarios for mexican forests: Methodological considerations and results", *Interciencia*, vol. 20, núm 6, 1995, pp. 388-395.

VIDEODEBATES

En este apartado, los alumnos bajo la supervisión y asesoría del maestro, deberán observar, analizar y concluir debatiendo por sí mismos, algunos videos tanto científicos como tecnológicos, algunos títulos que tiene la Oficina de Videoteca de la Dirección General de Telebachillerato y que uds. Maestros pueden solicitarlos, son:

Tecnología: “Cultivo de Setas en el Telebachillerato de Monte Blanco, Teocelo”, “Cria de tilapia en Nautla, Veracruz”, “Granja Integrada Productiva en en Telebachillerato de Pinoltepec, E. Zapata”

Pueden usar también los videos, cd, que tengan en sus centros, o que los alumnos puedan conseguir en su casa, con amistades etc. Por ejemplo de la serie: Nacional Geographic, Discovery, Time Life, Cosmos (de Carl Sagan) Salvat etc. Otros títulos que tengan siempre y cuando sean específicamente científicos –tecnológicos para poder debatirlos por equipos o individualmente.

INSTITUTOS Y CENTROS DE INVESTIGACION CIENTIFICA



Universidad Veracruzana

MÉXICO

Instituto de Investigaciones Biológicas

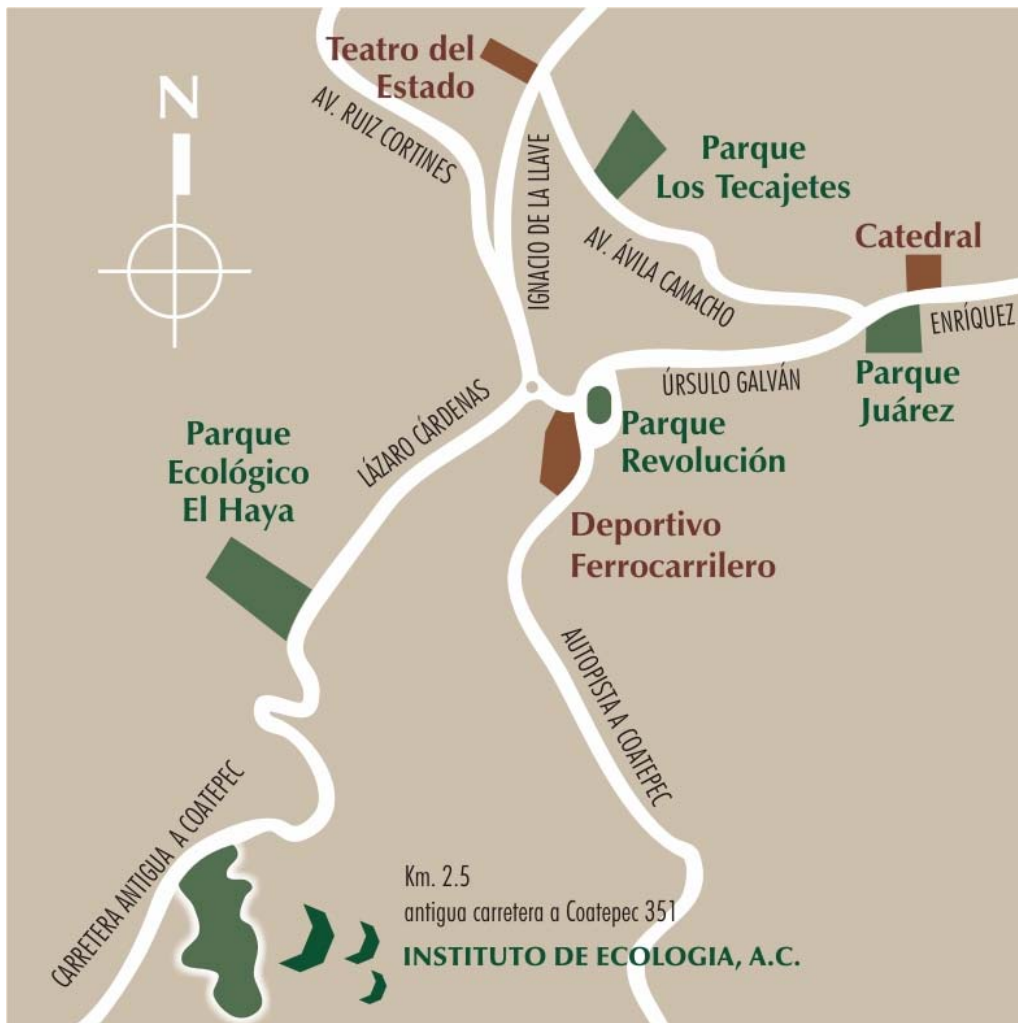


En 1981 se crea el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) con la finalidad de realizar estudios de comportamiento y estudios florísticos y faunísticos en la región de los Tuxtlas y en la Sierra de Santa Martha en Veracruz. Es hasta 1991 cuando recibe el rango de Instituto de Investigaciones Biológicas.

El Instituto de Investigaciones Biológicas tiene como misión el realizar estudios encaminados a la búsqueda del conocimiento, básico y aplicado, de los procesos biológicos en sus distintos niveles de organización. Actualmente en el IIB se mantienen 7 áreas de investigación con 14 líneas de investigación, bajo la responsabilidad de 12 Investigadores y 4 Técnicos Académicos.

El IIB se encuentra ubicado en el complejo de edificios de la Dirección General de Investigaciones de la [Universidad Veracruzana](#), en la Avenida Dr. Castelazo S/N, Col. Industrial Animas, C.P. 91190, Km. 3.5 Carretera Jalapa-Veracruz, A.P.294, Tel: (228) 8-41-89-10 Fax: (228) 8-41-89-11.

La conformación del INECOL surgió en torno al interés por desarrollar investigación acerca del uso de los recursos naturales, la conservación y la biodiversidad de México. A su vez, este interés partió de la necesidad de contar con estudios básicos y respuestas científicamente fundadas para resolver los problemas ecológicos derivados del uso de los recursos naturales. Esta postura ha permitido reunir un importante cúmulo de experiencias y sigue vigente en la actualidad. Con esto, se busca apoyar con bases sólidas el establecimiento de políticas y mecanismos adecuados para continuar e impulsar el desarrollo del país, evitando al máximo posible la afectación del medio ambiente y la riqueza biológica de los ecosistemas, que condicionan la calidad de vida y el bienestar de la población.



FRANCISCO JAVIER CLAVIJERO

...un encuentro con la naturaleza



El Jardín Botánico "**Francisco Javier Clavijero**" al igual que otros en su tipo, es un centro de investigación científica y juega un papel importante en la conservación de la flora, manteniendo en sus colecciones, especies de plantas amenazadas por la extinción. Además, es un excelente foro de enseñanza, apoyo a los programas educativos y sensibilización al público de tópicos de conservación.



Misión

Mantener una colección científica de plantas vivas, que permita realizar investigación, educación, difusión y propagación, así como contribuir a la conservación y uso sustentable de especies endémicas y/o en peligro de extinción, particularmente de la flora regional, con énfasis en las especies del bosque mesófilo de montaña.

Visión

Consolidar un centro de investigación, educación, difusión, formación profesional, de importancia regional, nacional e internacional, participando en programas de sustentabilidad, restauración y conservación de la biodiversidad.

Objetivos

- Realizar y apoyar investigación básica y aplicada, utilizando las colecciones científicas y especies de la flora regional.
- Diseñar estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* de las especies de interés para el Jardín Botánico.
- Desarrollar y participar en la elaboración de proyectos sobre manejo, uso sustentable, reintroducción de plantas y restauración ecológica.
- Contribuir a la conservación y uso sustentable del patrimonio natural, mediante la educación y difusión.
- Participar en las actividades de manejo y mantenimiento del área adyacente (Santuario del Bosque de Niebla) a través del Comité Coordinador.
- Generar y transferir tecnología encaminada al aprovechamiento y conservación de los recursos vegetales.
- Formación y capacitación técnica y profesional en las diversas líneas de investigación del programa jardín botánico.
- Intercambio de material biológico con otros centros de investigación y brindar asesoría a otros jardines botánicos.



Horario

Lunes a domingo de 9:00 a 17 hrs.

Entrada

Adultos: \$5.00

Niños: \$2.00

Teléfono:

Directo + 52 (228) 842 18 27

Conmutador +52 (228) 842 18 00 ext 5143

Fax: +52 (228) 842 18 27

Correo electrónico: jardinbotanico@inecol.edu.mx

PROGRAMAS DE INVESTIGACION EN EL INSTITUTO DE ECOLOGIA

1. BIODIVERSIDAD Y ECOLOGIA ANIMAL

Misión

Realizar investigación científica original sobre biodiversidad, ecología, comportamiento, reproducción, biogeografía y filogenia en insectos y vertebrados que tenga repercusión en los programas nacionales sobre medio ambiente y biología de la conservación, así como en la formación de recursos humanos técnicos y científicos de nivel competitivo en las mismas áreas.

Visión

Constituirse en el mejor grupo de investigación en el país que se dedique a estudios básicos y aplicados en biodiversidad, ecología, fisiología y ecología

reproductiva, biogeografía, etología y filogenia de algunos grupos de insectos y vertebrados para así contribuir en los programas de manejo, conservación y el uso de la biodiversidad y del medio ambiente nacionales.

Jefe Departamento-Dr. Alberto Gonzalez R.

2. BIOLOGIA EVOLUTIVA

Misión

Producir y difundir conocimiento de alto nivel en el campo de la biología evolutiva y áreas afines, sobre los procesos y mecanismos de diversos sistemas.

Visión

Consolidar un grupo de investigación de prestigio internacional que genere y difunda conocimiento relevante con diversos enfoques en la Biología Evolutiva.

Jefe de Departamento

[Dr. Juan Francisco Ornelas Rodríguez](#)

3. BIOLOGIA DE SUELOS

Misión

Generar conocimiento básico y aplicado sobre la ecología, manejo y diversidad de la biota edáfica, en particular los hongos microscópicos, la macrofauna de invertebrados (hormigas, termitas, lombrices de tierra, etc.) y la fauna saproxilófaga, (Coleoptera: Lucanidae y Passalidae) que permita entender su rol en los procesos de descomposición de la materia orgánica y del reciclaje de nutrientes de los ecosistemas así como en la conservación y recuperación de la fertilidad del suelo con el objeto de proponer alternativas a corto y mediano plazo para la restauración de agroecosistemas y ecosistemas perturbados.

Visión

Conformar un grupo de científicos líderes en su campo y con reconocimiento nacional e internacional en ecología, taxonomía y manejo de la biota edáfica que de manera rigurosa y clara demuestren la importancia de la actividad, de la diversidad y de las interacciones de los organismos del suelo sobre el funcionamiento y dinámica de los

ecosistemas, y así incidir en programas (locales, nacionales e internacionales) que promuevan soluciones a la erosión y degradación de los suelos.

Jefe de departamento

[Dr. Pedro Reyes Castillo](#)

4. ECOLOGIA FUNCIONAL

Misión

Produce conocimiento científico original y forma investigadores de alto nivel en aspectos relacionados con diferentes niveles de funcionamiento de los ambientes naturales: estructura y función de las plantas, estructura y dinámica de las poblaciones y comunidades, y estudios que permiten integrar los diferentes componentes de las comunidades vegetales y animales bajo la perspectiva de la ecología de paisaje. La investigación se efectúa en zonas costeras y áridas, bosques templados y tropicales, y sistemas acuáticos. Se desarrollan y promueven estrategias para la conservación de la biodiversidad, la restauración y el manejo sustentable de los recursos naturales en áreas protegidas.

Visión

Constituir un grupo de trabajo que aporte contribuciones académicas relevantes en las líneas de investigación de nuestra competencia, formando recursos humanos altamente calificados y competitivos en el ámbito nacional e internacional. Vincularnos de manera efectiva con los problemas de conservación, restauración, desarrollo social y económico del país, fortaleciendo la colaboración con otras instancias nacionales e internacionales. Esto permite desarrollar proyectos, planes de manejo y tecnologías apropiadas para asegurar la conservación, protección y restauración de los paisajes de manera compatible con el desarrollo social y económico del país. Es también nuestro interés contribuir al diseño de políticas ambientales, colaborando con instancias nacionales e internacionales.

Jefe de Departamento

[Dra. Guadalupe Williams](#)

5. ECOLOGIA APLICADA

Misión

El departamento está integrado por un grupo diverso, investigadores y técnicos, que aborda el estudio del medio físico (suelos, clima, geomorfología) y la ecología de las comunidades bióticas. Busca sintetizar este conocimiento en el desarrollo de fórmulas o modelos que, con un enfoque predictivo, permitan su aplicación a la concepción de un desarrollo sustentable de los recursos naturales; contribuyendo a evitar la pérdida de la biodiversidad, mitigar las afectaciones ambientales que generan los proyectos y obras de desarrollo, y fomentar alternativas de restauración ecológica que incorporen opciones productivas.

Visión

Un grupo interdisciplinario que realiza investigación de alto nivel orientada a la resolución de problemas sobre manejo de recursos naturales y conservación ecológica; que contribuye a fortalecer los instrumentos de planeación del desarrollo a largo plazo, basados en un marco predictivo y participativo que hace compatible la conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento de los recursos naturales. Compartiendo la visión de muchos científicos de que la investigación científica debe contribuir a la resolución de problemas humanos importantes.

Jefe de Departamento

[Dr. Víctor Rico-Gray](#)

6. ENTOMOLOGIA

Misión

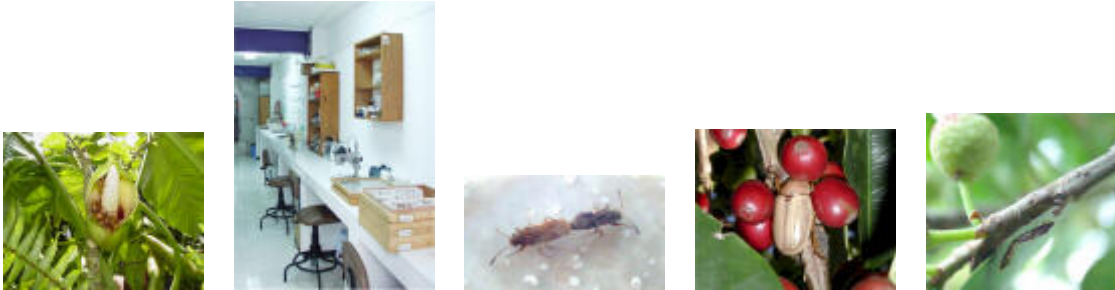
Producir conocimiento científico acerca de los insectos que habitan en México y la región Neotropical, mediante estudios sobre su taxonomía y biología desde una perspectiva evolutiva y ecológica.

Visión

Ser un polo estratégico en la generación y difusión del conocimiento entomológico en Latinoamérica, en la preparación de profesionales altamente calificados y en la evaluación de la diversidad e importancia de los insectos en un contexto de desarrollo sostenible.

Jefe de Departamento

[Dr. Aristeo Cuauhtémoc Deloya López](#)



7. BIODIVERSIDAD Y SISTEMÁTICA

Misión

Producir y difundir conocimiento científico que contribuya al entendimiento de la biodiversidad y sistemática de plantas y hongos mediante investigación taxonómica, molecular, filogenética y biogeográfica de alto nivel. Participar en la formación de recursos humanos profesionales y técnicos que den continuidad a la generación de conocimiento en esta área.

Visión

Continuar con liderazgo desarrollando investigación de alto nivel sobre la sistemática y biodiversidad de plantas y hongos. Que el resultado de las investigaciones sea de impacto y constituya un principal referente para el entendimiento de la biodiversidad y desarrollo de la sistemática de esos grupos en un contexto nacional e internacional. Formar recursos humanos especializados en esta área y continuar la vinculación nacional e internacional con grupos de investigación, así como con el sector educativo, público y privado.

Jefe de Departamento

[Dr. Victor M. Bandala Muñoz](#)

8. FLORA DEL BAJIO

Misión

El departamento de Flora del Bajío tiene como objetivo central la elaboración, edición, publicación y distribución de la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes; obra que proporciona un inventario de las especies de plantas vasculares que habitan en forma silvestre en los estados de

Guanajuato, Querétaro y en la parte norte de Michoacán. Proyecto con el que se genera conocimiento básico sobre la diversidad vegetal de la región.

Además el Departamento se encarga de la edición, publicación y distribución de la revista Acta Botánica Mexicana; publicación con la que participa en la difusión de la investigación botánica que se realiza en el país a nivel nacional e internacional.

Visión

El Centro Regional del Bajío es uno de los principales centros de investigación en florística, taxonomía vegetal y fitogeografía de México.

También se pretende que éste sea un importante centro de información sobre los recursos vegetales del país.

Objetivos

- Publicar y difundir los conocimientos generados, a través de nuestras propias publicaciones y/o en revistas científicas, capítulos de libro y libros con arbitraje nacional e internacional.
- El incremento y conservación de las colecciones del herbario del Centro Regional del Bajío (IEB), que actualmente cuenta con más de 170,000 especímenes.
- Incrementar y mantener actualizada la base de datos del herbario y permanecer ligados a la Red Mundial de Biodiversidad.
- El incremento y mantenimiento de la biblioteca del Centro, especializada en botánica.
- Proporcionar servicios de identificación, asesoría y consulta de las colecciones a estudiantes y el público en general.
- Formar profesionales en biología y taxonomía, ya sea dirigiendo tesis de licenciatura y de posgrado, dictando cursos, ofreciendo asesorías, o capacitando regularmente a investigadores y técnicos de otras instituciones.
- Establecer convenios de colaboración e intercambio de información y ejemplares botánicos con otras instituciones.

Obtener apoyos para realizar proyectos de ciencia básica (CONACYT, CONABIO).

Líneas de investigación

- Estudios florísticos y de vegetación (Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes).
- Estudios taxonómicos y monográficos sobre familias, géneros o grupos de plantas vasculares de México (Crassulaceae, Burseraceae, Convolvulaceae, Lentibulariaceae, etc.).
- Estudios relacionados con la fitogeografía de México.

[Dr. Sergio Zamudio Ruiz](#)

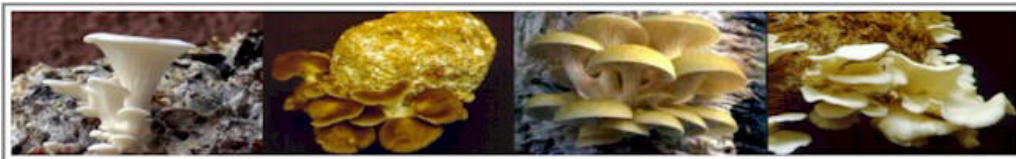
9. MICOLOGIA

Misión

Realizar investigación básica y aplicada que contribuya significativamente al conocimiento taxonómico, ecológico, biogeográfico y etnomicológico de los hongos macroscópicos de México y el extranjero, así como al cultivo de especies comestibles principalmente tropicales y subtropicales en residuos agrícolas de importancia comercial. Promover en el sector productivo, la aplicación de los conocimientos generados a través de capacitación y asesoría en temas específicos, así como el desarrollo de paquetes tecnológicos. Formar recursos humanos de alto nivel académico. Difundir los resultados de sus investigaciones y contribuir al desarrollo social y económico del país

Visión

La Unidad de Micología seguirá consolidándose como un grupo líder en México y en América Latina, a través de sus investigaciones y publicaciones. Se mantendrá como un sitio atractivo para la formación de especialistas en el área, además de vincularse con instituciones de enseñanza y con el sector productivo de país.



Objetivos

1. Producir conocimiento científico de alta calidad y publicar los resultados generados en revistas científicas, capítulos de libro y libros con arbitraje, nacionales e internacionales. Así como también divulgar esta información en revistas, libros, manuales y pláticas para diferentes niveles de audiencia.
2. Formar profesionales especializados en Micología, mediante la dirección de tesis de licenciatura y de postgrado, dictando cursos, ofreciendo asesorías, capacitando regularmente a investigadores y técnicos de otras instituciones (nacionales y extranjeras)
3. Obtener apoyos para realizar proyectos de ciencia básica, vinculación y de intercambio académico.
4. Conservar, actualizar e incrementar las colecciones biológicas que resguarda la Unidad
 - a. Colección de Hongos del Instituto de Ecología
 - b. Cepario de Hongos del Instituto de Ecología

Fortalecer la vinculación con instituciones de enseñanza y con el sector productivo del país.

Líneas de investigación

1. Biodiversidad de macromicetes de Mexico y el extranjero.
2. Estudios sobre el Género *Psilocybe*.
3. Etnomicología y uso de los hongos.
4. Conservación del germoplasma, colecta, caracterización y selección de cepas.
5. Optimización de los sistemas de producción, mediante la experimentación en todas las etapas del cultivo, que favorezcan los rendimientos alcanzados.
6. Interacciones entre las especies cultivadas y organismos contaminantes, para la identificación de puntos críticos que eviten el uso de sustancias químicas.
7. Fisiología de las especies cultivadas, con énfasis en la producción de enzimas lignocelulolíticas y su relación con los procesos productivos y defensivos del hongo.
8. Experimentación con especies comestibles y medicinales de reciente introducción.
9. Vinculación y transferencia de tecnología con el sector productivo, mediante la capacitación y asesoría a soluciones específicas a sus demandas.



Coordinador: Eugenia Olguin Palacios

10. ENTOMOLOGIA APLICADA

Misión

Formar recursos humanos de alto nivel con el fin de aportar nuevos elementos a la ciencia y de contribuir al desarrollo de México mediante el fortalecimiento de su soberanía y la creación de nuevos cuadros de investigadores comprometidos con la calidad y la integridad científica.

Visión

Pretendemos posicionarnos como un grupo con liderazgo internacional en los campos de la biología, ecología, comportamiento, genética y evolución de las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) y sus enemigos naturales (particularmente los parasitoides). Generar nuevos paradigmas en el campo del manejo integrado de plagas (con énfasis en métodos alternativos biorracionales de control de moscas).

Objetivos

- Consolidar en los siguientes 5-7 años un grupo de investigación conformado por 4 investigadores titulares, 3 investigadores visitantes (con nombramiento institucional), 3 investigadores posdoctorales y 5 técnicos académicos con plaza institucional. □ Lograr que todos los investigadores titulares adscritos a nuestra Unidad formen parte del Sistema Nacional de Investigadores, ingresen a la Academia Mexicana de Ciencias y asuman un liderazgo en los procesos de toma de decisión académica tanto a nivel institucional como nacional (e.g., participación en comisiones dictaminadoras). □ Lograr nuestra independencia financiera mediante la consolidación de un fideicomiso de al menos 10 millones de pesos (ya se cuenta con 3 millones).
- Consolidar la infraestructura física y el equipamiento de nuestros laboratorios para poder llevar a cabo investigaciones de cada vez mayor nivel y novedad.
- Publicar los resultados de nuestras investigaciones en revistas indexadas de cada vez mayor impacto.

- Mantener una tasa de producción científica equiparable a los grupos de investigación líderes a nivel internacional en las áreas de investigación que manejamos.
- Lograr vínculos formales con todos los laboratorios líderes a nivel internacional en las áreas de investigación que manejamos.
- Formar estudiantes altamente competitivos en el mercado laboral en un contexto internacional.
- Mantener estándares de calidad de investigación y de integridad física nivel internacional.

Líneas de investigación

Las líneas de investigación relacionadas a las moscas de la fruta y sus parasitoides que hemos manejado en los últimos 14 años (y seguimos manejando) son: **1) Historia Natural y Biología Básica** (e.g., ciclos de vida, plantas hospederas, diapausa); **2) Comportamiento** (e.g., alimentación, oviposición, comportamiento sexual); **3) Ecología Química** (respuestas de las moscas y sus parasitoides a estímulos químicos [e.g., volátiles de frutos, feromonas sexuales], visuales y a feromonas de marcaje de hospedero); **4) Ecología de Poblaciones** (factores bióticos de mortalidad, fluctuación y dinámica poblacional, caracterización genética de poblaciones a nivel micro- y macrogeográfico); **5) Ecología Nutricional** (fuentes de alimentación, análisis de reservas de lípidos, proteínas y carbohidratos, fisiología vinculada a la nutrición); **6) Mecanismos Biorracionales de Manejo de las Moscas de la Fruta** (e.g., identificación y utilización de agentes de control biológico tales como parasitoides y depredadores, manipulación del hábitat, utilización de cultivos trampa, utilización de hormonas vegetales y feromonas de marcaje para incrementar la resistencia de los frutos al ataque de las Moscas de la Fruta); **7) Conservación y Restauración Ambiental** (protección y multiplicación de reservorios naturales [ciertos elementos de la vegetación nativa] de parasitoides nativos de Moscas de la Fruta).

11. BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL



Misión

Realizar investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico, así como preparar profesionales en el campo de la biotecnología ambiental y de la ecología industrial, con énfasis en el uso sustentable de recursos naturales y en especial del agua, en congruencia con la estrategia de desarrollo sustentable, de las necesidades del sector productivo y de la Sociedad en su conjunto.

Visión

Consolidarse como un grupo de excelencia en el campo de la biotecnología ambiental, de la ecología industrial y del manejo sostenible de recursos naturales, que prepare profesionales de alto nivel, coadyuvando a la solución de problemas ambientales prioritarios y trascendiendo a nivel nacional e internacional.

Objetivos

1. Difundir los resultados de la investigación mediante diversos mecanismos, especialmente mediante su publicación en revistas científicas arbitradas y con alto factor de impacto, en libros publicados en editoriales de prestigio, en eventos nacionales e internacionales y mediante la formación de redes intersectoriales.
2. Formar recursos humanos de alta calidad para la investigación, la gestión ambiental y el desarrollo de biotecnologías.

3. Atender problemas ambientales específicos del entorno, mediante proyectos para entidades del Gobierno Federal y de los Gobiernos Estatales, así como de los sectores social y privado.

4. Lograr la colaboración interdisciplinaria e inter-institucional con organizaciones nacionales y extranjeras de excelencia



Líneas de Investigación

- 1) Fitorremediación y Fitorremediación para el uso sustentable del agua
Responsable: Dra. Eugenia J. Olguín:
 - a) Interacciones plantas acuáticas-microalgas rizosféricas
 - b) Mecanismos de remoción y tolerancia a metales pesados en plantas acuáticas y en cianobacterias
 - c) Mecanismos de degradación y/o bioacumulación de desestabilizadores endocrinos por cianobacterias
 - d) Diseño, construcción y evaluación de humedales construidos y lagunas con plantas acuáticas para la remoción de nutrientes y metales pesados contenidos en efluentes agroindustriales o industriales
 - e) Desarrollo de sistemas integrales que combinan la digestión anaerobia con fitorremediación y fitorremediación y permiten la recuperación de biomásas de alto valor agregado
 - f) Uso de microalgas y plantas acuáticas para el desarrollo de bioadsorbentes para la remoción de metales pesados e hidrocarburos

- g) Biorremediación y fitorremediación de manglares impactados por hidrocarburos
- h) Biogeoquímica de nutrientes y contaminantes en humedales naturales y construidos.



2) Inmuno-parasitología de peces
Responsable: Dr. Miguel Rubio Godoy

Interacción entre peces y sus parásitos, principalmente gusanos planos de la clase Monogenea. Actualmente se llevan a cabo 3 estudios:

- a) Estudio de la fauna parasitaria de 4 grupos genéticos de tilapia cultivados en la zona centro-norte del Estado de Veracruz. (En colaboración con el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, dependencia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, en Martínez de la Torre, Ver.)
- b) Evaluación del riesgo de infección por *Gyrodactylus* para la truticultura. (Estudio de peces silvestres de los ríos que alimentan granjas de trucha en la región aledaña a Xalapa y monitoreo en granjas trutícolas aledañas para detectar la presencia de parásitos del género *Gyrodactylus*).
- c) Modelo experimental de interacción pez hospedero-parásito monogéneo, empleando peces nativos de los géneros *Heterandria* y *Xiphophorus*.

Coordinador de Unidad
[Dra. Eugenia J. Olgún Palacios](#)

12. ECOSISTEMAS COSTEROS

Misión

Ser un instrumento regional de integración, cooperación, vinculación y desarrollo de proyectos, principalmente en la Zona Costera del Golfo de México y el Caribe, vinculando la gestión de la ciencia con los sectores productivo y sociopolítico en la toma de decisiones ambientales. Desarrollo de investigaciones y formación de recursos humanos especializados en la costera.

Visión

Aspectos de sustentabilidad ambiental del desarrollo económicos de las costas; cambio climático y vulnerabilidad de los litorales; y manejo integrado de la zona costera.

Ecología y evaluación de recursos naturales (i.e., manglares, humedales, necton estuarino y macroinvertebrados, otros; interpretación de la estructura funcional de los ecosistemas costeros; ecotecnologías como uso de humedales para tratamiento de aguas residuales.

Objetivos

Integrar aspectos teóricos, conceptuales y metodológicos para el manejo ambiental de los ecosistemas y sus recursos naturales en un marco ecológico, social y económico integrado, para proteger la biodiversidad y la dinámica de la Zona Costera, hacia el desarrollo sustentable del uso de los recursos

Líneas de investigación

Ecología y Manejo de Recursos Costeros:

- a.- Sustentabilidad ambiental del desarrollo económico de la zona costera
- b.- Vulnerabilidad de litoral del Golfo de México y Caribe frente al cambio climático
- c.- Manejo integrado de Zona Costera

13. RECURSOS FORESTALES

Misión

Generar conocimiento científico y tecnológico de los recursos forestales maderables y no maderables y otros servicios asociados al bosque.

Visión

Constituirse en un grupo con prestigio internacional y nacional en la generación de investigación básica y aplicada sobre recursos forestales maderables y no maderables y otros recursos naturales ligados al bosque, como el agua.

Objetivos

1. Producir conocimiento acerca de la anatomía y fisiología de las especies arbóreas.
2. Caracterizar tecnológicamente especies maderables mexicanas con potencial comercial sustentable o de interés científico.
3. Generar, sistematizar y difundir conocimiento para el mejor uso de los recursos forestales no maderables y de los productos maderables en particular para la construcción y la fabricación de bienes.
4. Establecer protocolos de regeneración in vitro de especies del bosque en peligro de extinción y de interés económico para promover la conservación y su uso sustentable.
5. Fortalecer el manejo del agua desde la perspectiva de la planeación forestal.
6. Estudiar y realizar acciones de aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables nativos con la participación de campesinos y productores.”

Líneas de investigación

Aprovechamiento y Conservación de Recursos Forestales

Temas particulares:

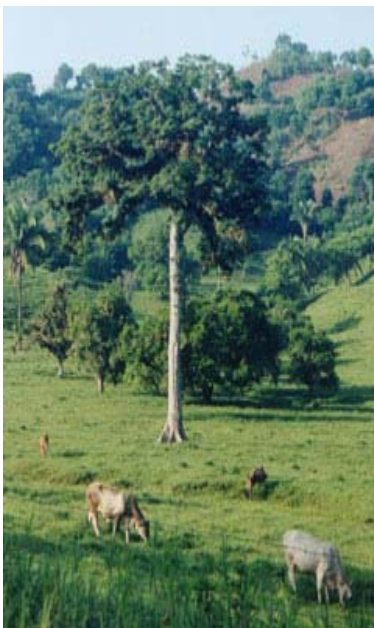
- 1.- Tecnología de productos forestales
- 2.- Anatomía y fisiología de árboles

- 3.- Diseño y comportamiento de estructuras de madera
- 4.- Planeación del manejo del agua
- 5.- Cultivo de tejidos vegetales
- 6.- Manejo y aprovechamiento de recursos forestales no maderables

Coordinadora
[Dra. Eugenia Olguín Palacios](#)

CITRO

CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA



INTRODUCCION

El trópico posee los ecosistemas más diversos de la tierra y también los más frágiles. En México las regiones tropicales comprenden prácticamente la mitad de su territorio, donde se encuentran importantes tipos de vegetación que van desde las selvas hasta diversos tipos de humedales.

Nuestro país, y especialmente en el trópico es donde se ha dado cabida al desarrollo y florecimiento de varias culturas entre las que destacan los mayas, olmecas, totonacas, huastecos, chontales, entre otros. En nuestros días muchos grupos étnicos que habitan la región tropical del país poseen un gran conocimiento de sus recursos, así como su manejo.

De ahí que el trópico mexicano represente una de las más importantes opciones de desarrollo en el futuro, pero también representa uno de sus grandes retos. Se estima que los ecosistemas tropicales tienen las más altas tasas de deterioro del país y los más altos índices de pobreza. Este doble reto de deterioro y pobreza amerita el desarrollo de programas de conservación y manejo de los recursos naturales.

El Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO) de la Universidad Veracruzana, tendrá como prioridad el estudio de las tierras bajas del trópico.

DIRECCION: Casco de la exhacienda Lucas Martín, privada de Araucarias. Sin número. Col.Periodistas C.P.91019
Teléfono:**84227888422789**
Fax:**8108263** ApartadoPostal:**525** Xalapa, Veracruz, México

PROGRAMAS DE INVESTIGACION-INVESTIGADORES RESPONSABLES Y ASOCIADOS A UN DETERMINADO PROYECTO. (EL ALUMNO DEBERA CONOCER ALGUNOS DE LOS PROGRAMAS QUE DESARROLLA EL CITRO, ASI COMO DE OTROS INSTITUTOS, COLEGIOS ETC. ANTES DE VISITAR DICHOS LUGARES).

ARBOLES TROPICALES

El proposito DE este programa es el estudio y evaluación del conocimiento botánico tradicional, y los mecanismos de acceso y recuperación de la información etnobotánica. Utilizamos métodos etnobotánicos y filogenéticos para interpretar la información generada en campo y en el laboratorio con el propósito de:

- 1. Generar la información genómica de árboles tropicales que permita su aplicación biotecnológica.**
- 2. Estudiar procesos de domesticación que se presentan en los trópicos, especialmente en árboles.**
- 3. Investigar la distribución y origen de plantas cultivadas.**
- 4. Estudiar la evolución de árboles tropicales.**

Genoma agrícola tropical.

Objetivo:

-Estudiar la diversidad genética, ecología, etnobotánica y filogeografía de árboles tropicales.

Este proyecto iniciará con el estudio de cacao, vainilla y aguacate en colaboración con UCR.

Etnobotánica y biología molecular de Cacao.



Objetivos:

- Estudiar la domesticación, origen y distribución de cacao en Mesoamérica.**
 - Estudiar la diversidad genética de cacao.**
 - Crear un banco de germoplasma de cacaos silvestres y cultivares antiguos en colaboración con INIFAP, otras instituciones mexicanas y la industria chocolatera.**
-

Cacao en El Cerén, El Salvador.



Objetivo:

- Aislamiento y análisis de muestras de ADN de cacao halladas en el sitio arqueológico, El Cerén (600-650 D. C.), El Salvador, y compararlas con poblaciones actuales distribuidas en Mesoamérica para conocer sus relaciones ancestro-descendientes.
-

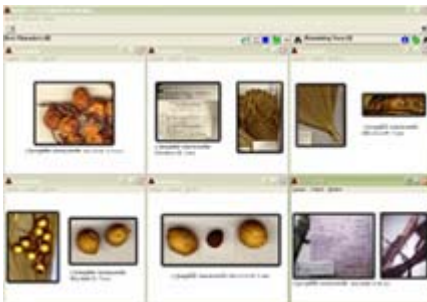
Myxomycetes del Neotrópico.



Objetivo:

- Estudiar la diversidad, ecología y distribución de Myxomycetes, Protostélidos y Dictyostélidos en el sustrato de las selvas y corteza de árboles en el Neotrópico.
-

Aplicación de la computación al conocimiento de la biodiversidad tropical.



Objetivos:

- Aplicación de herramientas computarizadas para el acceso y recuperación de información biológica.
 - [Desarrollar sistemas expertos de identificación taxonómica.](#)
 - Aplicar programas multimedia.
 - Divulgación impresa y electrónica de la información.
-

Desarrollo Sostenible

Responsable:

[Ma.del Carmen Vergara Tenorio](#)

Ph. D. Universidad de Illinois en Urbana- Champaign

Proyectos exitosos de desarrollo sostenible en el trópico.

Objetivos:

- Promover y analizar casos exitosos en desarrollo sostenible en las zonas rurales.
- Realizar un congreso en el marco del 60 aniversario de la Universidad Veracruzana y durante el Primer Encuentro Internacional sobre Biodiversidad y Desarrollo Sostenible.

Temas del Primer Congreso Internacional sobre Casos Exitosos de Desarrollo Sostenible en el Trópico

- Manejo y conservación del agua.
- Desarrollo agropecuario sostenible.
- Manejo forestal conservacionista.
- Alternativas de manejo sostenible para áreas naturales protegidas.
- Uso de fuentes alternativas de energía.
- Control de la contaminación ambiental.
- Desarrollo urbano sostenible.
- Ecoturismo conservacionista.
- Pesca y acuicultura sostenibles.
- Desarrollo cultural y local sostenible en comunidades indígenas.

Riesgos ambientales entre la población Totonaca.

Objetivo:

● Evaluar el riesgo ambiental entre la población totonaca de la zona de Papantla, Veracruz. Es decir, se determinarán cuáles son las problemáticas de riesgo a las que se enfrenta la población y las posibles acciones de solución a disminuir o eliminar el riesgo ambiental.

Financiamiento: PROMEP

Condiciones de empleo y marginalidad de las mujeres en el sector rural Veracruzano.

Objetivos:

● Comprender las condiciones generales de empleo y marginalidad de las mujeres veracruzanas en el sector rural, ante la situación actual de los procesos productivos y manejo de los recursos.



● Proponer mecanismos para la incorporación de las mujeres veracruzanas a la toma de decisiones y derechos, tanto de sus recursos naturales y materiales, como de sus capacidades productivas.

Financiamiento: FONDO SECTORIAL CONACYT-INMUJER

DISTRIBUCION SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

Responsable: M. en C. Ernesto Rodriguez Luna.

Es necesario canalizar a los espacios apropiados toda la producción de conocimientos científicos para crear una resonancia en los temas de desarrollo sustentable y conservación de los sistemas tropicales, haciendo uso de estrategias adecuadas que permitan abrir un espacio de análisis, planteamiento y debate. Los sectores demandantes de conocimiento han sobrepasado a las esferas educativas. Actualmente, existen distintos niveles de participantes, tradicionalmente excluidos, que necesitan conocer toda la información generada. Para lograr esto, también es

importante considerar la capacitación y formación de cuadros académicos que impulsen la investigación aplicada a problemas de desarrollo del trópico, que en conjunto, permitirán un tránsito hacia la integración de una sociedad sustentable.

Objetivos:

- Diseminar información científica entre los distintos niveles participantes dentro de la agenda ambiental de los trópicos: académicos, tomadores de decisiones (funcionarios, políticos), empresarios, ONGs, habitantes de los trópicos, público en general y medios de comunicación.
- Conformar un grupo de expertos para discutir temas importantes y críticos relacionados con el desarrollo sustentable en estas regiones.
- Determinar y promover una agenda pública de investigación en los trópicos.
- Formar personal de alto nivel con capacidad para identificar y resolver problemas relevantes relacionados a estas áreas.

EDUCACIÓN AMBIENTAL INSTITUCIONAL

La Educación Ambiental (EA) es –sin duda una herramienta indispensable para la construcción de sociedades más concientes y en contacto con los procesos naturales y la conservación de la naturaleza. Integrar la EA a un proyecto educativo para transformar a los individuos en su esencia y en sus valores es un proceso que necesita de la colaboración de diversos sectores para su puesta en marcha.

En este espacio, el Centro de Investigaciones Tropicales impulsa a la Educación Ambiental como una línea de acción, comunicación y difusión para fortalecer el trabajo institucional en este tema.

DIVULGACIÓN Y DIFUSIÓN

Haciendo uso de diferentes herramientas de comunicación, se expondrá el panorama de la problemática y de tópicos pertinentes a las zonas tropicales para alcanzar diferentes audiencias y trascender el ámbito académico.

Publicaciones

- Se pretende tener una publicación electrónica de trabajos de CITRO y de cualquier otro manuscrito de interés en este tema, con el propósito de acercar el conocimiento a toda clase de público sobre el importante papel que juegan los recursos del trópico en la vida diaria.



Redes de información

- Impulsar la participación plural, creando espacios interactivos de personas interesadas en cuestiones de las áreas tropicales. Conferencias, talleres y eventos. Con ponentes invitados y de alta experiencia en su ramo, se desarrollarán actividades encaminadas a fortalecer la reflexión y actualización de propuestas o proyectos de la comunidad profesional dedicada al ámbito ambiental tropical.

Medios de comunicación

- Promover espacios permanentes en radio, prensa y televisión, dedicados a la difusión de temas tropicales por medio de mensajes que cuenten con un lenguaje sencillo y común con el público en general, para crear un conocimiento ambiental y científico en diferentes sectores de la sociedad.

Biblioteca audiovisual

A largo plazo, crear un acervo de material audiovisual (fotografías, textos, videos) para consulta con contenidos prioritarios de estas zonas.

FORMACIÓN ACADÉMICA

Se contempla el desarrollo de propuestas académicas que se adapten y respondan a las necesidades de la problemática del trópico mexicano.

Doctorado en estudios tropicales

- Establecer un programa de graduados basado en los proyectos de investigación que se desarrollarán en CITRO. Diplomado para campesinos en manejo y conservación de recursos tropicales

JARDINES BOTÁNICOS DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA



Responsable:

[Odilón Sánchez Sánchez](#)

Candidato a Doctor en
Recursos Genéticos
Forestales
Instituto de Genética
Forestal de la
Universidad Veracruzana



En el marco de la conformación de la Red de Jardines Botánicos Universitarios el Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana (*Citro*) se propone iniciar la creación del Jardín Botánico del Campus para la Cultura las Artes y el Deporte, zona Xalapa, como proyecto piloto. Dicho jardín contribuirá a desarrollar una cultura universitaria ambiental y permitirá valorar el campus como centro complementario de conocimiento y entorno natural propicio para la docencia, la investigación y la extensión, con base en los preceptos del desarrollo sustentable. Asimismo, se reforzarán las actividades culturales y recreativas en un marco de sensibilización del paisaje natural y de recuperación ecológica.

“Haciendo de las plantas un recurso disponible para la comunidad universitaria y la sociedad veracruzana”

Objetivos generales

Con la participación de investigadores, estudiantes y docentes universitarios se pretende establecer exhibiciones temáticas de plantas vivas con fines de apoyo a la docencia, la investigación, la recreación y el turismo. Asimismo, se realizarán programas educativos e informativos dirigidos a los estudiantes de los distintos niveles escolares y al público en general utilizando los recursos que facilita un jardín botánico.

Además, realizar acciones de conservación y restauración ecológica dentro y fuera del campus con la finalidad de enriquecer su valor como patrimonio natural urbano.

Objetivos específicos

Es preciso mantener un vínculo constante con la comunidad estudiantil, el profesorado y los investigadores universitarios para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la botánica y temas relacionados con el

aprovechamiento de las plantas como recurso ecológico, sociocultural y económico.

También sostener vínculos directos con el público en general (educación y difusión públicas, asesorías, etc.) funcionando como un centro de información y de recursos, así como con instituciones afines, organismos nacionales e internacionales, tanto oficiales como no gubernamentales.



Se requiere concentrar en sus colecciones principalmente flora regional, sin excluir la cuidadosa introducción de especies vegetales exóticas de reconocida utilidad y alto valor comercial.

Es fundamental promover y difundir el desarrollo sustentable en un marco regional, incrementar y diversificar la oferta turística de la entidad, así como fomentar la arborización urbana.

Proyectos específicos

1. Ordenamiento ecológico territorial del Campus Universitario, zona Xalapa para la creación del Jardín Botánico, cuyo propósito es tener una idea clara y precisa de la ubicación y extensión de las áreas que serán destinadas para la creación de las colecciones del jardín botánico universitario, garantizando su permanencia.

Instituciones participantes: *Citro*.

2. Documentación y etiquetado de la flora ornamental del Campus Universitario para la Cultura y las Artes, zona Xalapa. Considerando la gran afluencia de visitantes que actualmente posee (80% de los universitarios y un buen número de visitantes realizan ahí parte de sus actividades cotidianas) y dada la diversidad de especies ornamentales con las que cuenta, resulta importante brindar información al público sobre su nombre común, nombre científico, usos y origen geográfico, con la finalidad de despertar un mayor interés en su cuidado y estudio.

Instituciones participantes: *Citro* y Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, AC.

3. Establecimiento de una plantación experimental de *Pinus jaliscana* Pérez de la Rosa en el Campus Universitario, zona Xalapa. Dicha plantación tiene como objetivo valorar la procedencia de poblaciones, fratrias y semifratrias de *Pinus jaliscana* Pérez de la Rosa, con la cual se espera obtener suficiente información para desarrollar una metodología de

manejo (uso y conservación) de la especie en esta región. Esta plantación se sumará a las dos ya existentes en el campus, una de *P. pseudostrobus* Lindley y otra de *P. patula* Schldl. & Cham.

Instituciones participantes: *Citro* y el Instituto de Genética Forestal, ambos de la Universidad Veracruzana, así como la *Conafor*.



4. Establecimiento de la colección de Encinos (*Quercus spp.*), la cual contendrá una muestra representativa de las especies de encinos que crecen en la región. Tiene la finalidad de revalorar y resaltar la importancia taxonómica, económica y ecológica de este grupo de plantas. Paralelamente, permitirá desarrollar actividades relacionadas con su escasa o nula horticultura.

Instituciones participantes: *Citro*, Instituto de Genética Forestal y *Conafor*.

5. Pabellón de Cícadras y helechos. Esta colección reunirá dos grupos de plantas de suma importancia desde el punto de vista evolutivo (fósiles vivientes) y de creciente valor económico. Eventualmente, permitirá recrear las condiciones que prevalecieron en el Cretácico mediante el empleo de la museografía, como medio para atraer la atención turística. Una vez establecida, la colección permitirá el abasto de material para desarrollar protocolos de propagación de las distintas especies que la integren.

Instituciones participantes: *Citro* e Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana, así como el Instituto de Ecología, AC, en Xalapa.

6. Establecimiento del banco de variedades de café. Esta colección pretende reunir la máxima cantidad posible de variedades de café provenientes de las especies *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora*, Pierre ex A. Froehner, para estimular su estudio y apoyar la formación de los estudiantes del TSU en Control de Calidad en Cafecultura que ofrece la Facultad de Agronomía de la UV, zona Xalapa.

Instituciones participantes: *Citro* y Facultad de Agronomía de la UV, zona Xalapa.

7. Área de conservación y restauración ecológica en el terreno Anexo a la Alameda. En un área aproximadamente de 2 hectáreas (actualmente arbolada pero pobre en especies) –que por sus características se considera no apta para la construcción de instalaciones se realizarán acciones (enriquecimiento de especies y mejoramiento del suelo) tendientes a lograr la recuperación de una muestra del bosque mesófilo de montaña,

representativo del paisaje natural de la región. En este espacio, ya restaurado y mediante su documentación, el público visitante podrá apreciar la singular riqueza específica del bosque mesófilo de montaña, así como las distintas formas de vida vegetal y animal que integran este tipo de ecosistema.

Instituciones participantes: *Citro*.

8. Colección de frutales nativos y naturalizados en el terreno Anexo a la Alameda. En una extensión de aproximadamente 1.5 hectáreas se pretende, prioritariamente, el rescate de cultivares antiguos (en un estado próximo al silvestre) de frutales de la región que actualmente se encuentran olvidadas y que, sin embargo, poseen un valor económico potencial. Asimismo, serán incluidas todas las especies de frutales de consumo y mercadeo local, pero a menudo en peligro, tanto nativas como naturalizadas. También se incluirán especies exóticas de reconocida utilidad y alto valor económico. En resumen, será una colección genética en donde se exhibirán juntos a los progenitores silvestres, las variedades y razas logradas por la selección genética en busca de formas más aptas económicamente.



Invernadero y laboratorio banco de germoplasma de Vainilla (Vanilla spp.) en el terreno (Anexo a la Alameda)

En este invernadero se concentrará la máxima cantidad de especies (silvestres y cultivadas) del género *Vanilla* existentes en nuestro País y el extranjero conformando un banco de germoplasma adecuado para la investigación integral de este importante recurso económico a nivel mundial.

Instituciones participantes:

Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), UV.

Universidad de California en Riverside

Herbario AMO, Asociación Mexicana de Orquídeas (D.F.).

INIFAP (Martínez De la Torre, Ver.)

Ets de la vanille de Tahiti (Raiatea, Tahiti)



Establecimiento de cercos vivos diversificados en los linderos del Campus para la Cultura las Artes y el Deporte Zona Xalapa

Los cercos vivos por su estructura y composición florística tienen un importante papel al funcionar como corredores biológicos, ya que a través de estos pasan, se refugian y establecen especies faunísticas (aves, mamíferos, reptiles e insectos) que a su vez realizan distintas interacciones ecológicas como la dispersión de semillas y la polinización. En este contexto y como una estrategia para incrementar la afluencia de fauna natural hacia el campus y el resguardo de especies vegetales útiles, se establecerán, independientemente de los cercos metálicos, cercos vivos diversificados empleando hasta 70 especies.

Instituciones participantes:

Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO)

Facultad de Agronomía de la UV Zona Xalapa

CONAFOR

Creación del Banco de Germoplasma Vegetal Veracruzano (BGVV)

Se pretende contar con material suficiente y adecuado (principalmente semillas) para atender fundamentalmente necesidades de restauración ecológica, ya que muchas veces la poca o nula disponibilidad de este tipo de material es una limitante para la ejecución y desarrollo exitoso de proyectos de restauración. La selección de especies constructivas será por tipos de vegetación y de acuerdo con cada región ambiental en el Estado. En el caso de la región Xalapa por ejemplo, el banco funcional de semillas estará constituido por especies ortodoxas e intermedias de bosque mesófilo de montaña, ecotonía bosque mesófilo de montaña y encinar de mediana altitud, encinar de mediana altitud, vegetación riparia y vegetación acuática y subacuática. Este banco de germoplasma también promoverá el intercambio de material con instituciones afines.

Instituciones participantes:

Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), UV.

Facultad de Biología de la UV

Facultad de Agronomía de la UV Zona Xalapa

CONAFOR

Colección plantas medicinales nativas y naturalizadas

En esta colección se dará prioridad a las plantas de uso medicinal que posean antecedente de uso prehispánico (silvestres y cultivadas), sin descuidar el componente naturalizado. La idea es representar aquellas especies que son usadas como fuentes de sustancias de valor terapéutico, ya sea en la medicina popular o en la industria farmacéutica. El ordenamiento de esta colección se hará de acuerdo al principio activo que contenga la planta, y no conforme al efecto producido o uso recomendado en medicina popular. Así los grandes grupos de sustancias empleadas en las medicinas (alcaloides, esteroides, glicósidos, sapogeninas, aceites esenciales) estarán representados por aquellas especies que tipifiquen su uso ya sea directo o extractivo.

Instituciones participantes:

Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), UV.

Facultad de Biología de la UV, Zona Xalapa

Facultad de Agronomía de la UV, Zona Xalapa

Facultad de Ciencias Químicas de la UV, Zona Xalapa

Colección de plantas ornamentales nativas y naturalizadas

Esta colección pretende resaltar que las plantas ornamentales no solo tienen un cometido estético o espiritual, sino que también constituyen una necesidad material de la sociedad desde el punto de vista de la ecología urbana, además de constituir un importante elemento económico, cuyo manejo debe ser realizado por los sectores productivos la sociedad. Instituciones participantes:

Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), UV.

Facultad de Biología de la UV, Zona Xalapa

Facultad de Agronomía de la UV, Zona Xalapa

RECURSOS FORESTALES Y DESARROLLO COMUNITARIO

Responsable: [Citlalli López Binnqüist](#)

PhD en Desarrollo Rural



El aprovechamiento de varios productos forestales no maderables –como las plantas medicinales, las ornamentales y las utilizadas como materia prima para artesanías– han ofrecido alternativas viables de diversificación productiva en muchas comunidades rurales de México. A pesar esto, existe poca información sistematizada sobre las especies utilizadas, su manejo,

diversidad de usos y los cambios más recientes en los procesos de producción y comercialización. Por otro lado, los estudios y programas de apoyo se han enfocado en sus beneficios económicos, y poco en su función social, cultural y de arraigo al territorio. Este programa trata de impulsar métodos interdisciplinarios que permitan tomar en cuenta diversas condiciones que afectan su aprovechamiento y comercialización y que incluyen desde los aspectos biológicos hasta los organizativos, económicos, legislativos y culturales. Incluyendo también la participación de comunidades y la devolución de la investigación hacia éstas y otros actores involucrados en su manejo y desarrollo.

PROYECTOS

1. Devolución de información científica con enfoque en el tema de manejo forestal

Este proyecto tiene como objetivo mejorar el conocimiento empírico y teórico sobre la importancia de los procesos de investigación que promueven el intercambio justo de los resultados de investigación. Entre los impedimentos para compartir información con poblaciones locales se encuentra la falta de incentivos institucionales y el



desconocimiento sobre las técnicas o estrategias de devolución. A partir de esto se formularon las dos principales actividades de este proyecto:

- a) Realización de una investigación basada en encuestas, distribuidas a investigadores y donantes en América Latina, Asia y África, para analizar los incentivos personales e institucionales que promueven o limitan las iniciativas de devolución.
- b) Preparación de un manual con información práctica y métodos sobre estrategias de devolución en el ámbito forestal, con base en ejemplos y proyectos aplicados en diferentes países.

Colaboración: Patricia Shanley (coordinadora del proyecto) del Centro para la Investigación Forestal Internacional (*Cifor*) y People and Plants international. Para el desarrollo de este proyecto se realizó un convenio de colaboración entre la UV y CIFOR.

Financiamiento: *Cifor*, Fundación Ford-Indonesia.



2. Papeles y fibras de las tierras bajas de Veracruz

Este proyecto forma parte del proyecto de “Diversificación Productiva en las Zonas Marginales Productoras de Café en el Estado de Veracruz” (DIPROCAFE), a través del cual se pretende apoyar a pequeños productores de café en zonas bajas del estado de Veracruz, fortaleciendo diversas cadenas de comercialización de productos agrícolas y agroforestales locales. El objetivo de este proyecto es desarrollar redes de valor sustentables y autogestivas de productores de fibras naturales y papeles artesanales elaborados con

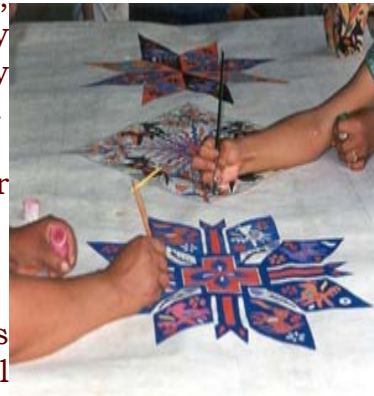
especies nativas provenientes de sistemas agroforestales y forestales en los municipios de Zozocolco y Atzalan. Este proyecto se llevará a cabo en dos etapas principales:

- a) Identificación de especies locales potenciales, experimentación y creación de diseños con potencial comercial.
- b) Implementación del proyecto en campo, capacitación y

seguimiento para integrar una red productiva con planes de manejo de las especies utilizadas, métodos de manufactura y capacitación para artesanos y comerciantes de los productos finales.

Colaboración: Taller La Ceiba Gráfica, Taller Papel Oaxaca

Financiamiento: DIPROCAFE



3. Estudio etnobotánico y arqueológico sobre las especies empleadas para la elaboración de papel amate.

El papel amate se manufactura en México desde la época prehispánica, actualmente constituye una de las artesanías con mayor demanda nacional e internacional. Esta investigación se centra en el estudio de las especies utilizadas desde la época prehispánica hasta la actual, y el manejo de las más recientes, principalmente *Trema micrantha*. En la primera fase de este proyecto, se hizo un estudio etnobotánico sobre las especies empleadas en la actualidad y en la época colonial a través de una investigación bibliográfica. En esta segunda fase se están llevando a cabo las siguientes actividades:



a) Estudios anatómicos e histoquímicos de las especies utilizadas para elaborar el papel amate.

b) Identificación de los cambios que ha implicado la utilización de nuevas especies tanto en el proceso de manufactura como en la calidad final de los papeles artesanales.

Colaboración: Alejandra Quintanar Isaías de la Universidad UAM Ixtapalapa y Marie Vander Merein del Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Financiamiento: UAM Ixtapalapa, fase sobre estudio anatómico e histoquímico

PROYECTO ESPECIAL: DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA DE CAFETALES DE BAJA ALTITUD (*Diprocafé*)

Coordinador:

[Mario José Fernández Sánchez](#)

Licenciado en Administración de Empresas por la UIA

En los últimos 25 años la economía de los productores de trópico veracruzano se ha deteriorado de una manera nunca antes vista. La apertura de los mercados internacionales y el desplome de los precios de las materias primas han alterado para siempre su vida, obligándolos a tomar decisiones cuyos efectos son, en muchos casos, irreversibles. El cambio en el uso del suelo, el abandono de parcelas, la migración de los jóvenes y la alteración de la vida familiar y comunitaria son resultados visibles de estos cambios en las relaciones comerciales y económicas sufridas en estos años. Los daños sufridos en la cafecultura, a partir de la suspensión de las cláusulas económicas del Convenio Internacional del Café, se han convertido en un caso emblemático de esta etapa que están padeciendo la mayoría de los cultivos tropicales.

El Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana, junto con la Fundación *Produce Veracruz* y el Gobierno del Estado, a través de COVECA, han concebido un proyecto piloto de desarrollo integral que se aplicará a dos municipios caracterizados por su marginalidad, uno de ellos indígena (Zozocolco) y otro mestizo (Atzalan). Para su desarrollo se ha solicitado y obtenido una donación y un préstamo del Common Fund For Commodities, un fondo dependiente de las Naciones Unidas con sede en Holanda, además de contar con el apoyo de agencias y dependencia federales, estatales y municipales.

El proyecto parte de la certeza de que, debido a lo pequeñas que son, ninguna plantación tradicional puede ser sostenible en esta época si no parte de tres premisas fundamentales: 1) producción de alta calidad que permita la obtención de precios mas altos; 2) organización de los productores para integrar su oferta y reconstruir las cadenas de valor regionales, desmanteladas durante la crisis cafetalera del 89 y la apertura comercial de los noventa, permitiéndoles conservar una mayor parte del valor agregado en cada eslabón de la cadena, y 3) diversificación estratégica de las plantaciones, a fin de no depender de un sólo producto (café), sino de una mezcla en la que intervienen cultivos de largo plazo

(maderables), de plazo medio (frutos tropicales, nueces, pimienta, hule, etc.) y corto plazo (ornamentales, medicinales y condimentos).

Objetivos

● **General:** Establecer una experiencia piloto de diversificación en cafetales de altitud inferior a los 600 metros sobre el nivel del mar en los municipios de Zozocolco y Atzalan, la cual debe ser económicamente remunerativa para los productores participantes. Se pretende canalizar a las comunidades involucradas un paquete completo de servicios universitarios, que permitan detonar un proceso de desarrollo sostenible, controlado por los mismos beneficiados. ● **Específicos:** Puesta a punto de una batería de alternativas de manejos y cultivos que permitan que una familia campesina pueda obtener ingresos remuneradores de una superficie de 2 Ha. Asimismo se busca preferenciar, en lo posible, las plantas nativas de la región y los manejos tradicionales, a fin de conservar la diversidad biológica y la sabiduría tradicional, para ello, se atenderán mil 500 hectáreas entre Zozocolco y Atzalan. También se pretende constituir por lo menos una empresa integradora, así como colaborar en la constitución de una Casa de la Universidad en una de las cabeceras municipales; además, participar con otras instituciones estatales y federales para canalizar a las comunidades involucradas en el proyecto piloto, servicios y apoyos que mejoren su nivel de vida en general.

Parque Ecológico Macuiltépetl (PEM)

El Macuiltépetl (que significa quinto cerro sagrado en náhuatl) es un parque de 30 hectáreas que se encuentra en el centro geográfico de la ciudad de Xalapa. Constituido como un cono volcánico extinto hace 30 mil años, hoy por hoy es una de las áreas naturales protegidas más concurridas en el estado de Veracruz.

Según los conocedores del tema, lo correcto es Macuiltépec, que alude a cerro. La terminación tépetl es correcta para montañas.

Dirección:

Sergio H. Aguilar Rodríguez , Director del Parque --correo electrónico: aguilar.sergio@gmail.com

Priv. Desiderio Pavón 24, Col. Mártires de Chicago
CP 91090 Tel. 012288 19 25 79,
Celular: 2281328904 y 2281162790

o directamente en el mismo Parque Ecológico en el Museo de la Fauna y Centro de Información del Parque de 10 a.m. a 6 p.m. todos los días del año.

Xalapa, Veracruz, Mexico.

El Parque

Extensión, altitud y localización geográfica.

Extensión: La extensión exclusivamente del PEM 310,906 metros cuadrados (31 hectáreas)

Altitud: De los 1500 a 1586 metros sobre el nivel del mar.

Localización Geográfica: Se ubica a los 94 grados 32 minutos de longitud Oeste y a los 19 grados 32 minutos de latitud Norte.



Clima: Se considera como (A) C (fm) Semicálido-húmedo: temperatura media anual entre 18 y 22 grados centígrados y la del mes más frío inferior a 18 grados centígrados. La lluvia es abundante en todo el año, teniendo el mes más seco una precipitación mayor a 40 mm y en el porcentaje de lluvia invernal es menor a 18.

Se encuentra en la porción media y norte del municipio. Este tipo de clima cubre una superficie de 78 km. 2 (25%). La temperatura máxima extrema está entre 10 y 20 días, el número de días con heladas de 1 a 10 días y el número de días con granizo entre 0 y 1 día, el número de días nublados entre 100 y 150 días, el número de días despejados es de menos de 100 días (Soto y Gómez 1990).

Hidrología.

Al parecer se carece de trabajos que definan exactamente las áreas del PEM en relación con la edafología. Sin embargo el estudio realizado por Lascuráin et al (1976), destaca el papel que desempeña el suelo del PEM cuando está cubierto de vegetación, funcionando como una esponja gigante que impide un derrame excesivo con la consecuente canalización de piedras.

Este rol impide la taponación de las alcantarillas de la ciudad y a la par la recarga de los mantos acuíferos (los estanques de almacenamiento de Aguas Potables ubicados en el PEM descargan el exceso de agua en el interior del Parque). En consecuencia, es casi obvio mencionar la importancia que podría suponer para los manantiales de la ciudad (Tecuanapan, Xalitic, Techacapam, Tecajetes). Este es el caso de algunos bosques nublados en Honduras que proveen una gran cantidad de recursos hídricos para los asentamientos humanos y que al igual que el PEM fueron decretados como reservas.

Morfoedalogía.



Según Geissert y Campos (1993) el Macuiltépec es un pequeño volcán monogenético con una forma cónica y una pendiente fuerte (20 a 30 grados). Su origen data del Pleistoceno Superior, con edad de hasta 30,000 años B.P., y del Holoceno. El cono volcánico está cubierto por material escoriáceo andesítico o basáltico, a veces cubierto por cenizas volcánicas.

Su intemperismo es poco avanzado y conduce generalmente a la andosolización y en ocasiones, a la ferralitización. Son ambientes penestables por ser sensibles a la erosión. La mayor parte de los suelos se componen de grava integrada por pequeñas piedras de aproximadamente 5 cm., pero también grandes que superan 1 metro de longitud. No obstante en algunas porciones como la Oeste media presentan suelo arcilloso. La erosión es un fenómeno continuo en las laderas sembradas de pasto, sujetas a la acción continua de los visitantes. Así también las veredas creadas por una afluencia anárquica de usuarios permiten que los suelos se deslaven continuamente por el paso continuo, las lluvias y el viento en menor medida. Los problemas de taponamiento de alcantarillas referidos por Lascuráin et al (1976) se han evitado por la delimitación y conservación del PEM aunque la erosión, a un menor nivel persiste.

Servicios Ambientales.

Al ser un reducto forestal que funciona como un filtro natural para el aire y una esponja para la lluvia, el PEM provee de servicios ambientales a la población aledaña que incluyen:

-Captura de carbono -Estabilización del clima -Captación de agua para manantiales aledaños (Techacapam, Tecajetes, Tecuanapan, El Castillo) - Amortiguación del ruido de la ciudad. -Recreación, educación y salud ambiental para familias y deportistas.

Vegetación.

La vegetación del PEM se ha estudiado de manera aislada por medio de las innumerables colectas botánicas que ahí se han hecho. En principio esta vegetación dá cabida a especies nativas, algunas de ellas ya catalogadas como amenazadas dado que pertenecen a la comunidad "Bosque mesófilo de montaña" considerada la más diversa desde el punto de vista botánico en relación a su rango geográfico original (Williams, com. pers.).

En el PEM se puede observar en realidad un bosque alterado y en distintas etapas de regeneración. La mancha urbana que fue rodeando al PEM trajo consigo que los habitantes explotaran el bosque en distintas modalidades como la extracción de tierra, leña y fustes para construcciones rústicas así como cacería y captura de animales silvestres. Aunque el "efecto de borde" no está documentado en esta área es posible que se desarrolle por ser

actualmente una isla de vegetación. Ciertos elementos de vegetación exótica y correspondiente a otras altitudes fueron introducidos, como son los cipreses (*Cupressus lusitanica*), pinos (*Pinus pseudostrobus*), laureles de la India (*Ficus retusa*), casuarinas (*Casuarina cnhinganiana*) y eucaliptos de varias especies (*Eucaliptus* spp). La fisonomía del bosque ha quedado marcada con estas especies de árboles que denotan la intervención humana. En el extremo Este del PEM se puede mirar una vegetación secundaria en crecimiento, por debajo o encima de un bosque artificial de casuarinas; esta fisonomía se extiende hasta el centro o cráter. A ello se debe añadir los elementos de jardinería que son mantenidos en los arriates a lo largo de los senderos adoquinados. En contraste, la zona de bosque natural situada en el Norte y Noroeste ostenta un dosel continuo más homogéneo.

La porción Sur muestra la intervención humana de una manera aún más evidente. Por las razones anteriores es posible adoptar para el PEM la observación de Zolá (1987) en base a Ern (1975), que manifiestan que "el bosque caducifolio está formado por una mezcla de elementos tanto de afinidad boreal como austral, estableciendo la dominancia los elementos de afinidad boreal. Para la región de estudio podemos observar que en los bosques más conservados se cumple esta condición, y en la medida que éstos son perturbados, la presencia de especies de afinidad austral (elementos perennifolios) se incrementa, estableciéndose entonces la dominancia por estas especies. Este cambio en la composición del bosque en muchos casos ha sido ocasionado por la extracción de los elementos de afinidad boreal, ya que éstos son de buena altura, fustes rectos y maderas duras."

Por otro lado, Castillo-Campos (1990) ha descrito una caracterización de una parte del bosque del PEM en su estratificación que se incluye en las figuras. En cuanto a las especies arbóreas nativas destacan por su abundancia la marangola (*Clethra mexicana*), el guajillo (*Leucaena pulverulenta*), el palo blanco (*Meliosma alba*), tecuítl o palo vidrioso (*Rapanea miricoides*), anonas (*Annona* sp.), liquidámbar (*Liquidámbar macrophylla*) (en su mayoría sembrados por el hombre), jinicuítl (*Inga jinicuítl*), huizache (*Acacia pennatula*), ixpepe (*Trema micrantha*), cordoncillo (*Citarexillum mocinni*), gasparito (*Erythrina* sp.), el pipinque (*Carpinus caroliniana*), ramatinaja (*Trichilia havanensis*) encinos (*Quercus* spp.) actualmente provenientes en su mayoría de los actos de reforestación. Otros vegetales distribuidos en forma restringida son el izote (*Yucca elephantipes*) y la pata de cabra (*Cercis canadensis*) En el estrato arbustivo es particularmente abundante *Piper* spp. en las zonas con menos luminosidad y en las mayormente perturbadas predomina la manzanita (*Malvaviscus* sp.), una especie muy importante para diversas especies de colibríes pero sobre todo para el colibrí cola de cuña (*Campylopterus curvipennis*). Debe mencionarse también dentro del grupo

al jonote (*Heliocarpus appendiculatus*), la malamujer (*Cnidocolus arboreus*), la higuera (*Ricinus communis*) el gordolobo (*Bocconia frutescens*), helechos, formando pequeños manchones de pezmatales, y más rara la (*Canna indica*), la berenjena (*Cyphomandra betacea*), la zarzamora (*Rubus sapindus*), la hierbamora (*Solanum nigrum*) y el tezguate (*Miconia* sp.). Ultimamente, y con miras a la reintroducción del Chivizcoyo o Perdiz Veracruzana (*Dendrotyx barbatus*) se han sembrado en estos sitios algunos esquejes de jorja (*Phytolacca rivinoides*), aunque cabe mencionar que esta especie ya había sido colectada para el PEM, según consta en el fascículo de la Familia *Phytolaccaceae* del Programa Flora de Veracruz.

Otras especies propias del estrato medio y bajo y típicas del bosque mesófilo son el siete hojas (*Oreopanax xalapensis*), los helechos arborescentes (de especies no identificadas a la fecha) y helechos no arborescentes, tepejilote (*Chamaedorea tepejilote*) y se tienen registradas por lo menos 5 especies de bromeliáceas: (*Catopsis nutans*), (*Tillandsia deppeana*), (*T. imperialis*), (*T. ionantha*), (*T. tricolor*), (*T. schiediana*) (*T. juncea*) y otra epífita común es la piñanona o costilla de Adán (*Monstera deliciosa*) .

La vegetación arbustiva es "chapeada" constantemente en las áreas donde la "hierba" crece demasiado. En dichas áreas florecen infinidad de plantas silvestres con flores de múltiples y apreciables coloridos. Se calcula que aualmente florecen unas 45 especies de flores arbustivas llamativas (inclusive algunos visitantes las cosechan eventualmente). Algunas de tales flores como la dalia cimarrona (especie desconocida que florea a finales de Verano) son cruciales para numerosas especies de mariposas (al menos 15 morfoespecies). La balsamina (*Impatiens* sp.) es otra de las especies naturalizadas en el PEM que agregan un elemento estético al bosque con sus diversos colores de flores. Entre las frutales sembradas predominan el aguacate (*Persea americana*), la naranja (*Citrus sinensis*), la guayaba (*Psidium* spp.) y el níspero (*Eryobotria japonica*), que se ha naturalizado profusamente.

Entre las más comunes especies de ornato destacan: el tulipán africano (*Spathodea campanulata*), el hule (*Ficus elastica*), la jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), el nogal (*Juglans piriformis*), el trueno (*Ligustrum lucidum*), la liliaria (*Syzygium samarangensis*), la maicera (*Dracaena fragrans*), el warneke (*D. deremensis*), el coleo (*Coleus blumei*), (*Cassia didymobotria*), buganvilea (*Buganvillea glabra*), hortensia (*Hydrangea macrophylla*), el helecho peine (*Nephrolepis exaltata*), y el bambú (*Phyllostachys aurea*). Las plantas parásitas están representadas comúnmente por la corrigüela (*Psittacanthus schiedeanus*) en el estrato arbóreo y por la longanicilla (*Cuscuta xalapensis*). Entre los hongos poliporáceos más comunes se

encuentran (*Pleurotus ostreatus*), (*Auricularia* spp) y (*Polyporus sanguineus*) entre otros.

Fauna.

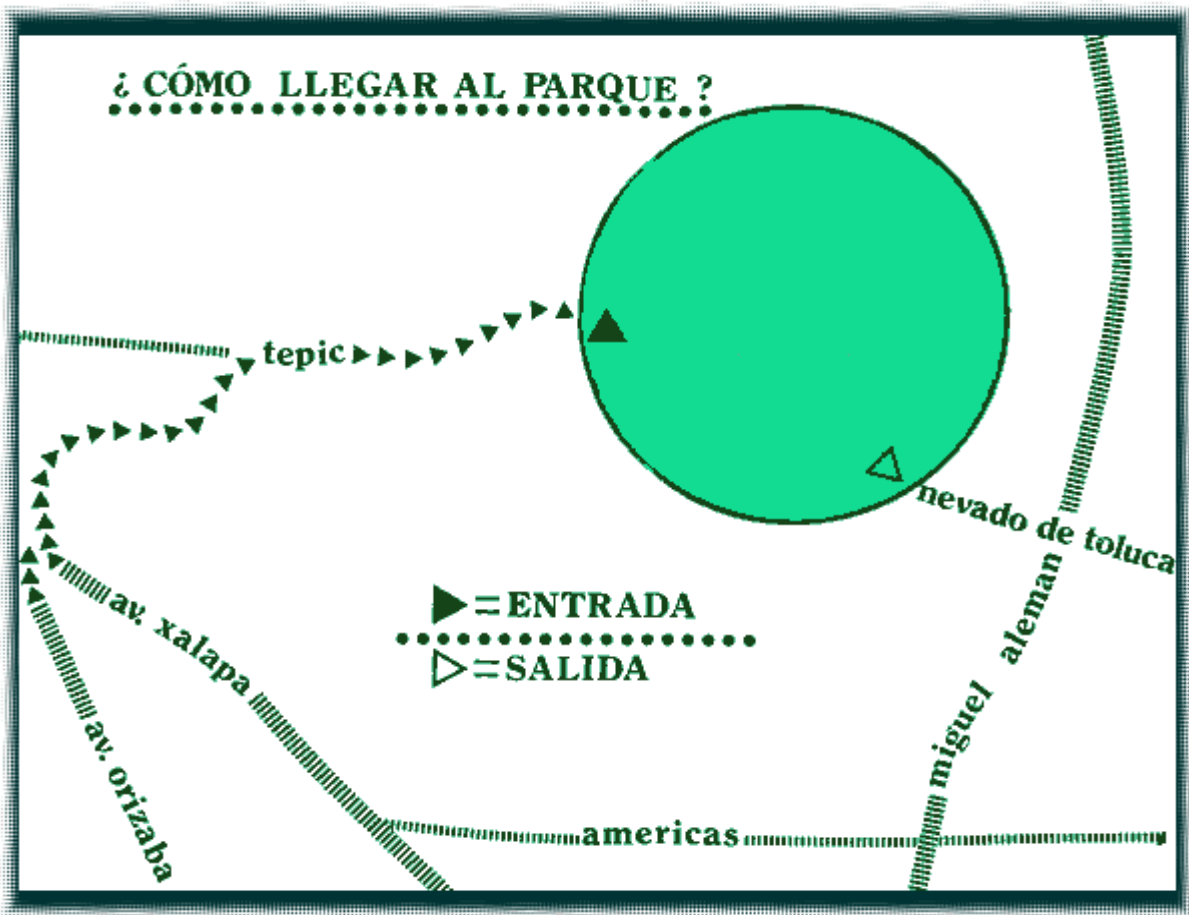
Por su diversidad botánica y florística y su temperatura semicálida o subtropical, el bosque mesófilo de montaña aloja a un considerable número de especies animales. Pocos estudios que aborden el tema de las comunidades zoológicas en este tipo de vegetación se han desarrollado a la fecha con excepción del de Martín (1955) y otros estudios realizados en la Reserva de la Biosfera "El Cielo" en Tamaulipas.

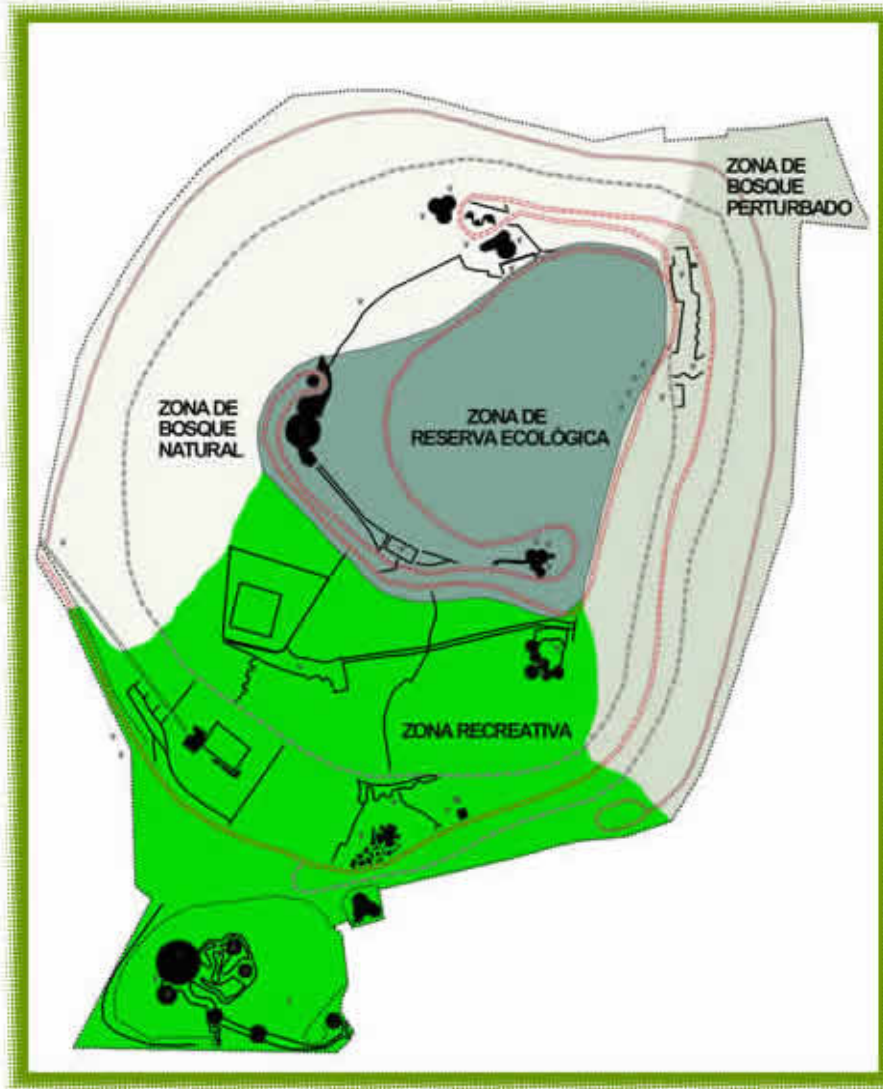
Se han registrado a la fecha 3 especies de anfibios, 7 de reptiles, 182 de aves (de las cuales más del 40% son migratorias) (Cano y Aguilar 1994) y se calcula existen alrededor de 30 especies de mamíferos voladores y no voladores. Hernández-Baz (com. pers.) estima que hay unas 200 especies de mariposas diurnas.

Entre las especies más comunes de anfibios pueden citarse a la ranitas de bosque (*Leptodactylus* spp.) y a los tlaconetes (*Bolitoglossa polidactyla*). Entre los reptiles destacan los perrillos o anolis (*Anolis sericeus*), la lagartija común (*Sceloporus variabilis*), la culebrita dormilona (*Ninia diademata*), la falsa coralillo (*Geophis* sp) y la serpiente rey o coral falsa (*Lampropeltis triangulum*).

Las aves residentes cuentan con: primavera (*Turdus grayi*), carpintero chéjere (*Melanerpes aurifrons*), mulato (*Melanotis caerulescens*), chivizcoyo (*Dendrotyx barbatus*), que fueron reintroducidos en julio de 1995, monjito (*Euphonia elegantissima*) y gorriones (*Aimophila rufescens*).

Entre las migratorias se registran: el chipe coroninegro (*Wilsonia pusilla*), la lindatarde (*Seiurus aurocapillus*), el carpintero chupasavia (*Sphirapicus varius*), el pavito (*Sethophaga ruticilla*), el gavián matojero (*Accipiter striatus*) y el gavián pollero (*Accipiter cooperi*). El PEM es un sitio de paso para aves migratorias. Las rapaces destacan en este grupo y se han llegado a contar desde el mirador de la torre a más de 51,000 individuos emigrando (Véase Tabla). La mayor parte de estas rapaces migratorias pertenecen a las siguientes especies: zopilote aura (*Cathartes aura*), gavián alas anchas (*Buteo platypterus*), aguililla cuaresmera (*Buteo swainsoni*) y lilis o cernícalos (*Falco sparverius*). Entre los mamíferos están: el tlacuache (*Didelphis marsupialis*), la ardilla (*Sciurus aureogaster*), el cacomixtle (*Basariscus astutus*), murciélagos insectívoros (como *Molossus ater* y *Tadarida brasiliensis* que es migratorio), murciélagos frugívoros (*Artibeus* spp.) y murciélagos nectívoros (*Glossophaga soricina*). En las orillas del PEM es posible encontrar también ratas comunes (*Rattus norvegicus*).





EXPOSICIONES Y FABRICAS TECNOLOGICAS

MUSEO INTERACTIVO DE XALAPA (MIX)

Horarios y Costos



Lunes

Cerrado por mantenimiento

Martes a Viernes

9:00 a 17:00 hrs.

Sábados y Domingos

10:00 a 19:00 hrs.



Ride
AROUND THE
WORLD
CABALGATA
ALREDEDOR DEL MUNDO

IMAX

Lleva al espectador en un viaje por 4 continentes para experimentar la vida pasada y presente de los vaqueros de todo el mundo.

Viaje por vastos paisajes a cielo abierto para apreciar espectaculares locaciones que solo la pantalla gigante puede proporcionar.

La película sigue la evolución global del caballo a lo largo de 1500 años así como la cultura alrededor del mismo, desde sus inicios en Marruecos y España hasta llegar al nuevo mundo.

La perspectiva histórica se yuxtapone con diferentes escenas de un trabajador en un rancho actual ubicado en Texas del oeste, con el objetivo de que el espectador experimente un día en la vida de un vaquero moderno.

La historia cuenta como la evolución de la cultura del caballo ha moldeado la manera en como las sociedades viven, hablan, visten, comen, el tipo de música que escuchan, las historias que cuentan, sus ideales y la misma esencia de sus vidas.

La película realiza este viaje de una manera activa, visitando locaciones espectaculares a lo largo del mundo a través del poder inmersivo de la pantalla gigante, permitiendo al espectador cabalgar con hombres y mujeres de distintas culturas.

***Funciones: De Martes a Viernes: 12:00 y 17:00 Horas Sábado y Domingo: 12:00, y 17:00 Horas**

*Se aplican restricciones / Cambios sin previo aviso



Martes a Viernes

13:00 y 16:00 hrs.

Sábados, Domingos y días festivos

11:00, 12:00, 13:00, 15:00, 16:00 y 17:00 hrs.

Horarios especiales para grupos escolares

Entrada al Museo

Niños de 2 a 12 años

\$ 20.00 pesos

Adultos

\$ 25.00 pesos

Mayores de 60 años

\$20.00 pesos



Entrada a Megapantalla IMAX

Niños de 2 a 12 años

\$ 40.00 pesos

Adultos

\$ 45.00 pesos

Mayores de 60 años

\$ 40.00 pesos

Entrada a Planetario

Niños

\$ 15.00 pesos

Adultos

\$ 20.00 pesos

Mayores de 60 años

\$ 15.00 pesos

Entrada a Teatro Digital

Público en general

\$ 15.00 pesos

Para contactar al Museo Interactivo de Xalapa, lo puedes hacer a los siguientes números: +52 (228) 813-8510 al 16.

Museo Interactivo de Xalapa

Paquete especial para escuelas (mínimo 30 personas)

Precio paquete : Museo - IMAX

\$ 57.00.

Museo - Teatro Digital

\$ 33.00.

Museo - Planetario

\$ 37.00.

Museo - IMAX - Teatro Digital - Planetario

\$ 87.00.

Horarios para grupos:

Lunes a Viernes:

De 9:00 a 17:00 hrs.

Sábados:

De 10:00 a 14:00 hrs..

Para reservar:

1. Por vía fax o correo electrónico.
2. Enviar un oficio con los siguientes datos:
 - Nombre de la escuela.
 - Nombre del responsable.
 - Dirección y teléfono.
 - Número de alumnos.
 - Número de adultos.
 - Turno y fecha de visita.
3. Pago mínimo del 50% tres días antes de su visita para respetar su reservación.
4. Los niños deben traer uniforme y gafete.

Para mayor información, comuníquese con: Coordinación de Reservas.

Teléfono: +52 (228) 813-8510 ext. 106, 107 y 108.

Av. Rafael Murillo Vidal s/n Col. Cuauhtémoc.

Correo electrónico: reservaciones@mix.org.mx

FAX: +52 (228) 813-85-10 ext. 201

CERVECERIA DE ORIZABA

Esta planta cervecera es la segunda más antigua de México. Fundada en 1894, bajo la razón social Guillermo Hasse y Compañía, adoptó en 1896 el nombre de Cervecería Moctezuma, En 1985 se integra al sistema Cuauhtémoc Moctezuma. Produce las marcas Superior, XX Lager, Sol, XX Ámbar y Noche Buena.



VISITAS GUIADAS

HORARIOS: LUNES A VIERNES: 9.30-15.30

SABADO 9 A 15 HRS.

TELEFONOS: 01272-7281000 EXTENSION: 3248

SUR 10 Y PONIENTE 9 SIN NUMERO

COL. CENTRO, ORIZABA, VER.

HISTORIA DE LA CERVEZA

Como el pan, la cerveza tiene un pasado prestigioso. En un momento trascendental de la vida humana, verdadero inicio de la historia y merced al desarrollo de la agricultura, las tribus nómadas se convirtieron en sedentarios, al arraigarse en un sitio, en una región, cada tribu se integró en una incipiente organización social dedicada a la obtención de diversas gramíneas. La cebada, el trigo, el mijo, el centeno, la avena, el maíz, son los granos dorados que permitieron el establecimiento y la propagación de la especie humana, que fomentaron el arraigo del hombre a la tierra y lo dotaron de riqueza para crear el comercio, fincando las bases de toda organización política y social que aspiraba a la permanencia.

El origen de las bebidas nutritivas resultado de la fermentación de granos es tan remota como el cultivo de los cereales. Documentos antiguos muestran que el cultivo de la cebada, del trigo y del arroz en Oriente y África, así como el cultivo de maíz en América, se remonta a una época anterior a las históricas. Estudios antropológicos realizados durante este siglo, han culminado con el hallazgo de diversos granos en vasijas localizadas en Mesopotamia y también en tumbas egipcias, granos que seguramente fueron depositados allí hace muchos millares de años. Lo más importante de estos hallazgos es que se han descubierto conjuntamente, tanto en Mesopotamia como en Egipto, inscripciones y figuras sumamente antiguas, que parecen remontarse hacia el año 6,000 antes de Cristo, las que prueban que desde el período neolítico, los habitantes de esos países sabían preparar, partiendo de infusiones de cebada o trigo, bebidas muy apreciadas. El origen de las bebidas nutritivas fermentadas a base de granos (precursores de la cerveza) es por lo tanto, tan antiguo como el del cultivo de los cereales. Y de acuerdo con los descubrimientos, parece ser que la primera región de la tierra en que se elaboró la cerveza, fue Mesopotamia. ¡Y esto ocurría seis mil años antes de Cristo!

En Egipto, se sabe tanto por testimonios locales como por referencias de los historiadores griegos, que la bebida nacional por excelencia era la cerveza, de cuyo consumo el fisco recibía un importe. Corroborar el hecho de la existencia de la cerveza en Egipto, la mención en el Libro de la Muerte que se remonta a cinco mil años de antigüedad. Además está un escrito elaborado durante la Cuarta Dinastía (encontrado en 1935 por una expedición de arqueólogos de la Universidad de Pennsylvania), en donde se denomina "Hega" a la bebida hecha de malta. Asimismo, documentos escritos en papiros de la época de Sti I, aluden a una persona que había estado tomando cerveza (esto, con una antigüedad de 1,300 años A.C.)

En 1920, durante las excavaciones efectuadas por el Museo Metropolitano de Arte de Nueva York, en la tumba de Mekt-Re en Tebas, fue desenterrado un objeto que específicamente pudo ser la maqueta de una cervecería.

Esta maqueta, de la época de la undécima Dinastía (2,000 A.C.), se expone en el Museo Metropolitano de Arte de Nueva York. Por crónicas aisladas se sabe que en todos los dominios reales diseminados por el territorio de Egipto se encontraban expendios de cerveza, pero el centro más grande de fabricación estaba en la ciudad de Pelusa, en el delta del Nilo, cerca del actual Port Said.

Siendo ya de uso común en Mesopotamia y Egipto, la cerveza llegó un día a los países aledaños al Mar Egeo y a Grecia. Setecientos años antes de Cristo, el griego Archilochos habla de la bebida que preparaban los frigios y los tracios, con cebadas y especias (que sustituían al lúpulo, hasta entonces desconocido). Herodoto atribuye la invención de la cerveza a Iris, y dice que los egipcios bebían un líquido fermentado hecho de cebada que llamaban "Zythos". De la península helénica y el collar de islas que la rodea, los romanos copiaron la costumbre de beber cerveza, gusto que propagaron hacia las Galias. Al final del siglo I de nuestra era, bajo el imperio de Domiciano, después de haber arrancado las viñas para dedicar las tierras al cultivo de cereales, el "vino de la cebada" (que no contenía lúpulo y que denominaban "cervoise") llegó a ser la bebida usual de los galos y como consecuencia la de los bárbaros germanos invasores de las Galias, y poco a poco, también se convirtió en la bebida predilecta de los pueblos del Norte de Europa.

En el norte de Europa, la cerveza cobró singular arraigo: los Países Bajos, Alemania, Inglaterra y Escandinavia la adoptaron como "su" bebida. Y, como progresivamente fueron depurándose los procedimientos para su elaboración, hasta generalizarse el agregado de lúpulo para aromatizarla en el siglo XIII, el resultado fue que prácticamente todas las demás bebidas fueron eliminadas. Sin embargo, la elaboración comercial tuvo poca importancia en el continente europeo hasta antes del siglo XVI.

Y hacia el año de 1258, los cerveceros de París crearon una organización cuyo reglamento fue publicado diez años más tarde en "El Libro de los Oficios" por el preboste Etienne Boileau. Este reglamento fue redactado primordialmente con el propósito de asegurar a los consumidores materias primas "buenas y leales", lo cual no es sino el primer antecedente de la preocupación por la calidad del producto. Con la culminación del Renacimiento viene aparejada la época de los grandes descubrimientos geográficos y, en las largas travesías marítimas de entonces, la cerveza representa un importante papel.

Dado lo prolongado de los viajes, el agua se contaminaba y era sustituida por la cerveza que se conservaba durante períodos más largos. Y así, el vino de cebada llegó a América: con Colón a Centro y Sudamérica; con los holandeses e ingleses a Norteamérica. Los historiadores comentan en sus escritos que uno de los factores que contribuyeron al establecimiento de

los peregrinos del "Mayflower" en Nueva Inglaterra, fue precisamente la escasez de cerveza. Su destino era la colonia de Virginia. Sin embargo, en el cuaderno de bitácora se anotó: "No tenemos tiempo para mayores búsquedas ya que se han escaseado nuestras provisiones y especialmente la cerveza. "Hacia 1623 se estableció por parte de la Compañía Holandesa de las Indias Orientales, la primera cervecería en el bajo Manhattan, hoy Nueva York. Durante la época colonial norteamericana, la cerveza jugó un importante papel, siendo como en Europa, la bebida más popular.

El primer Congreso elaboró en 1789 las leyes dirigidas a crear los ingresos federales. Se establecieron impuestos sobre varios productos importados entre los cuales estaban: ale, porter, sidra, cerveza y ron. Esto para proteger la producción agrícola nacional y para sustituir el consumo de whisky y de ron, por el de cerveza. La industria cervecera comenzó a florecer en los Estados Unidos al amparo de esta inteligente política federal. Y a medida que las tabernas y hosterías adquirieron un mayor desarrollo, tuvieron que ampliar sus instalaciones cerveceras, ya que el volumen de la fabricación doméstica resultaba insuficiente para abastecer la demanda. Y así, poco a poco, en Pennsylvania, Nueva Jersey, Delaware, Maryland, Virginia, Carolina y Georgia, se crearon nuevas empresas cerveceras.

La primera cervecería canadiense fue construida en Quebec, en 1668. Jean Talon, superintendente de la provincia de Nueva Francia (Quebec), recibió el permiso de la corona francesa para construir una cervecería, misma que fue convertida en cárcel en 1672. John Molson inició en Montreal, Quebec, en 1786 una empresa de fabricación de cerveza que ha permanecido en funcionamiento continuo hasta la fecha. En 1955 una segunda cervecería fue construida en Toronto en las orillas del lago, anunciando el comienzo de la organización cervecera Molson, que hoy se extiende a través del Canadá, con plantas en casi todo el país. Y a la par que se desarrollaba la industria en Norteamérica, también fue tomando auge en Centro y Sudamérica. Hacia 1900 Costa Rica contaba con cuatro plantas importantes, al igual que Guatemala. Honduras y Nicaragua dos plantas, Panamá tres cervecerías y El Salvador, una. Chile, Colombia, Argentina y Brasil, tenían todos en 1900 bien establecidos negocios cerveceros.

En el México prehistórico existían algunas bebidas que dentro de lo rutinario de su preparación tenían cierta semejanza con la cerveza conocida en Asia y Europa. Fuertemente, difundida en el México prehistórico, el tesgüino o izquite era de "un claro y bonito color ámbar, más denso que ligero y que se bate con un molinillo antes de beberse para que levante gran espuma", aseveración que se dio en las crónicas de la época. El tesgüino, una bebida para comunicarse con los dioses antes del sacrificio. En el encuentro de Cortés y Moctezuma no podía faltar la cerveza

de maíz, elaborada por los indígenas mexicanos. Descubrimientos técnicos permitieron enriquecer la elaboración de la cerveza.

Centros Productores de Cerveza en México . La primera concesión real ofrecida por la Corona Española para establecer una cervecería en territorio nacional, le fue otorgada a don Alonso de Herrera en permiso fechado el 12 de diciembre de 1543. Este primer centro productor estaba localizado en la población de Amecameca, Estado de México, próximo al denominado Paso de Cortés. Con una caldera como equipo y limitado en el abastecimiento de cebada y trigo, testificó don Alonso de Herrera en 1544 que su brasería (del francés brasserie, cervecería), tenía un alto costo de producción, por lo cual la vendía a ocho reales la arroba. Sin embargo, la acogida que los españoles e indígenas le dieron en sustitución de las bebidas fermentadas locales, harían que el visionario Herrera proyectara la ampliación de la pequeña fábrica y planteara incrementar las cosechas de cebada y trigo. A pesar de lo promisorio del arranque, se gravó un fuerte impuesto a la bebida , lo que aunado a las disposiciones reales de cerrar las fronteras y limitar las actividades económicas en las colonias para proteger los mercados ya establecidos en Europa, privó al Continente Americano en las zonas de dominio español, del establecimiento de más centros de producción cervecera. Esto provocó el incremento de las importaciones de cerveza española y europea.

Transcurrido el Virreinato, nuevas perspectivas sociales y económicas propiciaron el auge de la producción de cerveza en el México Independiente. Desde este momento y hasta 1890, la producción de cerveza se fue generando con un promisorio futuro.

Historia a través de las décadas

Cervecería Cuauhtémoc fue fundada el 8 de noviembre de 1890 por Isaac Garza, José A. Muguerza, Joseph M. Schnaider y Francisco Sada. En ese mismo año lanzó su primera marca al mercado, Carta Blanca. En sus inicios la cerveza se guardaba en barricas, pero en 1892, fueron sustituidas por cajas de madera; las barricas continuaron empleándose, no para almacenar botellas, sino para llenarse directamente con cerveza. Cervecería Cuauhtémoc desde sus inicios impulsó el desarrollo industrial de Monterrey; a su lado se crearon empresas e instituciones que apoyaron el crecimiento económico de la ciudad. Tales son los casos del Banco de Nuevo León, establecido en 1892, de Vidrios y Cristales de Monterrey, S.A., creada en 1899; del Banco Mercantil, fundado en ese mismo año, y de la constitución en 1900 de la Compañía de Fierro y Acero, que pasando el tiempo se convertiría en Fundidora Monterrey.

1900

En 1893 se introduce la cerveza de barril. En 1894, en la ciudad de Orizaba, Veracruz, nació la Cervecería Guillermo Hasse y Cía., que fuera el primer peldaño de lo que en 1896 sería Cervecería Moctezuma. En 1903 sustituye los tapones de corcho de sus cervezas por prácticas corcholatas. A partir de 1905, se lanzaron al mercado: Bohemia y Cuauhtémoc (hoy en día Indio) y que se unieron a la producción de Carta Blanca, Estrella, Monterrey, Salvador y Saturno. En 1909 surgió Vidriera Monterrey, heredera de la que fuera Vidrios y Cristales de Monterrey, S.A. Con el tiempo creció hasta ser por sí misma una importante industria que en la actualidad es piedra angular del poderoso Grupo Vitro

1910

El 30 de marzo de 1918, nació la Sociedad Cooperativa y de Ahorros, hoy en día Sociedad Cuauhtémoc y Famosa (SCYF).

1920

En 1920 se funda Fábricas Monterrey, S.A. (FAMOSA), constituida por fábricas de tapones y corcholatas, tapas para frascos, gas carbónico, empaques de cartón, fundas y forros de cartón corrugado y papel engomado. En 1923 se lanza al mercado la cerveza High Life. En 1923, se introduce el gas carbónico para servir con mayor comodidad la cerveza de barril. En 1926 se modifican los sistemas de empaque al utilizar la caja de cartón corrugado para 25 botellas, que sustituyó a las antiguas cajas de madera. La expansión de la empresa a otros puntos de la República se inicia en 1929, año que se compra la Cervecería Central, S.A., de México, D.F. En 1929, se sustituyen los barriles de madera por toneles metálicos, lo que permitió la pasteurización flash de la cerveza de barril. Malta, S.A. inició operaciones en 1929 como un departamento de Fábricas Monterrey, S.A. Debido sus óptimos resultados y creciente expansión, se independiza en abril de 1936.

1930

En 1933 se lanza al mercado la Cerveza Chihuahua por la Cervecería Cruz Blanca de Ciudad Juárez, que años después será adquirida por Cervecería Cuauhtémoc. Dos años después se compra Cervecería Occidental, S.A. de Guadalajara. En Cervecería Cuauhtémoc adquirió la Cervecería de Nogales, en Veracruz, que desde 1933 le maquinaba algunas marcas. En 1936 se crea la hermetapa, innovación que asegura la calidad y conservación de las cervezas Cuauhtémoc. En 1936 una de las empresas nacidas en el seno de Cervecería Cuauhtémoc, crece hasta ser por sí misma próspera e importante: Titán, S.A. En un principio, era un

departamento de Fábricas Monterrey donde se producían cajas de cartón corrugado. Como en otros casos, al crecer esta empresa amplió sus perspectivas. En 1938 se adquiere la Cervecería del Humaya, en Culiacán, Sinaloa.

1940

En 1942 se fundó Hojalata y Lámina, S.A. (HYLSA). El 6 de septiembre de 1943 inicia sus actividades el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), con el objetivo de preparar ingenieros y técnicos competentes, con espíritu emprendedor e innovador y una vocación de liderazgo comprometido con la comunidad, a la vez que con gran aprecio por los valores culturales, históricos y sociales de México. Una innovación más introducida en 1948, para lograr la refrigeración perfecta en los puntos de venta se empieza a utilizar el hielo triturado.

1950

En 1950 se lanza el envase transparámbar, que conserva la frescura de la cerveza a la vez que protege de la acción de los rayos solares y permite mantener inalterable su calidad por largo tiempo. En 1954 se compra la Cervecería Tecate en Baja California, que había iniciado sus actividades en 1943 y cuya marca líder era la cerveza Tecate. Grafo Regia se funda en 1957 y se dedica a la producción de empaques flexibles, para cerveza, cigarros, dulces, jabones, aceites, atoles, café, productos farmacéuticos y bebidas refrescantes.

1960

Hacia 1960 se lanza al mercado el envase Caguama, presentación que ha logrado una popularidad cada vez mayor, y la funcional canastilla de cartón para seis botellas, conocida popularmente como "six-pack" o simplemente "six". Cuatro años después se pone a la venta en el mercado nacional la lata "abrefácil", que hace innecesario el uso de abrelatas. La expansión industrial de Cervecería Cuauhtémoc se afianza con la adquisición, en 1965, de la Compañía Arrendataria de la Cervecería de Ciudad Juárez, S.A., que después cambia su denominación a Cervecería Cruz Blanca, S.A. En 1967 se lanza el envase no retornable de cristal transparámbar con tapa "quitapón". Al mismo tiempo se introduce en el mercado el envase como complemento.

1970

La década de los años sesenta finaliza con uno más de los importantes logros de la empresa; la inauguración en Toluca de la planta cervecera más moderna de Latinoamérica. En 1971 se crea la División de Plástico de la

que Cervecería Cuauhtémoc posee patente mundial y se diseña un nuevo empaque para la cerveza más durable y ligero. En 1972 comienza a producirse una caja de plástico con tapa especial. La preocupación de nuestra empresa por el desarrollo cultural y deportivo de México explica la apertura del Salón de la Fama del Beisbol, en 1973 y el 7 de noviembre de 1977, del Museo de Monterrey. En 1979 se sustituyeron las latas fabricadas en tres piezas por las de dos.

1980

Durante la década de los 80 se introdujo otra innovación más en la industria cervecera: el Bier drive, que permite distribuir cerveza de barril en camiones pipa y tanques enfriadores. En 1983 se pone a la venta la cerveza Conmemorativa, creada inicialmente para tomarse en los festejos de fin de año y Tecate estrena envase de cristal quitapón, de tanta aceptación como su clásica lata roja. En 1985, Cervecería Cuauhtémoc adquiere parte de las acciones de Cervecería Moctezuma, la cual, en 1988, se incorporó completamente a Cervecería Cuauhtémoc, consolidándose como uno de los grupos cerveceros más grandes del mundo. Desde entonces, se mantiene inalterable la calidad de las cervezas Superior, XX Lager, XX Ámbar y Sol, junto a los productos de Cervecería Cuauhtémoc. En 1989 se lanza al mercado una tapa ecológica cuya lengüeta no se desprende y por lo tanto evita contaminación; en 1990 pasa de la lata de tres piezas combinadas de metal y aluminio, a la de dos piezas 100% aluminio, con este cambio también se transforma.

1990

Con una rica historia de cien años, en 1990 y con el respaldo de una calidad certificada ante el más exigente de los gustos, Cervecería Cuauhtémoc celebra su primer centenario y decide iniciar un nuevo siglo de esfuerzos. Poco después de cumplir sus primeros 100 años, Tecate lanza una serie de acciones que extienden su influencia por todo el territorio nacional, tanto con nuevas presentaciones como su innovadora Tecate Light. Sol, encuentra las condiciones que le aseguran éxito en un relanzamiento nacional e internacional sobre todo en Europa, Carta Blanca renueva su imagen y reafirma su liderazgo. En 1991 propone con gran aceptación el "12 Pack" revolucionando la presencia de la cerveza en los establecimientos. 1995 se caracteriza por facilitar la apertura de botella con su "Tecate Twist-off". Un nuevo socio se une a la empresa en 1995, Labatt Brewing Company Limited, una organización canadiense con amplia experiencia en la distribución de cerveza tanto en su país como en E.U. En 1997 es la primera en combinar una tapa más angosta y con una boca más ancha; en ese mismo año es la primer marca en Latinoamérica en emplear sus envases con alegorías temáticas que refuerzan su imagen y se convierten en objetos de colección.

2000

Para conmemorar el cambio de milenio, dos de nuestras marcas lanzan una cerveza conmemorativa: Carta Blanca nos presenta Carta Blanca Edición Especial, en ésta, se retoma la imagen original de Carta Blanca con la etiqueta más antigua de la marca, recordando a la vez, los orígenes de Cervecería Cuauhtémoc y Superior con su Superior Conmemorativa 2000 selección dorada.

PROCESO DE INDUSTRIALIZACION DE LA CERVEZA

El proceso de Elaboración de Cerveza consta de tres etapas claramente definidas, que son Cocimiento, Fermentación y Reposo las cuales dependen exclusivamente del tipo de cerveza que se piensa elaborar, debido a que según la clase de cerveza varía la cantidad y tipo de Materia Prima. Esta es una de las causas principales por las cuales existen tantas variedades de cerveza. Siendo las otras el

- Tipo y naturaleza de Agua cervecera
- Tipo y naturaleza de levadura cervecera
- Tiempos y Temperaturas en Cocimiento
- Tiempos y Temperaturas en Fermentación

Procesos de Elaboración

COCIMIENTO:

Tiene por objeto extraer todos los principios útiles de la malta (extracto fermentesible), lúpulo (Amargos y aceites esenciales) y sucedáneos o materias auxiliares para preparar el mosto cervecero.

Comparte 5 fases que son :

1. Molienda:

La molienda consiste en destruir el grano, respetando la cáscara o envoltura y provocando la pulverización de la harina. la malta es comprimida entre dos cilindros pero evitando destruir la cáscara lo menos posible pues ésta servirá de lecho filtrante en la operación de filtración del mosto; a su vez el interior del grano en una harina lo más fina posible. Estas dos condiciones, cáscara entera y harina fina no podrán respetarse si el grano no está seco (excepción molienda húmeda) y muy bien desagregado una tercera exigencias un buen calibrado de la malta. La molienda debe ser también regulada según el cocimiento; si se utiliza un alto porcentaje de granos crudos o adjuntos es necesario moler groseramente. Sí para la filtración del mosto se utiliza un filtro prensa en

lugar de una cuba-filtro o de falso fondo se puede moler mas fino pues en el filtro prensa el espesor de la capa filtrante de orujo o afrecho es mucho más delgada.

Porcentaje Molienda Paila-Lauter Filtro-Prensa Cascara 20 a 25 12 a 15
Harina Gruesa 45 a 55 40 a 45 **Harina Fina** 20 a 30 40 a 45

2. Proceso en Pailas

Fase del proceso donde se extraen de la malta y eventualmente de los granos crudos la mayor cantidad de extracto y de la mejor calidad posible en función al tipo de cerveza que se busca fabricar. La extracción se logra principalmente por hidrólisis enzimática, solamente un 10% de la extracción es debida a una simple disolución química. Las amilasas desdoblan el almidón en dextrinas y maltosa principalmente las enzimas proteolíticas desdoblan las proteínas complejas en materias nitrogenadas solubles, la fitasa desdobla la fitina en inositol y fosfato, etc. Estas transformaciones enzimáticas han sido ya empezadas durante el malteado a un ritmo mucho menos intenso de el que sucederá en el cocimiento; donde debido a la acción de las diferentes temperaturas y la gran cantidad de agua las reacciones suceden muchas veces en forma explosiva. Cuantitativamente el desdoblamiento del almidón en azúcares y dextrinas es el más importante. La fórmula bruta del almidón es: $(C_6H_{10}O_5)_n$. Las principales reacciones que ocurren durante el cocimiento por acción de las amilasas son formación de dextrinas. $(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow n(C_6H_{10}O_5)_n/x$ formación de maltosa : $(C_6H_{10}O_5)_n + n/2 H_2O \rightarrow n/2(C_{12}H_{22}O_{11})$ Y en menor proporción formación de glucosa $(C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O \rightarrow n(C_6H_{12}O_6)$ El almidón contiene dos polisacáridos diferentes : **amilosa** y **amilopéctina**; la **amilosa** esta constituida por cadenas rectilíneas de glucosa con uniones a **1-4**; la **amilopéctina** esta constituida por cadenas ramificadas de uniones de glucosa en uniones a **1-4** y a **1-6** existiendo también uniones del tipo a **1-3**. Para desdoblar el almidón se necesitan varias amilasas siendo las principales las a y b **amilasas**.

Las características de las enzimas amilolíticas de la malta son :

La b-**amilasa** corta las cadenas rectas de almidón de dos en dos glucosas, cada pareja se combina con una molécula de agua formando una molécula de **maltosa**, esta enzima puede de esta manera desdoblar enteramente las cadenas de **amilasa** en **maltosa**, sólo es detenida si el número de glucosas de la cadena es impar, formando una molécula de **malto-triosa** al final. La b-**amilasa** también ataca la **amilopéctina** pero se detiene totalmente en las zonas donde existen enlaces del tipo a **1-6**.

a- **amilasa** : Tiene su óptimo de temperatura de 62 a 65 °c , se destruye si se mantiene 30 minutos a 65 °c rápidamente, y entre 70 a 75 °c inmediatamente. Su PH óptimo se sitúa a 5.0, a un PH superior de 5.7 su acción declina fuertemente..

La a **-amilasa** es también incapaz de romper los enlaces a **1-6** de la **amilopéctina**, su misión consiste en cortar en un lugar cualquiera los enlaces a **1-4**. Teóricamente la a **-amilasa** podría formar moléculas de maltosa cortando las cadenas hasta que queden dos unidades de glucosa, pero para llegar a esos extremos se tendría que dejar reaccionar mucho tiempo la enzima. Se observa pues que por la acción combinada de estas 2 enzimas el almidón será desdoblado en gran parte en maltosa y dextrinas es decir las zonas donde por la existencia de enlaces a **1-6** las enzimas en mención no han podido actuar; estas zonas son compuestas por tres glucosas como mínimo es decir maltotriosas.

a - **Amilasa** : Tiene su óptimo de temperatura entre los 72 y 75 °c , es destruida a 80 °c, su PH óptimo es de 5.6 a 5.8

Las características de las enzimas Proteolíticas son:

Contrariamente a lo que pasa con el almidón las sustancias nitrogenadas están lejos de disolverse completamente durante el cocimiento; se disuelven mayormente durante el malteado. Pero es muy importante tener en cuenta la gran diferencia existente entre los compuestos nitrogenados que se disuelven durante el malteado, y los que se disuelven durante el cocimiento, los compuestos que aquí se forman son sobre todo los péptidos.

Las proteínasas están en su máxima actividad a la temperatura de 45 - 50 °c; a 60 °c están aún en actividad, pero formando una proporción alta de compuestos nitrogenados complejos; A 70 °c las proteínasas son rápidamente destruidas; su PH óptimo de acción es de 4.6 a 5.0 El 5 a 6 % de los sólidos del mosto son compuestos nitrogenados, y un 40 a 45 % de las proteínas de la malta son solubles. En cambio los adjuntos tiene 8 a 10 % de proteínas, pero la casi totalidad de estas no entran en solución durante el macerado. El lúpulo contiene 14 a 15 % de proteínas. De las proteínas que se solubilizan en la maceración buena parte de ellas se retira por coagulación, en parte en la misma maceración y en parte durante la ebullición del mosto. La actividad de las enzimas proteolíticas durante la maceración es baja por que las condiciones de PH no son óptimas. En el mosto quedan compuestos nitrogenados a partir de **proteosas y peptonas** en forma coloidal, las proteínas que no son degradadas hasta proteosas y peptonas se coagulan por desnaturalización debida al calor y sucede durante la ebullición del mosto. Las proteosas y peptonas no son coaguladas, sino que permanecen en forma coloidal,

pueden combinarse parcialmente con taninos provenientes de malta y lúpulo y buena parte de aquellos precipitan cuando el mosto es enfriado durante la fermentación.

Temperaturas y Tiempos tradicionales de maceración:

Cada cervecería utiliza el sistema de maceración que más le conviene según las materias primas y los equipos de que se dispone, y según la cerveza que se desea elaborar. Para lograr esto se busca favorecer determinadas reacciones enzimáticas dejando las masas a determinadas temperaturas durante algún tiempo. Este tiempo que dura la masa a determinada temperatura se le llama descanso. Los descansos más comunes en los diferentes sistemas de maceración son:

Descanso de Hidratación (35 °c) Es un descanso que varía entre 20 a 60 minutos, y se realiza cuando se descarga las harinas de malta en el agua cervecera con el agitador de la paila funcionando.

Descanso de Proteolisis (45 °c) Esta temperatura es óptima para la actividad de la **péptidasa**, es decir para la formación de aminoácidos y péptidos simples, también hay actividad de la **fitasa (48 °c)** que activa la transformación de los compuestos orgánicos del fósforo. Este descanso se conoce también como de **peptonización**. y puede variar de 10 a 60 minutos.

Descanso de formación de azúcares (55 - 62.5 °c) Temperatura óptima para la formación de maltosa o sea para la actividad de la **b -amilasa** variando entre 5 a 20 minutos, aquí aún hay algo de actividad proteolítica y algo de actividad de la a -amilasa.

Descanso formación de dextrinas (67 - 72.5 °c) A esta temperatura se tiene la máxima actividad de la a - **amilasa** produciéndose una gran cantidad de dextrinas, con un tiempo que varía entre los 5 y 30 minutos.

Descanso de conversión (70 - 74 °c) Este descanso la mayoría de veces es idéntico al anterior, pero sirve para completar todas las actividades enzimáticas, en este descanso quedan sacáridos de acrodextrinas hacia abajo. Con una duración máxima de 30 minutos.

Descanso estabilización de masa (74 - 77.5 °c) Se realiza para inactivación total de las enzimas, hay una ligera actividad de la a -amilasa, pero se va destruyendo. Con este descanso se termina la maceración, posteriormente se pasará la masa a la paila de filtración o filtro prensa para separar los afrechos. Este descanso con un promedio de duración entre 5 a 10 minutos es importante para regular la viscosidad del mosto durante la filtración.

Sistemas de Maceración:

Depende de las materias primas, del tipo de cerveza que se desea elaborar y de los equipos que se dispone . actualmente se practican tres sistemas siendo estos sistemas los que dan origen a la variedad de cervezas en el mundo y son los siguientes :

Infusión Donde el aumento de la temperatura se hace progresivamente en todo el conjunto.a con el agitador de la paila funcionando.

Decocción La elevación de la temperatura se hace únicamente haciendo hervir una de las partes del cocimiento y mezclando.oteolítica y algo de actividad de la a -amilasa.

Doble masa o Mixto Típico para la utilización de adjuntos, siendo el mas empleado en nuestro medio, y se puede decir que es una mezcla de los dos anteriores.

3. Filtración de Mosto

Habiendo ya disuelto las materias solubles por el cocimiento es necesario separar el mosto de la parte insoluble llamada orujo o afrecho. La operación se realiza en dos fases primero el flujo del mosto y luego la operación de lavado del extracto que contiene el orujo. El mosto y el agua de lavado deben ser claros pues si se aporta durante la operación demasiadas sustancias mal disueltas, la clarificación de la cerveza será demasiado difícil. La calidad de la cerveza puede ser también alterada por un lavado de orujo con agua alcalina pues los polifenoles y sustancias amargas de la cáscara de la malta se disuelven muy fácilmente en agua alcalina aún más si se tiene en cuenta que el lavado se hace en agua a una temperatura máxima de 75 °c; a propósito de la temperatura es muy importante no excederse de 75 °c pues se corre el riesgo de disolver almidón presente aún en el orujo, lo que acarrearía problemas de turbiedad y fermentación posteriores. Existen dos tipos de aparatos donde se realizan la filtración y posteriormente el lavado del orujo : Cuba filtro y Filtro prensa.

Cuba Filtro La variación de concentración del orujo no implica directamente en el volumen de la cuba, pudiendo ser el espesor de 25 a 50 cm. Como desventaja la proporción de adjunto es de 25 %. Otra ventaja es la menor mano de obra, pero el tiempo de filtración es mayor.

Filtro Prensa Se puede filtrar un mosto más denso, con una filtración más rápida y una proporción de adjuntos mayor del 75 %. Como desventajas el mosto es menos brillante, hay mayor cantidad de ácidos grasos insaturados, y el trabajo es más exigente.

4. Ebullición de Mosto

La finalidad de la ebullición es Estabilizar enzimática y microbiológicamente el mosto, buscar la **coagulación** de las proteínas. La destrucción de las enzimas es realizada para evitar que sigan desdoblando a lo largo de la fermentación, las amilasas podrían seguir desdoblando las dextrinas y éstas se transformarían enteramente en alcohol. La **esterilización** del mosto es obtenida por simple ebullición, pues su reacción es ligeramente ácida. La coagulación de las materias proteínicas debe hacerse lo mejor posible, pues si subsisten en el mosto ocasionarían problemas en la fermentación y provocando fácilmente turbiedad en la cerveza embotellada. La **esterilización** y la **destrucción de las enzimas** es fácil de realizar, un cuarto de hora de ebullición es generalmente suficiente. La **coagulación de proteínas** es mucho más difícil, se realiza por etapas, la primera es la **desnaturalización** que consiste en la ruptura de puentes de hidrógeno en la molécula de proteína, pasando del estado hidratado al deshidratado, manteniéndose en suspensión únicamente por su carga eléctrica; luego de la desnaturalización se produce la **coagulación propiamente dicha** por agrupación de micelios deshidratados; es aquí donde el PH juega un papel importantísimo pues la coagulación será eficiente si se realiza en el punto isoeléctrico; como existen muchas proteínas en el mosto se ha optado por el PH 5.3 como el más conveniente. La violencia de la ebullición influye también en la coagulación más no en la desnaturalización. Durante la ebullición. La **coloración** también aumenta sobre todo por la formación de **melanoidinas**, también por **oxidación de taninos**, estas dos reacciones son favorecidas por el PH elevado. Por último a lo largo de la ebullición se forman **productos reductores** que contribuyen a la calidad y estabilidad de cerveza.

El **Lupulado** del mosto se realiza tradicionalmente durante esta operación, es decir en la paila de ebullición. El amargor es obtenido por **isomerización** de los ácidos y del lúpulo; esta isomerización es incompleta debido principalmente al PH del mosto, el PH óptimo de isomerización es 9. Como se ha visto existen muchas lupulonas y humulonas en el lúpulo; cada uno de estos compuestos donará su isómero respectivo; el conjunto es conocido como isohumulonas pues son esencialmente quienes donan el amargor deseado.

5. Enfriamiento de Mosto

El mosto obtenido por sacarificación de la malta o de los adjuntos y por proteólisis de las proteínas de la malta, ebullición durante hora y media con el lúpulo para otorgarle el amargo, a lo largo de esta ebullición la esterilización completa es obtenida gracias en particular a un PH vecino a 5.3. Los precipitados proteícos son eliminados por sedimentación, filtración o centrifugación; el mosto es enseguida enfriado a la temperatura

de inoculación de la levadura, esta temperatura depende del tipo de levadura empleada y del tipo de cerveza a fabricar entre 6 a 20 °C . Durante el enfriamiento un nuevo precipitado de **polifenoles-proteínas** se forma, por un lado por enlaces de hidrógeno y también por la falta de solubilidad de las prolaminas. La presencia de este nuevo precipitado juega un rol esencial sobre la formación de **H₂S** por la levadura.

El mosto enfriado, en principio estéril, debe ser airada antes del inicio de la fermentación, de no ser airada la tasa de mortalidad levuriana aumentaría a tal punto que la levadura no podría ser reutilizada; la oxigenación del mosto antes del inicio de la fermentación permite a la levadura sintetizar **ácidos grasos insaturados (oleícos, linoleícos, y linolénicos)**, en ausencia de estos ácidos grasos la pared celular esta sujeta a alteraciones lo cual lo hace más permeable a los ésteres correspondientes a los alcoholes superiores que ella misma forma.

La composición del mosto es muy variable en función al tipo de cerveza fabricada, su densidad puede variar entre 2 a 20 °P (grados Plato) es decir que puede contener de 2 a 20 gr de soluto por 100 grs de líquido; a su vez puede ser rico o no en aminoácidos y péptidos en función de la importancia de la proteólisis y de la proporción de adjuntos utilizados. La relación **maltosa/dextrinas** es igualmente variable de acuerdo al método de cocimiento escogido. De manera general se puede decir que el mosto es un medio incompleto, normalmente carente de aminoácidos y ácidos grasos insaturados pues es imposible obtener un crecimiento rápido y completo de levadura; cosa que no sucede si se tratara de un medio sintético a base de extractos de levadura.

FERMENTACION:

La fermentación juega un rol esencial en la calidad de la cerveza, en particular gracias a los productos secundarios como los alcoholes superiores y ésteres; es también la etapa de la fabricación más difícil de controlar. La levadura que es reutilizada de una fermentación a otra no tiene un metabolismo estable; ella degenera. Esta degradación es debida a una infección por presencia de otros microorganismos, ni habitualmente tampoco debido a una mutación; debido a modificaciones progresivas de la membrana celular y de la actividad enzimática de la levadura. Las fermentaciones son modificaciones del metabolismo celular, es decir el conjunto de modificaciones bioquímicas y físicas. Este metabolismo comprende el catabolismo y anabolismo. Se ha preparado un líquido complejo y se ha purificado cuidadosamente hasta el momento de agregar la levadura cervecera para producir su fermentación. Al final de esta cuando los azúcares han sido transformados hasta alcohol y gas carbónico se tendrá la cerveza. Después de la fermentación la cerveza es separada de la levadura, la cual puede ser utilizada para fermentar mas mosto,

posteriormente. La cerveza se deja un determinado tiempo en reposo durante el cual se fijan ciertas cualidades y se clarifica naturalmente; después es filtrada. El principal producto obtenido durante la fermentación es el alcohol etílico pero se conoce dos tipos de fermentaciones en cervecería la fermentación de superficie y la fermentación de fondo

Fermentación de superficie.- Se usa levadura que va a la superficie del líquido después de filtrar la fermentación. Con este sistema se hacen cervezas tipo Ale, Porter, Lambic.

Fermentación de fondo.- Se emplea un tipo de levadura que se sedimenta al fondo de la tina después de haber efectuado la fermentación del mosto con ella se hacen cervezas tipo Lager. En las cervecerías nacionales se emplea este tipo de fermentación.

Descripción del proceso:

Se agrega al mosto frío , levadura en una cantidad calculada, para que quede en el mosto de 8 a 10 millones de células por cc. Para la fermentación de mosto concentrado, se usa un millón de células por cc por cada grado plato del mosto. La cantidad de levadura previamente determinada se diluye en el mosto y luego se inyecta a la línea de mosto frío durante el enfriamiento. La cantidad total de levadura que se inyecta se calcula teniendo en cuenta el volumen de mosto que va a contener la tina de fermentación. La temperatura inicial de fermentación puede variar entre 6 a 10 °C . Una vez que se inicia la fermentación se aprecian como cambios notorios, el descenso del extracto, la producción de gas carbónico y el desprendimiento de calor; durante la fermentación se controla el descenso de la densidad regulando la temperatura con atemperadores (serpentines o chaquetas), por los cuales circula agua fría o salmuera o agua glicolada a temperaturas que oscilan entre 1 a 2°C para el caso del agua y de -5 a -10°C. para el caso de la salmuera o el agua glicolada. Para recolectar el gas carbónico que se desprende de la fermentación, comúnmente el tanque está conectado por la parte superior con dos tuberías; una que va a la intemperie y la otra que va a la planta de purificación de gas carbónico. En la planta de gas carbónico, éste es purificado y licuado con el fin de inyectarlo posteriormente a la cerveza. Cuando se alcanza el extracto límite o sea hasta donde se le va a dejar fermentar se abre el frío para conseguir enfriar la cerveza y para que la levadura se alimente. Se consigue enfriar la cerveza hasta 5°C. y se suspende el envío de gas carbónico a la planta, luego se bombea la cerveza a los tanques de maduración y se recupera la levadura. A la cantidad de levadura obtenida en cada fermentación se le denomina cosecha de levadura , lo normal es obtener 4 veces la cantidad de levadura agregada.

MADURACION:

Con el nombre de maduración se distingue la etapa siguiente a la fermentación y comprende todo el tiempo a que dure la cerveza en los tanques a baja temperatura antes de ser filtrada. Comúnmente se divide en dos etapas que son reposo y acabado, entre el reposo y el acabado puede haber una prefiltración, preenfriamiento y precarbonatación. La maduración se puede hacer :

Dos etapas Reposo y acabado y durante el reposo hacer una segunda fermentación, en el paso de reposo a acabado la temperatura es de 2 a 3°C. y en acabado se puede enfriar a -1°C.

Fermentar hasta el extracto límite Este sistema es americano y en el paso de fermentación a reposo se efectúa el enfriamiento y entre reposo y acabado, precarbonatación, prefiltración y preenfriamiento y durante la filtración final se hace también enfriamiento.

Los objetivos de la maduración

son acumular o almacenar cerveza, dejar sedimentar en forma natural la materia amorfa y la levadura que aún tiene la cerveza, refinación del sabor por eliminación de las sustancias volátiles que causan el sabor verde, separación por precipitación de los compuestos que se forman al ser enfriada la cerveza, es muy importante considerar que la cerveza se enturbia al ser enfriada después de haber sido filtrada, otro de los objetivos es completar la atenuación límite que no ha sido alcanzada en la fermentación y también se busca carbonatar la cerveza. Al recibir la cerveza en un tanque de maduración es necesario contrapresionar para evitar la salida de gas y la formación de espuma. Es un factor que puede contribuir a la deficiencia de espuma. Durante la maduración la cerveza debe mantenerse bajo presión de 0.3 a 0.5 atmósferas para evitar la oxidación y facilitar la clarificación (la levadura con presión tiende a sedimentarse y mas con frío) y se evita el exceso de purga. Al recibo la contrapresión puede ser con aire o con gas carbónico. Después se deja bajar la presión con el objeto de efectuar purga y eliminar aire en la parte vacía del tanque. Luego se cierra y se sostiene algo de presión porque si no, hay eliminación de muchas sustancias volátiles y se afecta el aroma de la cerveza. El tanque no se llena completamente Si la maduración es muy larga o prolongada el sabor se suaviza demasiado, pierde cuerpo, pierde amargo y queda muy simple aparte de que es muy costoso tener maduraciones largas, pues se necesitan muchos tanques. generalmente se deja un 2 a 5 % de cámara libre.

Con respecto a la temperatura de cerveza en maduración se especifica entre -2 y 0°C. si se hace segunda maduración se pasa a la etapa de

reposo de 2 a 3°C. y cuando se pasa al acabado se enfría a -2°C. Si es mayor de 0°C. puede presentarse autólisis de la levadura que pasa a maduración afectando el sabor, se presentan coagulaciones de las sustancias que precipitan en frío (proteosas o peptonas - taninos) y por tanto se obtienen cervezas químicamente inestables, también por esta temperatura alta no se obtiene una buena clarificación y por lo tanto cervezas muy turbias al final de la maduración que causan problemas en la filtración. Al subir la temperatura se puede aumentar el efecto de la oxidación. En referencia al tiempo de la maduración cuando se hace en una sola etapa se deja de 2 a 3 semanas. Cuando es en dos etapas el tiempo de la primera etapa dura comúnmente 2 semanas y el tiempo de acabado o segunda etapa dura aproximadamente una semana. La producción debe ser programada de tal manera que la cerveza tenga una maduración uniforme. Si el tiempo es corto menos de 15 días es posible que se obtenga un sabor verde, no precipiten las sustancias que causan estabilidad química deficiente, no se clarifique bien la cerveza originando problemas de filtración.

Al final de la maduración como se va a llevar a cabo una filtración y por lo tanto una eliminación de la levadura se tendrá que proteger la cerveza agregándole antioxidantes para que se combinen con el oxígeno y evitar que se combine con la cerveza pudiéndose emplear ácido ascórbico o bisulfito de sodio o potasio y para mejorar la clarificación de la cerveza se emplean clarificantes que pueden ser gelatina, viruta y una mezcla de bentonita con ácido tánico. La clarificación normal de la cerveza en maduración es afectada por maltas muy frescas sin el debido tiempo de reposo, temperaturas altas en maduración, alto extracto fermentable residual, poco tiempo de maduración, falta de presión positiva en los tanques de maduración y también por maltas mal modificadas o con un alto contenido de beta glucanos. Para proteger la cerveza contra la turbiedad fina o por frío se emplean estabilizadores que son enzimas proteolíticas de origen vegetal como la papaina de la papaya o la bromelina de la piña. El efecto de los estabilizadores contra la turbiedad por frío es degradar proteínas, proteosas y peptonas hasta polipéptidos para que no se combinen con los antocianógenos y no se formen las proteínas taninos que ocasionen turbiedad, estos se agregan por lo general antes de la filtración.

Envasado de la cerveza

El contenido de anhídrido carbónico se regula en el tanque embotellador. El envasado de la cerveza se realiza en botellas, botes, cubas o barriles, generalmente se pasteuriza. La cantidad de alcohol oscila del 2 al 6%. Gracias al envasado de la cerveza nos llega a nuestros hogares con las mayores garantías de conservación, sabor y cuerpo.

PEROTES-PEDRUGADA-ELABORACION DE EMBUTIDOS Y VINOS

Historia de la Empresa

Fundada en el año de 1935 por inmigrantes españoles que añorando la necesidad de consumir buenos embutidos, se decidieron a elaborar artesanalmente productos de calidad Extra.

CON LA TRADICIÓN EUROPEA, y la benevolencia del clima privilegiado de Perote, Veracruz, iniciándose con el jamón curado tipo Serrano, los chorizos madurados como el Vela, Cantimpalo Pamplona, además de Chistorra, Butifarra , entre otros.

Con la experiencia en la elaboración de productos madurados y combinándolos con el SABOR MEXICANO, surgen los productos conocidos como el jamón tipo York, Pierna Horneada, Jamón Berlín; los cuales muestran una gran aceptación por parte de nuestra selecta clientela.

Aunado a lo anterior surgen las especialidades de la casa como es el caso de los Pathes, Salchichas tipo Europeo, Salami y Salchichones, los cuales se siguen elaborando artesanalmente con los preceptos por los que fueron creados Y LA CALIDAD QUE USTED YA CONOCE

Y ahora, se los brindamos a través de nuestra cadena de tiendas EL RACO, por lo que no dudamos en seguir siendo... LAS CARNES FRIAS DE SU PREFERENCIA.

Misión

ELABORACION, DISTRIBUCION Y COMERCIALIZACION DE ALIMENTOS SANOS, NUTRITIVOS Y DE CALIDAD, QUE EXCEDAN LAS ESPECTATIVAS DE NUESTROS CLIENTES, CUMPLIENDO CON LAS NORMAS Y ESTANDARES SANITARIOS Y ECOLOGICOS PARA SU FABRICACION, ASI COMO LA PROMOCION Y ESTIMULACION DEL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD.

AUTENTICA EMPACADORA DE PEROTE, S.A. de C.V.

DIRECTORIO DE TIENDAS

TIENDA PEROTE (Matriz)

DIRECCION: LAZARO CARDENAS NO. 2 COL. CENTRO
PEROTE, VERACRUZ

TELEFONO: 01 282 82 500 63 Y 01 282 82 503 69

RIOJAL SA DE CV—Fabrica de Champiñones y Setas Comestibles

CARRETERA FEDERAL XALAPA-PEROTE KM 118

Llendo de xalapa hacia perote, del lado izquierdo de la carretera, se ven las galeras, pueden pedir informes y una visita guiada.

EL METODO CIENTIFICO

(del griego: -meta = hacia, a lo largo- -odos = camino-; camino hacia el conocimiento) presenta diversas definiciones debido a la complejidad de una exactitud en su conceptualización: "*Conjunto de pasos fijados de antemano por una disciplina con el fin de alcanzar conocimientos válidos mediante instrumentos confiables*", "*secuencia standard para formular y responder a una pregunta*", "*pauta que permite a los investigadores ir desde el punto A hasta el punto Z con la confianza de obtener un conocimiento válido*". Así el método es un conjunto de pasos que trata de protegernos de la subjetividad en el conocimiento.

El método científico está sustentado por dos pilares fundamentales. El primero de ellos es la [reproducibilidad](#), es decir, la capacidad de repetir un determinado experimento en cualquier lugar y por cualquier persona. Este pilar se basa, esencialmente, en la comunicación y publicidad de los resultados obtenidos. El segundo pilar es la [falsabilidad](#). Es decir, que toda proposición científica tiene que ser susceptible de ser falsada ([falsacionismo](#)). Esto implica que se pueden diseñar experimentos que en el caso de dar resultados distintos a los predichos negarían la hipótesis puesta a prueba. La falsabilidad no es otra cosa que el [modus tollendo tollens](#) del [método hipotético deductivo](#) experimental. Según *James B. Conant* no existe **un** método científico. El científico usa métodos definitorios, métodos clasificatorios, métodos estadísticos, métodos hipotético-deductivos, procedimientos de medición, etc. Según esto, referirse a *el* método científico es referirse a este conjunto de tácticas empleadas para constituir el conocimiento, sujetas al devenir histórico, y que pueden ser otras en el futuro.¹ Ello nos conduce tratar de sistematizar las distintas ramas dentro del campo del método científico.

Tipologías

La sistematización de los métodos científicos es una materia compleja y tediosa. No existe una única clasificación, ni siquiera a la hora de considerar cuántos métodos distintos existen. Sin embargo aquí se presenta una clasificación que cuenta con cierto consenso dentro de la comunidad científica. Además es importante saber que ningún método es un camino infalible para el conocimiento, todos constituyen una propuesta racional para llegar a su obtención.

[Método empírico-analítico](#). Conocimiento autocorrectivo y progresivo. Características de las [ciencias naturales](#) y [sociales o humanas](#). Caracteriza a las [ciencias descriptivas](#). Es el método general más utilizado. Se basa en la [lógica empírica](#). Dentro de éste podemos observar varios métodos específicos con técnicas particulares. Se distinguen los elementos de un

fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado.

Método experimental: Algunos lo consideran por su gran desarrollo y relevancia un método independiente del método empírico, considerándose a su vez independiente de la lógica empírica su base, la lógica experimental. Comprende a su vez:

+ Método hipotético deductivo. En el caso de que se considere al método experimental como un método independiente, el método hipotético deductivo pasaría a ser un método específico dentro del método empírico analítico, e incluso fuera de éste.

Método de la observación científica: Es el propio de las **ciencias descriptivas**.

- Método de la medición: A partir del cual surge todo el complejo **empírico-estadístico**.
- Método hermenéutico: Es el estudio de la coherencia interna de los textos, la Filología, la exégesis de libros sagrados y el estudio de la coherencia de las normas y principios.
- Método dialéctico: La característica esencial del método dialéctico es que considera los fenómenos históricos y sociales en continuo movimiento. Dio origen al materialismo histórico.
- Método fenomenológico. Conocimiento acumulativo y menos autocorrectivo.
- Método histórico. Está vinculado al conocimiento de las distintas etapas de los objetos en su sucesión cronológica, para conocer la evolución y desarrollo del objeto o fenómeno de investigación se hace necesario revelar su historia, las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales. Mediante el método histórico se analiza la trayectoria concreta de la teoría, su condicionamiento a los diferentes períodos de la historia.
- Método sistémico. Está dirigido a modelar el objeto mediante la determinación de sus componentes, así como las relaciones entre ellos. Esas relaciones determinan por un lado la estructura del objeto y por otro su dinámica.

- **Método sintético.** Es un proceso mediante el cual se relacionan hechos aparentemente aislados y se formula una teoría que unifica los diversos elementos. Consiste en la reunión racional de varios elementos dispersos en una nueva totalidad, este se presenta más en el planteamiento de la hipótesis. El investigador sintetiza las superaciones en la imaginación para establecer una explicación tentativa que someterá a prueba.
- **Método lógico.** Es otra gran rama del método científico, aunque es más clásica y de menor fiabilidad. Su unión con el [método empírico](#) dio lugar al [método hipotético deductivo](#), uno de los más fiables hoy en día. (ver [métodos de interpolación y extrapolación](#)).
- **Método lógico deductivo:** Mediante él se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios. Se divide en:
 - + Método deductivo directo de conclusión inmediata: Se obtiene el juicio de una sola premisa, es decir que se llega a una conclusión directa sin intermediarios.
 - + Método deductivo indirecto o de conclusión mediata: La premisa mayor contiene la proposición universal, la premisa menor contiene la proposición particular, de su comparación resulta la conclusión. Utiliza **silogismos**.
- **Método lógico inductivo:** Es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Se divide en:

Método inductivo de inducción completa: La conclusión es sacada del estudio de todos los elementos que forman el objeto de investigación, es decir que solo es posible si conocemos con exactitud el número de elementos que forman el objeto de estudio y además, cuando sabemos que el conocimiento generalizado pertenece a cada uno de los elementos del objeto de investigación.

Método inductivo de inducción incompleta: Los elementos del objeto de investigación no pueden ser numerados y estudiados en su totalidad, obligando al sujeto de investigación a recurrir a tomar una muestra representativa, que permita hacer generalizaciones. Éste a su vez comprende:

Método de inducción por simple enumeración o conclusión probable. Es un método utilizado en objetos de investigación cuyos elementos son muy grandes o infinitos. Se infiere una conclusión universal observando que un mismo carácter se repite en una serie

de elementos homogéneos, pertenecientes al objeto de investigación, sin que se presente ningún caso que entre en contradicción o niegue el carácter común observado. La mayor o menor probabilidad en la aplicación del método, radica en el número de casos que se analicen, por tanto sus conclusiones no pueden ser tomadas como demostraciones de algo, sino como posibilidades de veracidad. Basta con que aparezca un solo caso que niegue la conclusión para que esta sea refutada como falsa.

Método de inducción científica. Se estudian los caracteres y/o conexiones necesarios del objeto de investigación, relaciones de causalidad, entre otros. Guarda enorme relación con el [método empírico](#).

- [Analogía](#): Consiste en inferir de la semejanza de algunas características entre dos objetos, la probabilidad de que las características restantes sean también semejantes. Los razonamientos analógicos no son siempre válidos.

Descripciones del método científico

Por método o proceso científico se entiende aquellas prácticas utilizadas y ratificadas por la comunidad científica como válidas a la hora de proceder con el fin de exponer y confirmar sus teorías. Las teorías científicas, destinadas a explicar de alguna manera los fenómenos que observamos, pueden apoyarse o no en experimentos que certifiquen su validez.

[Francis Bacon](#) definió el método científico de la siguiente manera:

1. [Observación](#): Observar es aplicar atentamente los sentidos a un objeto o a un fenómeno, para estudiarlos tal como se presentan en realidad.
2. [Inducción](#): La acción y efecto de extraer, a partir de determinadas observaciones o experiencias particulares, el principio particular de cada una de ellas.
3. [Hipótesis](#): Planteamiento mediante la observación siguiendo las normas establecidas por el método científico.
4. Probar la hipótesis por [experimentación](#).
5. Demostración o refutación ([antítesis](#)) de la hipótesis.
6. [Tesis](#) o [teoría científica](#) (conclusiones).

Así queda definido el método científico tal y como es normalmente entendido, es decir, la representación social dominante del mismo. Esta definición se corresponde sin embargo únicamente a la visión de la ciencia denominada [positivismo](#) en su versión más primitiva. Empero, es evidente que la exigencia de la experimentación es imposible de aplicar a áreas de conocimiento como la [vulcanología](#), la [astronomía](#), la [física teórica](#),

etcétera. En tales casos, es suficiente la observación de los fenómenos producidos naturalmente.

Por otra parte, existen ciencias, especialmente en el caso de las [ciencias humanas](#) y [sociales](#), donde los fenómenos no sólo no se pueden repetir controlada y artificialmente (que es en lo que consiste un experimento), sino que son, por su esencia, irrepetibles, v.g. la [historia](#). De forma que el concepto de método científico ha de ser repensado, acercándose más a una definición como la siguiente: "*proceso de conocimiento caracterizado por el uso constante e irrestricto de la capacidad crítica de la razón, que busca establecer la explicación de un fenómeno ateniéndose a lo previamente conocido, resultando una explicación plenamente congruente con los datos de la observación*".

Por método o proceso científico se entiende aquellas prácticas utilizadas y ratificadas por la comunidad científica como válidas a la hora de proceder con el fin de exponer y confirmar sus teorías. Las teorías científicas, destinadas a explicar de alguna manera los fenómenos que observamos, pueden apoyarse o no en experimentos que certifiquen su validez.

PASOS DEL METODO CIENTIFICO

Observación

La **observación** es una de las manifestaciones, junto con la [experimentación](#), del [método científico](#) o verificación empírica. Ambas son complementarias, aunque hay ciencias basadas en una de estas dos únicamente. Así, la [astronomía](#) es el paradigma de las ciencias basadas en la observación, pues el objeto de sus estudios no puede ser llevado a cabo en un [laboratorio](#).

La observación consiste en la [medida](#) y registro de los hechos observables, según el método científico, y por lo tanto, medida por instrumentos científicos. Además, estas observaciones deben ser realizadas profesionalmente, sin la influencia de opiniones o emociones.

Inducción

Inducción significa:

En el ámbito de las [matemáticas](#) el [Principio de inducción](#) es un razonamiento que permite demostrar una infinidad de proposiciones, o una proposición que depende de un parámetro n

que toma una infinidad de valores, habitualmente en el conjunto de los enteros naturales \mathbf{N} .

En el ámbito de la [física](#), la [inducción electromagnética](#) es el fenómeno que origina la producción de una diferencia de potencial eléctrico (o voltaje) en un medio o cuerpo expuesto a un campo magnético variable.

En [lógica](#), se designa como inducción a un tipo de razonamiento que va de lo particular a lo general (concepción clásica) o bien a un tipo de razonamiento en donde se obtienen conclusiones tan sólo probables (concepción más moderna). La inducción matemática es un caso especial, donde se va de lo particular a lo general y, no obstante, se obtiene una conclusión necesaria. Típicamente, el razonamiento inductivo se contrapone al razonamiento deductivo, que va de lo general a lo particular y sus conclusiones son necesarias ([véase inductivismo](#), [métodos de interpolación y extrapolación](#) y [razonamiento inductivo](#)).

En [embriología](#), la [inducción](#) hace referencia a la iniciación o causa de un cambio o proceso [ontogenético](#).

Hipótesis (método científico)

Una **hipótesis** puede caracterizarse como una solución provisional (tentativa) para un problema dado. El nivel de verdad que se le asigne a tal hipótesis dependerá de la medida en que los datos empíricos recogidos apoyen lo afirmado en la hipótesis. Esto es lo que se conoce como contrastación empírica de la hipótesis o bien **proceso de validación de la hipótesis**. Este proceso puede realizarse de uno de dos modos: mediante **confirmación** (para las hipótesis universales) o mediante **verificación** (para las hipótesis existenciales).

En general, en un trabajo de [investigación](#) se plantean dos hipótesis mutuamente excluyentes: la [hipótesis nula](#) (H_0) y la [hipótesis alternativa](#) (H_1). El análisis estadístico de los [datos](#) servirá para determinar si se puede o no aceptar la hipótesis de nulidad. Cuando se rechaza la hipótesis nula, significa que el factor estudiado ha influido significativamente en los resultados y es información relevante para apoyar la hipótesis de investigación planteada. Es muy importante tener presente que la hipótesis de investigación debe coincidir con la hipótesis alternativa. Plantear hipótesis de investigación que coincidan con la hipótesis de nulidad supondría una aplicación incorrecta del razonamiento estadístico.

Las hipótesis son proposiciones provisionales y exploratorias y, por tanto, su valor de veracidad o falsedad depende críticamente de las pruebas

empíricas. En este sentido, la replicabilidad de los resultados es fundamental para confirmar una hipótesis como solución de un problema.

Experimentación

La **experimentación**, método común de las [ciencias](#) y las [tecnologías](#), consiste en el estudio de un fenómeno, reproducido generalmente en un [laboratorio](#), en las condiciones particulares de estudio que interesan, eliminando o introduciendo aquellas variables que puedan influir en él. Se entiende por [variable](#) todo aquello que pueda causar cambios en los resultados de un experimento y se distingue entre variable independiente, dependiente y controlada.

Técnica

La propiedad particular de la definición es "**controlada**". La **variable independiente** es un evento que se incorpora al experimento y se quiere ver cómo influye en la **variable dependiente**, que no es sometida la llaman **experimental** y **de control**. Se mide la característica antes y después del evento. Un estudio longitudinal con un panel, que es un grupo de personas representativas del hábitat y de dimensión muestral adecuada, a las cuales se le aplica un cuestionario en espacios de tiempo continuados, es un experimento controlado por las variables que se estudian: cambios en los hábitos de compra, evolución de los valores humanos, influencias de un cambio social, impacto de la información, etc.

En un experimento concreto se tiene la hipótesis de que las personas que son bien informadas sobre los motivos de la inmigración son más propensas a no tener prejuicios, como discriminación hacia los inmigrantes o xenofobia. A un grupo se le expone información y al otro no, y después se mide el grado de xenofobia, antes y después. La técnica, en general, es para estudios donde intervengan variables que tengan propiedades de retroalimentación y considerada ésta como [axioma](#) más que hipótesis. Éste es el efecto observable de que los hechos sociales 'aprenden' en el espacio temporal e incorporan lo aprendido, con lo que sería un hecho social nuevo.

Sí que sería aplicar estas teorías a los hechos sociales actuales pero incluso a hechos pasados, que en su percepción éstos pueden ser modificados por los historiadores, manejando otras fuentes y con el cambio de su misma imaginación personal. Por ejemplo, 'la leyenda negra de la inquisición' debería ser reescrita y 'cambiada', como así mismo el discurso de la historia actual es experimentable: los cambios en una comunidad a la que se le van introduciendo nuevos requerimientos con nuevos personajes, por ejemplo, y observando un hecho social concomitante, etc.

Cuasiexperimentales

La técnica descrita de los modelos longitudinales (o en el transcurrir del tiempo) es la más similar a la investigación hecha con objetos físicos y para hechos físicos y se llaman más propiamente cuasiexperimental (Campbell y Stanley) y pueden trabajar bien en las ciencias sociales. Estudios biográficos, cohortes y cambios sociales son viables con el método de los paneles con las mismas personas con las mismas propiedades o variables y modificando temporalmente con la introducción de una intervención, exposición a otra variable incorporada u otro acontecimiento. Es el más puro estilo de 'experimentación social' y que es dinámica - interviene el tiempo -. El otro tipo importante de metodología, llamada los 'estudios fijos de secciones cruzadas' clásicas y son atemporales - no interviene el tiempo -, ese componente no es medido, ni contemplado. Temas como las matrices de correlación o las tablas de contingencia son algunos de sus métodos y es sobre hechos actuales o pasados, estructurales y estáticos y los experimentales se denominan cuasiexperimentales, dinámicos o de tendencia. El prefijo de cuasi-, actualmente es más bien un recuerdo, pues la metodología moderna ha hecho innecesaria la polémica entre ciencias físicas y sociales.

Antítesis

La **Antítesis** es un [recurso estilístico](#) que consiste en contraponer dos [sintagmas](#), frases o [versos](#) en cada uno de los cuales se expresan ideas de significación opuesta o contraria (**antítesis** propiamente dicha) o impresiones más subjetivas e indefinidas que se sienten como opuestas (**contraste**):

*Eres como la Rosa de Alejandría,
que se abre de noche,
se cierra de día.*
(tradicional)

Tesis (lógica)

En [filosofía](#), la **tesis** es el punto inicial de la [dialéctica](#), teoría inventada por el filósofo alemán [Hegel](#), con la que se supone que avanza la historia a través de las ideas que mueven a las masas. Es una proposición que se da por sentada (por verdadera), hasta que aparece la [antítesis](#), otra proposición (que contradice la tesis). El proceso dialéctico concluye con la [síntesis](#), proposición resultado, que es la que prevalece, superando la contradicción, y generando a su vez una nueva tesis.

Ejemplo:

TESIS => **ser**; ANTÍTESIS => **no ser**; SÍNTESIS => **llegar a ser**

Teoría científica

Una **teoría científica** es una entidad abstracta que constituye una explicación o descripción [científica](#) a un conjunto relacionado de observaciones o experimentos. Una teoría científica está basada en hipótesis verificadas múltiples veces por grupos de científicos individuales. Abarca en general varias leyes científicas, engloba los conocimientos aceptados por la comunidad científica del campo de investigación y está aceptada por la mayoría de especialistas.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS IDEAS SOBRE EL MÉTODO CIENTÍFICO

Es importante señalar que por "método científico" entiendo la suma de los principios teóricos, de las reglas de conducta y de las operaciones mentales y manuales que usaron en el pasado y hoy siguen usando los hombres de ciencia para generar nuevos conocimientos científicos. Creo que los principales esquemas propuestos sobre este método a través de la historia pueden clasificarse en las siguientes cuatro categorías:

1) *Método inductivo-deductivo*. Para los proponentes de este esquema la ciencia se inicia con observaciones individuales, a partir de las cuales se plantean generalizaciones cuyo contenido rebasa el de los hechos inicialmente observados. Las generalizaciones permiten hacer predicciones cuya confirmación las refuerza y cuyo fracaso las debilita y puede obligar a modificarlas o hasta rechazarlas. El método inductivo-deductivo acepta la existencia de una realidad externa y postula la capacidad del hombre para percibirla a través de sus sentidos y entenderla por medio de su inteligencia. Para muchos partidarios de este esquema, también nos permite explotarla en nuestro beneficio. Pertenecen a este grupo Aristóteles y sus comentaristas medievales, Francis Bacon, Galileo, Newton, Locke, Herschel, Mill, los empiristas, los positivistas lógicos, los operacionistas y los científicos contemporáneos en general.

2) *Método a priori-deductivo*. De acuerdo con este esquema, el conocimiento científico se adquiere por medio de la captura mental de una serie de principios generales, a partir de los cuales se deducen sus instancias particulares, que pueden o no ser demostradas objetivamente. Estos principios generales pueden provenir de Dios o bien poseer una existencia ideal, pero en ambos casos son invariables y eternos. Entre los pensadores que han militado en este grupo se encuentran Pitágoras, Platón,

Arquímedes, Descartes, Leibniz, Berkeley, Kant (con reservas) y Eddington, los idealistas y la mayor parte de los racionalistas.

3) *Método hipotético-deductivo*. En este grupo caben todos los científicos y filósofos de la ciencia que han postulado la participación inicial de elementos teóricos o hipótesis en la investigación científica, que anteceden y determinan a las observaciones. De acuerdo con este grupo, la ciencia se inicia con conceptos no derivados de la experiencia del mundo que está "ahí afuera", sino postulados en forma de hipótesis por el investigador, por medio de su intuición. Además de generar tales conjeturas posibles sobre la realidad, el científico las pone a prueba, o sea que las confronta con la naturaleza por medio de observaciones y/o experimentos. En este esquema del método científico la inducción no desempeña ningún papel; de hecho es evitada conscientemente por muchos de los miembros de este grupo. Aquí se encuentran Hume, Whewell, Kant (con reservas), Popper, Medawar, Eccles y otros (no muchos) científicos y filósofos contemporáneos.

4) *No hay tal método*. Dentro del grupo de pensadores que niegan la existencia de un método científico podemos distinguir dos tendencias: por un lado, están los que afirman que el estudio histórico nunca ha revelado un grupo de reglas teóricas o prácticas seguidas por la mayoría de los investigadores en sus trabajos, sino todo lo contrario; por el otro lado, se encuentran los que señalan que si bien en el pasado pudo haber habido un método científico, su ausencia actual se debe al crecimiento progresivo y a la variedad de las ciencias, lo que ha determinado que hoy existan no uno sino muchos métodos científicos. El mejor y más sobresaliente miembro de la primera tendencia es Feyerabend, mientras que en la segunda se encuentran varios de los biólogos teóricos, como Ayala, Dobshansky y Mayr, así como algunos de los racionalistas contemporáneos.

En forma igualmente breve, a continuación voy a hacer un análisis crítico de cada uno de los cuatro grupos genéricos de métodos científicos señalados arriba, aunque sólo sea para indicar en forma somera algunas tendencias filosóficas relevantes.

En relación con el *método inductivo-deductivo*, conviene considerar a los tres postulados del inductivismo, que son: 1) la ciencia se inicia con la observación de los hechos; 2) tal observación es confiable y con ella se puede construir el conocimiento científico, y 3) éste se genera por inducción, a partir de los enunciados observacionales. Comentaré en ese orden cada uno de los tres postulados.

1) *La ciencia se inicia con la observación de los hechos*. Para el inductivista es fundamental que la percepción de los fenómenos sea objetiva, es decir,

que esté libre de sesgos o parcialidades introducidas por la personalidad, experiencia o intereses del observador. Un corolario de este postulado es que diferentes investigadores colocados en las mismas circunstancias deben hacer las mismas observaciones. Sin embargo en la realidad ninguno de estos dos requerimientos se cumplen, pues no todos vemos lo mismo cuando miramos un objeto, y la capacidad de los sentidos del científico para registrar distintos tipos de fenómenos varía no sólo con su experiencia y educación, sino que depende de manera primaria de sus conceptos e ideas preconcebidas. Pero además, se ha insistido en que la ciencia no se inicia con la observación de los hechos porque primero debe decidirse cuáles hechos vamos a observar, por qué los vamos a observar y cómo los vamos a observar.

2) *La observación científica es confiable.* Existen tres factores que restringen el otorgamiento de confianza ilimitada a la observación científica: *i)* el nivel de desarrollo del campo específico al que se pretende incorporar el nuevo conocimiento, que si es muy primitivo garantiza una vida media muy breve a la información reciente, por la sencilla razón de que muy pronto vendrá otra más precisa o diferente a sustituirla; *ii)* la moda científica del momento, un factor muy complejo pero no por eso menos real, que determina (a veces dolosamente) si la observación reportada se incorpora o no al *corpus* aceptado oficialmente por el "colegio invisible" relevante; *iii)* la existencia del fraude científico que, aunque excepcional, socava la confianza ciega en la observación científica. Sin embargo, con las reservas mencionadas, concluyo que la observación científica es confiable dentro de ciertos límites. Pero dada la naturaleza del conocimiento ésta no es una propiedad absoluta, permanente y ni siquiera muy importante. Es cierto que, cuando hablamos o escribimos, los científicos tenemos el interés común de decir "el menor número posible de mentiras por minuto". Pero también tenemos conciencia de que nuestras observaciones no son perfectas y que con mejores métodos seguramente las podremos hacer más precisas.

3) *El problema de la inducción.* En 1748 el filósofo escocés David Hume publicó su libro *An inquiry concerning human understanding (Un examen del entendimiento humano)* en donde demuestra que la creencia de que con base en experiencias previas es posible utilizar el presente para predecir el futuro es lógicamente insostenible. Esta conclusión afectó en forma grave al pensamiento científico, en vista de que tanto la causalidad como la inducción resultan ser operaciones sin fundamento lógico, y ambas son fundamentales para la ciencia. El propio Hume se dio cuenta de que sus ideas iban en contra del sentido común y de creencias intuitivas universales, determinantes de la mayor parte de sus actos y pensamientos cotidianos; sin embargo, aunque lo intentó seriamente, no encontró argumentos en contra de la lógica inexorable de su pensamiento, y lo mismo ha sucedido desde entonces hasta nuestros días con la mayoría de

los filósofos que han intentado reivindicar a la inducción como una operación lógicamente legítima.

¿Cuál es la posición actual del *método inductivo-deductivo*? Desde luego, entre el público no profesional de la ciencia, así como entre la gran mayoría de los científicos, la idea más generalizada de cómo se hace la ciencia es la siguiente: existe un mundo exterior histórico y real, cuyo conocimiento es el objetivo de la investigación científica; los hombres de ciencia invierten su tiempo en la observación cuidadosa de ese mundo, anotando absolutamente todo lo que registran con sus sentidos. Poco a poco, de este noble esfuerzo irán surgiendo los principios generales que explican los hechos registrados y que además nos permitirán predecir gran parte de la majestuosa totalidad de la naturaleza. En cambio, para la mayor parte de los filósofos y para unos cuantos hombres de ciencia (ciertamente, de muy alto nivel), la objeción de Hume es válida e impide aceptar a la inducción como parte del método científico. Recientemente Harold Himsforth, un médico inglés con antiguo, sólido y bien ganado prestigio como profesor e investigador biomédico, publicó un librito (apenas tiene 99 breves páginas) con el título *Conocimiento científico y pensamiento filosófico (Scientific Knowledge and Philosophic Thought)*, en el que se pregunta si las proposiciones con estructura lógica impecable son necesariamente válidas, aun cuando contradigan a la experiencia derivada directamente de la realidad.

Himsforth acepta que en su rechazo de la inducción, la lógica de Hume es irrefutable, pero se pregunta si la solución al problema no estará más bien en las premisas del planteamiento. Cuando Hume considera que el curso de la naturaleza puede cambiar, sólo está tomando en cuenta una de las dos alternativas posibles; la otra es que el curso de la naturaleza no cambie. Himsforth señala:

Por lo tanto, según empecemos por la proposición de que el curso de la naturaleza *puede* cambiar, o por la proposición de que puede no cambiar, la lógica nos llevará inexorablemente a conclusiones diametralmente opuestas. Si optamos por la primera de estas proposiciones nos veremos obligados, como Hume, a concluir que es imposible razonar del pasado al presente y que nuestra creencia en la causalidad está equivocada. En cambio, si optamos por la segunda proposición, nos veremos inclinados con la misma fuerza a concluir que sí es posible razonar de esa manera y que nuestra creencia en causa y efecto está completamente justificada. Según la proposición de que se parta, ambas conclusiones son igualmente lógicas.

Por lo tanto, es imposible decidir entre ellas en esa base.

El criterio que Himsworth propone para decidir si la naturaleza es o no regular no es lógico sino experimental; después de señalar que cualquier alteración en el curso regular de la naturaleza sería un hecho observable, cita el ejemplo siguiente:

Si arrojo una piedra al aire espero, con base en experiencias previas, que tarde o temprano, caiga al suelo. Sin embargo, si la fuerza de la gravedad se suspendiera, la piedra no caería sino que continuaría su viaje hacia el espacio exterior... Sin embargo, esto da una imagen totalmente inadecuada de lo que pasaría si cesara la fuerza gravitacional. El efecto no se limitaría a ninguna clase particular de objetos. Todo lo que tiene peso se vería afectado; por ejemplo, este planeta ya no sería capaz de retener su atmósfera como resultado, todos los organismos vivos que dependen del aire para respirar morirían, y no quedaría nadie para experimentar algo. Por lo tanto, el hecho de que hay, haya tales criaturas vivas significa que mientras han existido, la gravedad ha estado operando; además, que mientras continúen existiendo la gravedad no cesará de operar.

El problema de la inducción parece centrarse en la posibilidad de que la regularidad de la naturaleza se suspenda; naturalmente, todos reconocemos la casi infinita variabilidad del mundo exterior, junto con nuestra inmensa versatilidad interior, pero también tenemos conciencia de que tales oscilaciones ocurren dentro de rangos de tolerancia bien definidos. Las violaciones a las leyes naturales no se refieren a la aparición de diferencias cuantitativas o cualitativas dentro del mismo tipo, género o especie, sino a la ocurrencia de un episodio que viola los mandatos aceptables dentro del orden definido. En última instancia, el problema es que puestos ante la alternativa de una posibilidad lógica y su ocurrencia real, Hume le da más peso a la primera mientras que Himsworth se inclina por la segunda. Mi conclusión es que aunque Hume pensó que estaba determinando los límites del conocimiento humano, lo que en realidad demostró fueron las limitaciones del pensamiento abstracto, por más lógico que sea, como instrumento para avanzar el conocimiento de la realidad.

Respecto al *método a priori-deductivo*, en realidad tiene dos vertientes distintas: la platónica o cartesiana y la kantiana. La vertiente cartesiana postula que por medio de la razón es posible establecer los principios más generales que regulan la naturaleza y a partir de ellos deducir a la realidad; en cambio, la vertiente kantiana sostiene que la razón pura es incapaz de alcanzar conocimiento alguno sobre el mundo exterior y que se requiere de la experiencia de nuestros sentidos, pero que esta experiencia sólo la conocemos después de que ha sido elaborada y estructurada por medio de los imperativos categóricos (realmente, *categorías imperativas*). Además, la vertiente kantiana afirma que la verdadera realidad nos está vedada, ya que lo único que percibimos de ella son las sensaciones que estimula en nuestros órganos de los sentidos, si tuviéramos otros órganos sensoriales, capaces de percibir propiedades distintas del mundo exterior, nuestra imagen de la realidad sería muy diferente, pero ella seguiría siendo la misma, y también seguiría siendo inalcanzable. A pesar de que las dos vertientes del *método a priori-deductivo* son tan distintas, ambas postulan que nuestro contacto con el mundo exterior no es directo sino que ocurre a través de estructuras previamente establecidas (o sea, *a priori*), *en el primer caso por la razón pura y en el segundo caso por la razón crítica*.

El destino histórico de estas dos vertientes ha sido interesante; por un lado, el mismo Descartes se dio cuenta de que la deducción de la naturaleza, a partir de sus principios generales *a priori*, no lo llevaba muy lejos y pronto se vio obligado a echar mano de otros elementos empíricos, como el análisis geométrico de problemas ópticos, el uso de analogías, hipótesis y modelos, y hasta la práctica personal de disecciones (transformándose en otro preclaro ejemplo de que para conocer el método científico no hay que prestar atención a lo que los investigadores dicen que hacen, sino a lo que realmente hacen); por el otro lado, gracias a metamorfosis más o menos sutiles, los 12 imperativos categóricos kantianos originales se incorporaron a la psicología del siglo XIX y muchos de ellos sobreviven hasta hoy, protegidos por diferentes disfraces, como las "nociones psicológicas de tiempo y espacio", o los conceptos de causalidad, reciprocidad, posibilidad, existencia y otros.

El *método hipotético-deductivo* postula que el investigador se asoma a la naturaleza bien provisto de ideas acerca de lo que espera encontrar, portando un esquema preliminar (pero no por eso simple) de la realidad; en otras palabras, la ciencia se inicia con problemas, que son el resultado de las discrepancias entre las expectativas del científico y lo que se encuentra en la realidad. La ciencia empieza en el momento en que la estructura hipotéticamente anticipada de un segmento de la naturaleza no corresponde a ella. Pues bien, una de las objeciones más graves al esquema de Popper es que no toma en cuenta que en la confrontación de las hipótesis con los hechos, los responsables de la discordancia no

siempre son las teorías: también los hechos pueden estar equivocados. No hay nada en la lógica de la situación que exija que siempre deba ser la hipótesis la rechazada cuando hay discrepancia con la "realidad". Todos los investigadores científicos activos sabemos lo difícil que es estar seguro de que los experimentos, observaciones, analogías o comparaciones con que trabajamos son realmente como parecen ser; existen numerosos ejemplos de rechazos de "hechos" y conservación de la hipótesis que parecía haber sido falseada por ellos. El mismo Popper sugiere que sólo se usen los resultados observacionales que ya han sido repetidos y confirmados por otros investigadores (los llama "enunciados básicos") y que se guarde reserva para los que todavía están en espera de esa confirmación. Pero el argumento le roba su carácter nítido y definitivo al *método hipotético-deductivo*, pues resulta que las hipótesis no se pueden falsear en forma clara y concluyente porque las pruebas a las que se someten tampoco arrojan resultados absolutos y completamente confiables, sino más bien probables y perfectibles.

Otra objeción al *método hipotético-deductivo* es histórica. Si los científicos se hubieran atenido rigurosamente al falsacionismo, muchas de las teorías más sólidas de la ciencia nunca hubieran podido alcanzar su desarrollo actual; en efecto, habían sido rechazadas cuando se propusieron pues fueron confrontadas con distintos "hechos" que las contradecían o falseaban. Sin embargo, esas teorías siguieron en boga, crecieron y poco a poco superaron a los "hechos" contradictorios, una vez que se demostró que eran equivocados o producto de las limitaciones técnicas de su tiempo.

Otro de los principios centrales en el *método hipotético-deductivo* es que no existen las observaciones puras, o sea aquellas que se hacen en ausencia de algún tipo de esquema o hipótesis preconcebido. Pero si esto es así, entonces las hipótesis deben surgir de manera independiente de las observaciones. Para llegar a esta conclusión Popper se pregunta, "¿qué es primero, la hipótesis o la observación?", lo que inmediatamente recuerda la otra pregunta, "¿qué es primero, la gallina o el huevo?" Como Popper responde esta segunda interrogación diciendo, "un tipo anterior o primitivo de huevo", la respuesta a su primera pregunta es, naturalmente, "un tipo anterior o primitivo de hipótesis". Pero esto lo coloca de inmediato en algo que en lógica se conoce como regresión infinita, porque cada hipótesis irá precedida por otra anterior, y así sucesivamente. Para escapar de esta trampa Popper postula que el *H. sapiens* posee genéticamente una serie de expectativas *a priori* (o sea, anteriores a cualquier experiencia) que le hacen esperar regularidades o que le crean la necesidad de buscarlas. Pero los científicos activos sabemos muy bien que no todas las observaciones van precedidas de hipótesis, sino que a veces surgen hechos sorprendidos o fortuitos, o resultados totalmente inesperados, para los que entonces es necesario construir una hipótesis. Incluso los científicos hemos adoptado un nombre específico para designar este tipo de episodio, "serendipia", que

significa "capacidad de hacer descubrimientos por accidente y sagacidad, cuando se está buscando otra cosa". Himsworth se refiere al papel de estos episodios en la investigación como sigue:

Por lo tanto, debemos reconocer que, en la vida real, las observaciones van desde las que son totalmente inesperadas hasta las que están completamente de acuerdo con las expectativas. Sin embargo, la mayoría caen entre esos dos extremos. En otras palabras, la observación excepcional es la que no contiene elementos inesperados y, por lo tanto, no buscados. De hecho si las cosas no fueran así, no tendría sentido hacer investigación.

Finalmente, recordemos que Popper acepta el juicio de Hume y rechaza cualquier proceso inductivo en la ciencia, o sea que no se puede citar el resultado de un experimento como prueba favorable a una hipótesis determinada. Si tal resultado fue predicho a partir de la hipótesis, lo único que puede decirse es que no ha sido refutada. No es válido sugerir que el resultado apoya o refuerza a la hipótesis porque sería un pensamiento inductivo. Muchos de los científicos que han aceptado las ideas de Popper realmente no lo han tomado en serio y mientras ostensiblemente aplauden el esquema hipotético-deductivo continúan actuando subrepticamente dentro del concepto inductivo-deductivo clásico. Sin embargo, si se enfrentaran a algunas de las premisas claves del pensamiento popperiano, como que no existen criterios para determinar la verdad de cualquier teoría, que las observaciones (los llamados "hechos") son irrelevantes como criterios de verdad, y que además son inútiles para inferir o construir teorías y que sólo sirven para falsificarlas, quizá reconsiderarían su afiliación popperiana.

La postura *anarquista* en relación con el método científico incluye a los que niegan que tal método haya existido en otros tiempos o existe actualmente pero va más allá, al predicar que además está bien que así sea, pues de otra manera introduciría restricciones perniciosas en la práctica de la ciencia. Como ya mencionamos, los argumentos de Feyerabend son de dos tipos, históricos y de exhortación moral. En relación con los primeros, Feyerabend usa ejemplos de descubrimientos realizados en física y astronomía en los que no parece reconocerse método alguno, sino todo lo contrario incluyendo maniobras como supresión de datos opuestos a las hipótesis favoritas trucos propagandísticos, apelación emocional, etc.; pero generalizar a partir de esos ejemplos, como él lo hace, a todas las ciencias de todos los tiempos, parece peligroso no sólo porque se trata de una inducción sino porque es utilizar un método científico para demoler la existencia del método científico. Es seguro que si Feyerabend

fuera experto no en la historia de los trabajos científicos de Galileo sino en los de Claude Bernard y los fisiólogos de su tiempo, su opinión sobre la realidad del método científico sería diferente. Feyerabend también señala que las dos reglas usadas por los filósofos de la ciencia, la "condición de consistencia" y el "principio de autonomía", pueden ser sustituidas por las reglas opuestas que, a pesar de ser igualmente plausibles, llevan a resultados contrarios. La condición de consistencia exige que "las nuevas hipótesis estén de acuerdo con las teorías aceptadas", mientras que el principio de autonomía postula que "los hechos pertenecientes al contenido empírico de alguna teoría son accesibles al margen de que se consideren o no otras teorías alternativas". Pero la condición de consistencia enunciada por Feyerabend simplemente no es la utilizada por la mayor parte de los filósofos de la ciencia; por ejemplo, Newton-Smith la enuncia como sigue:

En igualdad de circunstancias, las nuevas teorías deberán estar de acuerdo con los aspectos observacionales comprobados de las teorías aceptables y aceptadas actualmente.

Además, la regla opuesta que propone Feyerabend es la de la proliferación de las teorías, especialmente aquellas incompatibles con las aceptadas corrientemente, que aunque tiene algo a su favor ("La variedad de opinión es necesaria para el conocimiento objetivo") llevaría muy pronto al caos si cada quien estuviera inventando continuamente teorías sobre un mismo tema.

Naturalmente, lo anterior no pretende resumir la evolución de todas las ideas sobre el método científico a través de la historia, sino sólo señalar algunas críticas surgidas en contra de las principales tendencias genéricas, que agrupan a los diferentes conceptos revisados en los capítulos previos. Los filósofos de la ciencia profesionales, junto con unos cuantos científicos interesados seriamente en los aspectos filosóficos de su profesión, saben muy bien que he dejado mucho sin mencionar, pero creo que estarán de acuerdo en que todo lo incluido corresponde en forma razonable a la realidad.

LAS CIENCIAS NATURALES SE ESTUDIAN CON EL MÉTODO CIENTÍFICO.

El término *ciencia* proviene de un vocablo latino que significa "saber" o "conocer". La ciencia es una forma de pensar y un método para investigar de manera sistemática el mundo que nos rodea. La ciencia nos permite descubrir aún más acerca del mundo en que vivimos y ampliar nuestra apreciación del Universo. El *proceso* de la ciencia es creativo y dinámico, cambiante en el tiempo e influido por factores culturales, sociales e históricos así como por la personalidad de los científicos mismos. El proceso de la ciencia puede ser diferente para cada científico individual. Las observaciones hechas, el alcance de las interrogantes planteadas y el diseño de los experimentos dependen de la creatividad del científico. En contraste, el método científico consiste en una serie de pasos ordenados y es una herramienta útil para todos los científicos exitosos.

Utilizando el método científico, los investigadores hacen observaciones cuidadosas, reconocen y enuncian problemas, plantean hipótesis (suposiciones razonables), hacen predicciones que pueden someterse a prueba, y diseñan experimentos para demostrar sus predicciones.

Estudian los resultados de sus experimentos y hacen conclusiones a partir de ellos. Incluso los resultados que no apoyan la hipótesis pueden ser valiosos y llevar a nuevas hipótesis. Si los resultados la apoyan, los científicos pueden usarlos para generar hipótesis relacionadas.

La ciencia es sistemática porque procura organizar los conocimientos y hacer que éstos sean de fácil acceso para quienes deseen asimilar sus fundamentos. En este sentido, la ciencia es una actividad personal a la vez que social. La ciencia no es algo misterioso. Cualquier persona que entienda sus normas y procedimientos puede estudiarla. Permite expresar conocimientos precisos acerca de los aspectos del Universo accesibles a sus métodos de investigación. No es sustitutiva de la filosofía, la religión ni el arte. Ser científico no impide participar en estos otros campos de la actividad humana, de igual manera que ser artista no obstaculiza la práctica de la ciencia.

Los científicos hacen observaciones cuidadosas y reconocen problemas

Los descubrimientos importantes suelen ser hechos por aquellos que tienen el hábito de ver la naturaleza de manera crítica. Sin embargo, a menudo intervienen el azar y la suerte en el reconocimiento de un problema. En 1928 el bacteriólogo inglés Alexander Fleming *observó* que uno de sus cultivos bacterianos había sido invadido por un moho azul.

Estuvo a punto de desecharlo, pero antes de hacerlo *notó* que la zona contaminada por el moho estaba rodeada por otra zona donde las colonias bacterianas no se desarrollaban bien.

Las bacterias eran microorganismos patógenos del género *Staphylococcus*, que causan furúnculos e infecciones cutáneas. Por supuesto cualquier cosa que pudiera matar a estas bacterias resultaba interesante. Fleming guardó el moho, que era una variedad de *Penicillium* (moho azul del pan). Más tarde se descubrió que el moho producía una sustancia que frenaba la reproducción de las poblaciones bacterianas pero por lo regular era inofensiva para los animales de laboratorio y el ser humano. Esa sustancia es la penicilina, uno de los primeros antibióticos.

Tal vez el lector se pregunte cuán a menudo el mismo moho se desarrolló en los cultivos de otros bacteriólogos, quienes no establecieron la conexión y simplemente desecharon los cultivos contaminados. Fleming fue beneficiado por el azar, pero su mente estaba preparada para hacer observaciones, y su mano, para escribirlas y publicarlas. Sin embargo, correspondió a otros desarrollar las aplicaciones prácticas. Aunque Fleming reconoció el potencial beneficio práctico de la penicilina, no lo promovió vigorosamente, y pasaron más de 10 años antes de que se diera al fármaco un uso importante (véase Temas relacionados: ¿cómo interactúan la ciencia básica y la tecnología?).

Una hipótesis es una explicación propuesta

Una hipótesis es una suposición razonable. En las primeras etapas de una investigación, el científico suele considerar muchas posibles explicaciones y tener expectativas de que una de ellas es la correcta. Después decide cuál podría ser, en su caso, y si debe someterla a demostración experimental. ¿Por qué no probarlas todas? Tiempo y dinero son importantes consideraciones en la investigación. Es necesario establecer prioridades entre las hipótesis, a fin de decidir cuál probar primero. Por fortuna, existen algunas guías o lineamientos. Una buena hipótesis se caracteriza por lo siguiente:

- 1. Exhibe consistencia razonable con hechos bien establecidos.**
- 2. Puede ser probada; esto es, debe generar predicciones definidas, ya sea que los resultados sean positivos o negativos. Los resultados de las pruebas deben a su vez ser reproducibles por observadores independientes.**
- 3. Es falsible, lo cual significa que puede demostrarse su falsedad, en su caso.**

En realidad no es posible demostrar que una hipótesis sea verdadera, pero en teoría (aunque no necesariamente en la práctica) puede probarse la falsedad de una hipótesis bien enunciada. Si alguien cree en

una hipótesis infalsible (p. ej., la existencia de ángeles invisibles e indetectables por cualquier medio), sus bases no son científicas sino de otro tipo.

Considérese la siguiente hipótesis: las hembras de todos los mamíferos (animales que tienen pelo y producen leche para alimentar a sus crías) dan a luz hijos vivos. Considérese además que una perra llamada Princesa es un mamífero. De este modo, podemos predecir que Princesa dará a luz crías vivas. Cuando Princesa tenga una camada, se corroborará la hipótesis. Pero no se demostrará.

Antes de que se explorara el hemisferio sur, la mayoría de los europeos habrían creído esa hipótesis sin objeción alguna, ya que todos los animales conocidos con pelaje y que amamantaban daban a luz animales vivos. Sin embargo, después se descubrió que dos animales australianos (el ornitorrinco y el equidna) tienen pelaje y amamantan a sus crías, pero ponen huevos (fig. 1).



Figura 1. El ornitorrinco, con pico de pato, se clasifica como mamífero porque tiene pelaje y amamanta a sus crías. Sin embargo, a diferencia de la mayoría de los demás mamíferos pone huevos. Como se enunció, esa hipótesis es falsa, sin importar cuántas veces se haya corroborado antes. En consecuencia, los biólogos tuvieron que considerar que el ornitorrinco y el equidna no eran mamíferos, o ampliar su definición de mamíferos para incluir dichos animales (se optó por esto último).

Una hipótesis no resulta verdadera por el simple hecho de que algunas de sus predicciones (aquellas en las que se pensó para plantearla o las que han podido corroborarse hasta entonces) resulten ciertas. Después de todo, pueden haber sido válidas por coincidencia. El que no se cumpla una predicción no hace falsa una hipótesis, pero tampoco prueba que sea verdadera.

Las predicciones son consecuencias lógicas de las hipótesis

Una hipótesis es una idea abstracta, de modo que no es posible probarla directamente. Sin embargo, las hipótesis sugieren determinadas consecuencias lógicas, o sea hechos observables que no pueden ser falsos si la hipótesis es verdadera. Por otro lado, si la hipótesis resulta ser falsa, otras predicciones definidas deben revelarlo. En el sentido en que se utiliza aquí, entonces, una predicción es una consecuencia lógica deductiva de una hipótesis. No tiene que ser un fenómeno futuro.

Las predicciones se ponen a prueba mediante experimentos

Una predicción puede probarse por medio de experimentos controlados. Enseguida se examinan dos ejemplos. Los primeros biólogos descubrieron que el núcleo era la parte más prominente de la célula y plantearon la hipótesis de que resultaba indispensable para el bienestar celular. Se realizaron experimentos en que se extirpó por cirugía, con una microaguja, el núcleo de una ameba unicelular. Después de esta intervención, continuaron la vida y los movimientos de la ameba, pero no creció y luego de unos cuantos días falleció. Estos resultados hicieron suponer que el núcleo es necesario para los procesos metabólicos de que dependen el crecimiento y la reproducción celular (fig. 2). No obstante lo anterior, los investigadores se hicieron la pregunta siguiente: ¿y si fue la operación en sí, no la pérdida del núcleo, lo que causó la muerte de la ameba? Realizaron un *experimento controlado*, en que dos grupos de amebas fueron objeto del mismo traumatismo quirúrgico. Sin embargo, en el grupo experimental se extirpó el núcleo, no así en el grupo de control. En este último, se introdujo una microaguja en la ameba y se la desplazó en el interior de la célula a modo de simular la operación de extracción del núcleo, para luego retirar la aguja sin hacerlo con el núcleo.

Las amebas tratadas con esta operación se recuperaron y luego crecieron y se dividieron; en cambio, las amebas sin núcleo fallecieron. Esto confirmó la hipótesis de que es la extracción del núcleo, no sólo la operación, lo que causa la muerte de las amebas.

Considérese a continuación otro ejemplo de experimento. Supóngase que un laboratorio farmacéutico desea efectuar pruebas de un nuevo medicamento para saber si mejora o no la memoria en ancianos con trastornos de esta función cerebral. A fin de probar el medicamento, la compañía solicita la cooperación de médicos que atienden a dichos pacientes. El médico administra una prueba de memoria y luego prescribe el fármaco a 500 pacientes durante dos meses. Al cabo de tal lapso, se administra otra prueba de memoria y se observa que los pacientes experimentan aumento de 20% en su capacidad para recordar. ¿Acaso el laboratorio farmacéutico puede sacar en conclusión en forma legítima que su hipótesis es correcta, o sea que el medicamento sí mejora la memoria en ancianos? Podría haber otras explicaciones. Por ejemplo, la atención prestada a los pacientes podría haber estimulado en ellos una actitud más atenta.

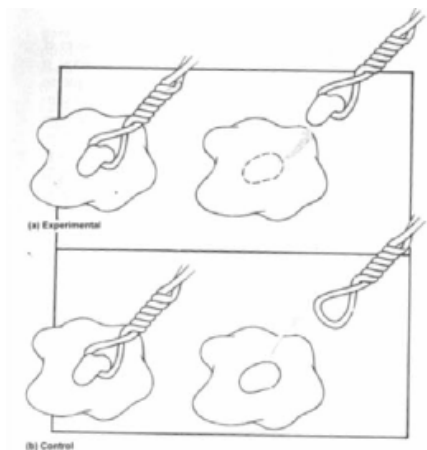


Figura 2. Experimento controlado que demuestra que el núcleo es indispensable para el bienestar de las células. (a) Cuando se extirpa quirúrgicamente el núcleo con una microaguja, la ameba muere. (b) No fallece

una ameba de control sujeta a una intervención quirúrgica similar, que comprende la introducción de la microasa sin extirpación real del núcleo.

A fin de evitar objeciones de este tipo, los experimentos deben tener controles. Un segundo grupo similar de pacientes debe recibir un placebo, o sea una tableta inocua de azúcar con tamaño, forma y sabor similares a las tabletas del medicamento de prueba. Ni uno ni otro grupo de pacientes debe saber qué tipo de tableta se le da, la del medicamento o el placebo. De hecho, a fin de evitar prejuicios, en la actualidad muchos experimentos médicos se realizan con el método "doble ciego", es decir, ni el paciente ni el médico saben quién recibe el compuesto experimental y quién el placebo. Las tabletas o el tratamiento se codifican de una manera desconocida para facultativos y enfermos. Sólo después de terminado el experimento y obtenidos los resultados, se rompe el código para identificar a los pacientes experimentales y de control.

No todos los experimentos pueden diseñarse de manera tan definida. Para empezar, es frecuente que sea difícil tener controles apropiados. Por ejemplo, se sabe que el contenido de dióxido de carbono de la atmósfera terrestre es cada vez mayor en virtud del uso de combustibles fósiles, y por la tala y quema generalizadas de bosques. Se piensa que este aumento produce el llamado "efecto invernadero", el cual absorbe los rayos infrarrojos impidiendo que escapen hacia el espacio. Algunos científicos han advertido que esta cubierta térmica alrededor del planeta podría incrementar la temperatura promedio de la Tierra y, en última instancia, modificar el clima global. Sin embargo, en el pasado reciente los científicos también han afirmado que la acumulación de partículas en la atmósfera (hollín) moderaría o cancelaría el efecto del incremento del dióxido de carbono.

Empero, incluso en el supuesto de que sí aumente la temperatura de la Tierra, ¿cómo puede tenerse la certeza de que este cambio ha resultado de actividades humanas?

Lo anterior plantea una importante cuestión pragmática. Es evidente que no tenemos una segunda Tierra no industrializada, cuyo clima podamos comparar con el de nuestro planeta. A falta de tal control, los científicos tienen que basar sus predicciones del clima futuro en técnicas de modelos matemáticos que distan de ser perfectos. ¿Deben posponerse las acciones en espera de la elaboración de un modelo predictivo perfecto? Es evidente que esto podría implicar una larga espera, tras la cual quizá sería imposible actuar con eficacia.

Los científicos llegan a conclusiones a partir de los resultados de experimentos

Los científicos obtienen datos en un experimento, estudian los resultados y entonces formulan conclusiones. Una causa de que a veces se llegue a conclusiones inexactas es el error de muestreo. Dado que no es posible observar o someter a prueba todos los casos del fenómeno que se estudia, debemos conformarnos con una muestra o subconjunto de ellos. Pero, ¿cómo podemos saber si la muestra es en realidad representativa de lo que estamos estudiando? En primer lugar, la muestra puede resultar demasiado pequeña, de modo que es probable que no represente la realidad debido a factores aleatorios (del azar). Suele ser posible resolver este problema aplicando la matemática del análisis estadístico. En segundo lugar, la muestra puede no ser típica del grupo que se pretende estudiar. Una vez más, pueden emplearse técnicas estadísticas para asegurar que no haya un sesgo (tendencia) consistente en la forma en que se eligen las muestras experimentales (fig. 3).

Incluso si una conclusión se basa en los resultados de un experimento cuidadosamente diseñado, sigue siendo posible que nuevos resultados u observaciones de otros experimentos pongan en duda la conclusión. Si se somete a prueba un gran número de casos, es más probable llegar a conclusiones científicas exactas. Los científicos tratan de determinar de manera confiable que cualquier conclusión específica tenga determinada probabilidad estadística de ser correcta.

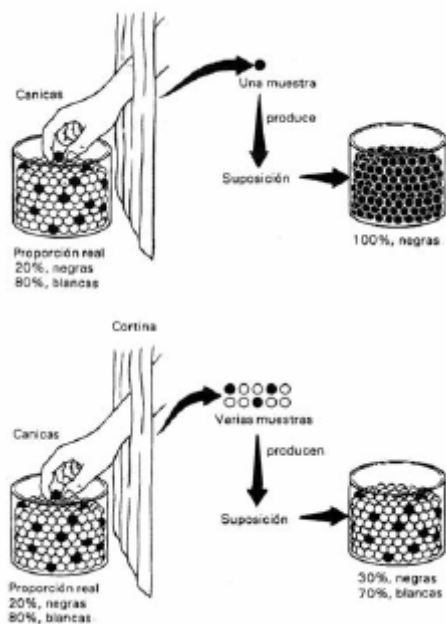


Figura 3. La toma de una sola muestra puede dar por resultado un error de muestreo. Cuanto mayor sea el número de muestras obtenidas de una población desconocida, tanto mayores las probabilidades de que se elaboren suposiciones válidas.

Una hipótesis bien sustentada puede convertirse en teoría

Muchas personas utilizan incorrectamente el vocablo teoría para referirse a una hipótesis. Una teoría se establece sólo cuando una hipótesis ha sido sustentada por resultados consistentes de muchos experimentos y observaciones. Una buena teoría sirve para relacionar hechos que previamente parecían aislados. Una buena teoría también crece; relaciona

hechos adicionales conforme éstos se conocen. Predice nuevos hechos y hace pensar en nuevas relaciones entre fenómenos. Incluso puede sugerir aplicaciones prácticas. Una buena teoría, al mostrar las relaciones entre clases de hechos, simplifica y aclara nuestra comprensión de los fenómenos naturales. Einstein escribió: "A lo largo de la historia de la ciencia, desde la filosofía griega hasta la física moderna, ha habido intentos constantes de reducir la complejidad evidente de los fenómenos naturales a ideas y relaciones fundamentales y sencillas".

Una teoría que, con el paso del tiempo, ha generado predicciones válidas de uniformidad invariable, y que por lo tanto es de aceptación casi universal, se denomina principio científico. El término ley se aplica en ocasiones a un principio que se considera de gran importancia básica, como la ley de la gravedad.

La ciencia tiene dimensiones éticas

Los investigadores que publican sus trabajos en revistas científicas describen sus resultados con detalle suficiente para que sus experimentos puedan ser realizados por otros. Esto permite a observadores objetivos detectar errores o sesgos en el estudio original, y ayuda a evitar los resultados incorrectos que a veces se deben a factores aleatorios o no controlados, así como los atribuibles a deshonestidad del investigador original.

La investigación científica depende de un compromiso con los ideales prácticos de verdad y obligación de comunicar los resultados. La honestidad reviste especial importancia en la ciencia. Considérese por ejemplo el gran daño (aunque temporal) que resulta siempre que un investigador falto de principios o desesperado, cuya carrera puede depender de la publicación de un estudio, informa datos falsos de manera deliberada. Mientras no se descubre el engaño, es posible que otros investigadores destinen muchos miles de dólares o de horas de precioso trabajo profesional a investigaciones inútiles inspiradas en informes falsos. Por fortuna, la ciencia tiende a autocorregirse a través del uso consistente del proceso científico mismo. Tarde o temprano, los resultados experimentales de alguien hacen dudar de los datos falsos.

Los científicos afrontan muchos aspectos éticos importantes, como experimentación en personas y en animales, investigación en embriones humanos, y aplicación de técnicas de ingeniería genética. Muchos de estos aspectos se consideran en el presente libro.

Texto e imágenes extraídas de **BIOLOGÍA de Vilee**. Solomon, E.; Berg, L.; Martín, D.; Vilee, C.; Editorial McGraw - Hill Interamericana. Cuarta Edición 1998.

ALGUNAS PRÁCTICAS Y EXPERIMENTOS APLICANDO EL METODO CIENTIFICO

EXPERIMENTOS DE BIOLOGIA

1. Tema: “Germinación de la semillas de frijol expuestas a la luz y a la oscuridad”.

Objetivo: Lograr la germinación y crecimiento en semillas de frijol expuestas a la luz y la oscuridad.

Materiales: Puñado de frijoles (de la variedad que gusten)
Un pedazo de algodón
Agua corriente
2 Vasos de plástico transparente

Procedimiento: Colocar 2 o 3 frijoles en cada vaso, Previamente en el fondo del vaso una cama de algodón ligera y un poco de agua para que inicie el proceso de germinación y crecimiento de la plántula de frijol.

Observar día con día, el proceso de germinación y posterior de crecimiento de la plántula, plantearse algunas preguntas tales como: porque se desarrolla mejor la planta expuesta a la luz??, son adecuadas las condiciones de humedad y ventilación en la planta expuesta a la oscuridad???, cual de las dos plántulas crecerá mas sana??, porque no todas las semillas de frijol germinan???, o si lo hacen porque resultan defectuosas??. Por ultimo elaborar algunas hipótesis como: “la planta de frijol se desarrolla mejor sin la luz”, “todas las plántulas crecieron igual, con luz y si esta”.

2. Tema: “Imitación de moldes y huellas fósiles”

Objetivo: Formar moldes y huellas, de manera parecida a la de los fósiles.

Materiales: Vidrio de 20x20 cm.(puede variar el tamaño), ejemplares muertos de conchas, estrellas de mar, caracoles, cráneos, esqueletos de animales varios, lagartijas, Culebras, huellas de animales mamíferos sobretodo, huesos, hojas, flores, tallos, ramas, raíces, troncos, algunos fósiles impresos en piedras de barrancas etc. Plastilina, agitador, molde recipiente, yeso.

Sustancias: Aceite

Procedimiento:

Extender una capa fina de plastilina sobre el vidrio
Cubrir con capa de aceite comestible o de otro, la plastilina y el ejemplar
Cubrir con otra capa de plastilina al ejemplar y presionar
Separar ambas capas de plastilina
Mezclar en el recipiente agua con yeso, usando el agitador
Verter la mezcla hasta cubrir los moldes de plastilina
Retirar el molde posterior a que fragüe el yeso

Observaciones: Deben buscarse ejemplares con caracteres bien delimitados.

Dibujos: De la huella y molde obtenidos (pueden hacer 2 o 3 por equipo)

Preguntas: que es un organismos fósil???, habrá fósiles en tu localidad???, a que se llama huella???, has observado alguna huella en especial que se parezca o tenga semejanza con algún animal primitivo???, crees que los fósiles y huellas de dinosaurios que hay en otros lugares de la republica mexicana , ayuden a develar el misterio de su desaparición, como por ejemplo, alguna estampida que se dio por parte de ellos, al momento de caer el meteorito, explotar un mega volcán etc.???etc. Formular otras.

3. Tema: “Observación de un tipo de hongo”

Objetivo: Observar un tipo de hongo microscópico

Material: Pan o tortilla con hongos, portaobjetos, cubreobjetos, aguja de disección y microscopio.

Sustancias: Glicerina, azul de metileno.

Desarrollo:

Deposita una gota de glicerina en el portaobjetos.
Haciendo uso de la aguja de disección, desprende un poco del hongo del pan o tortilla y deposítalo sobre la glicerina.
Agrega a la preparación una gota de azul de metileno.
Escurre el exceso.
Coloca un cubreobjetos sobre la preparación y monta el portaobjetos en el microscopio.
Observa con el objetivo de 10x y luego con 40x.

Actividad: Elabora un esquema de las estructuras localizadas.

4. Tema: “Contaminantes del agua”

Objetivo: Comprender algunos de los efectos que el agua contaminada ejerce sobre los seres vivos.

Material: Microscopio, porta y cubreobjetos, frascos viales (utilizados para las penicilinas). Gotero individual, o frasco gotero, jeringa.

Sustancias: Agua de charca, florero- agua domestica (hervida o de garrafón)- agua industrial (de algún beneficio de café, al procesar la caña de azúcar etc.) y finalmente agua potable, de la llave, de las tomas que hay en potreros, fincas etc.

Desarrollo:

Coloca en cada uno de los frascos viales, un poco de cada tipo de agua, de ser posible etiquetando cada frasco de acuerdo al orden. Compáralos primero por el aspecto que presentan: color.

agua de charca
agua domestica
agua industrial
agua potable

Auxiliándote con un gotero o jeringa, coloca una gota de cada tipo de agua en el portaobjetos y cubriéndolo con el cubreobjetos, realiza la observación al microscopio y contesta lo siguiente:

¿Cuales son las diferencias que se observan en cada una de las muestras?

Muestra

A _____

B _____

C _____

D _____

En un portaobjetos coloca una gota de agua de charca, agrégale una gota de agua domestica que tenga detergente.

Nota: observa la reacción de los organismos, colocando la muestra al microscopio.

Comenta con tus compañeros y contesta lo siguiente:

- ¿De donde provienen los contaminantes del agua?
- ¿Cómo afectaron los contaminantes a los seres vivos?
- ¿El humano podrá ser afectado por contaminantes del agua?

Dibujos: Realiza esquemas de lo observado.

Cuestionario: ¿Qué es la contaminación?, ¿menciona algunos contaminantes que tiene el agua?, ¿Qué características debe tener el agua potable?

5. TEMA: OBSERVACIÓN DEL ADN

FUNDAMENTO TEÓRICO

El ADN es una de las partes fundamentales de los cromosomas, son estructuras constituidas por dos pequeños filamentos o brazos, que pueden ser iguales o desiguales, están unidos por un punto común llamado Centrómero; varían en forma y tamaño, pueden verse fácilmente al momento de la división celular por medio de un microscopio.

Los cromosomas químicamente están formados por proteínas y por el Ácido Desoxiribonucleico o ADN.

Estructura del ADN

El ADN está formado por unidades llamadas nucleótidos, cada una de las cuales tiene tres sustancias: el ácido fosfórico, una azúcar de cinco carbonos llamada pentosa y una base nitrogenada.

El ácido fosfórico forma el grupo fosfato; la base nitrogenada es de cuatro clases: adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T).

Según los descubridores del ADN, James Watson y Francis Crick, el ADN está formado por una doble cadena de nucleótidos que forman una especie de doble hélice semejante a una escalera en espiral; a los lados se disponen en forma alternada un fosfato y un azúcar y en los peldaños dos bases nitrogenadas.

Funciones y Propiedades del ADN

- a) El ADN controla la actividad de la célula.
- b) Es el que lleva la información genética de la célula, ya que las unidades de ADN, llamadas genes, son las responsables de las características

estructurales y de la transmisión de estas características de una célula a otra en la división celular.

Los genes se localizan a lo largo del cromosoma.

c) El ADN tiene la propiedad de duplicarse durante la división celular para formar dos moléculas idénticas, para lo cual necesita que en el núcleo existan nucleótidos, energía y enzimas.

OBJETIVO

El objetivo principal de este experimento es el de poder observar sin ayuda de ningún instrumento óptico (microscopio) el ADN, utilizando únicamente materiales caseros cuyo costo no sea alto.

MATERIALES

- Hígado de pollo - Detergente líquido - Enzimas (suavizador de carne en polvo o jugo de papaya - Alcohol blanco - Licuadora - Recipiente de vidrio o plástico - Vaso de precipitados o cualquier vaso con graduaciones (para bebés)

PROCEDIMIENTO

1.- Debemos cortar en pequeños trozos el hígado de pollo, luego lo colocamos en la licuadora y vertemos suficiente agua como para que, al cabo de 10 segundos de licuar, tengamos la consistencia de una crema.

Luego vertemos el licuado en un recipiente que tenga graduaciones (vaso de precipitados) por medio de un colador para separar algunas partes que no se hayan licuado lo suficiente.

Medimos el licuado en el recipiente y añadimos $\frac{1}{4}$ de detergente líquido del total del licuado.

Revolvemos suavemente con ayuda de una cuchara.

2.- Añadimos 1 cuchara de Enzimas y revolvemos con cuidado y lentamente por unos 5 minutos. Si mezclamos con demasiada rapidez o con mucha fuerza se corre el peligro de romper el ADN, con lo que no podríamos observarlo.

3.- Vertemos la mezcla en un recipiente alto y delgado hasta la mitad.

Ladeamos el recipiente y vertemos alcohol con mucho cuidado, evitando que se mezcle con el líquido de abajo.

Luego de unos minutos se podrá observar unos filamentos blancos dentro del alcohol y que se elevan de la mezcla de hígado, detergente y enzimas. Estamos observando el ADN!

NOTA: SI CONTAMOS EN NUESTRO CENTRO CON MICROSCOPIO, PODREMOS VER A DETALLE EL “INTERIOR” DE DICHS FILAMENTOS.

OBSERVACIONES

Se ha usado una licuadora para separar las células unas de otras, en esto ayuda también el detergente.

Las enzimas destruyen a las células y hacen posible que se pueda ver el ADN que contienen.

EXPERIMENTOS DE QUÍMICA

Experimento 1 –Rompiendo el agua

MATERIALES: dos lapiceros afilados por los dos lados, una pila de 9 voltios, un cable para 15 amperios, un tarro de agua, papel, tijeras y cinta adhesiva.

PROCEDIMIENTO: Se cortan dos trozos de cable de 20 CMS que se unen a los polos de la pila utilizando cinta adhesiva. - Con el otro extremo de los cables se hace un lazo para que encaje en la punta de la mina de los lapiceros. Se coloca un cuadrado de papel sobre el tarro de agua. Se clavan en el papel los lapiceros de manera que las puntas opuestas al lugar donde se atarán los cables que están en el agua. Se colocan los lazos de los cables sobre las puntas de las minas lo que hace que la corriente eléctrica fluya por los cables y las minas a través del agua.

¿QUÉ SUCEDE?: Se observan burbujas formándose alrededor de la punta de los lapiceros. Las burbujas son de hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno se concentra alrededor del lápiz conectado al polo negativo mientras que el oxígeno lo hace en el negativo. El agua es por tanto una sustancia compuesta de dos elementos químicos: el hidrógeno y el oxígeno. El paso de la corriente eléctrica ha producido la descomposición del agua en sus dos elementos.

Experimento 2 –*Hacer Desaparecer un ácido*

MATERIALES: un limón, dos frascos, bicarbonato sódico, un indicador

PROCEDIMIENTO: Se exprime el limón en un frasco y en otro ponemos dos centímetros de agua en el que se disuelven dos cucharadas de bicarbonato sódico. Tendremos así un ácido, el limón y una base, el bicarbonato sódico. Esto puede comprobarse añadiendo unas gotas de indicador. A un vaso con limón, con unas gotas de indicador, se le van añadiendo con un cuentagotas pequeñas cantidades de la base.

¿QUÉ SUCEDE?: Veremos que el líquido va pasando de rosa a violeta. Este cambio de color indica que el ácido se va neutralizando.

Experimento 3 –*La combustión de una vela*

PROBLEMA: Determinar la existencia del oxígeno en el aire.

MATERIALES: una vela, un plato hondo, agua, un vaso.

PROCEDIMIENTO: Se coloca una vela en un plato hondo o cazuela sujetándola al fondo con cera derretida. Se echa una cierta cantidad de agua en el recipiente y se enciende la vela. Se cubre con un vaso. Al cabo de poco tiempo la llama se hace más pequeña, da mucho humo y se apaga. El agua del plato sube en el interior del vaso.

¿QUÉ SUCEDE?: El oxígeno consumido durante la combustión de la vela se une al carbono, elemento contenido en ella, formándose dióxido de carbono.

Experimento 4 – *Reciclado de papel*

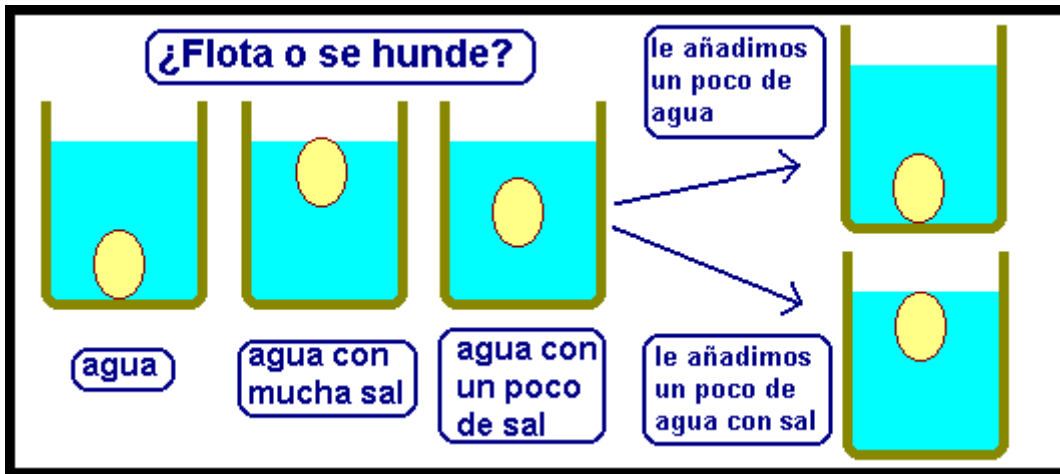
PROBLEMA: Reciclar papel

MATERIALES: doce hojas de papel higiénico, rodillo de cocina, tela metálica, dos hojas de fieltro

PROCEDIMIENTO: Se vierte un litro de agua en un recipiente y se le añaden doce hojas de papel higiénico. Se remueve la mezcla hasta que el papel quede deshecho en el agua. Se sumerge en la mezcla la tela metálica. Se saca la tela metálica para que las fibras queden en ella y el agua escurra. Volcar la lámina que se ha formado sobre un trozo de fieltro colocando el otro trozo encima. Pasar un rodillo de amasar por encima para que escurra el agua. Retirar el trozo de fieltro superior y colocar un segundo fieltro. Dejar secar en una habitación templada.

EXPERIMENTOS DE FÍSICA

1. TEMA: ¿Flota o se hunde?



Material necesario

- 3 vasos grandes
- un huevo
- agua
- sal

Procedimiento

- Llena dos vasos con agua
- Añádele a uno de ellos sal poco a poco. Revolviendo con una cuchara, trata de disolver la mayor cantidad posible. En un vaso de 200 cm³ se pueden disolver unos 70 g de sal.
- Coloca el huevo en el vaso que tiene solo agua: se irá al fondo.
- Colócalo ahora en el vaso en el que has disuelto la sal: observarás como queda flotando.
- Pon el huevo y agua hasta que lo cubra y un poco más, en el tercer vaso. Añade agua con sal, de la que ya tienes, hasta que consigas que el huevo quede entre dos aguas (ni flota ni se hunde).
- Si añades en este momento un poco de agua, observarás que se hunde. Si a continuación añades un poco del agua salada, lo verás flotar de nuevo. Si vuelves añadir agua, otra vez se hundirá y así sucesivamente.

Explicación

Sobre el huevo actúan dos fuerzas, su **peso** (la fuerza con que lo atrae la Tierra) y el **empuje** (la fuerza que hace hacia arriba el agua).

Si el peso es mayor que el empuje, el huevo se hunde. En caso contrario flota y si son iguales, queda entre dos aguas.

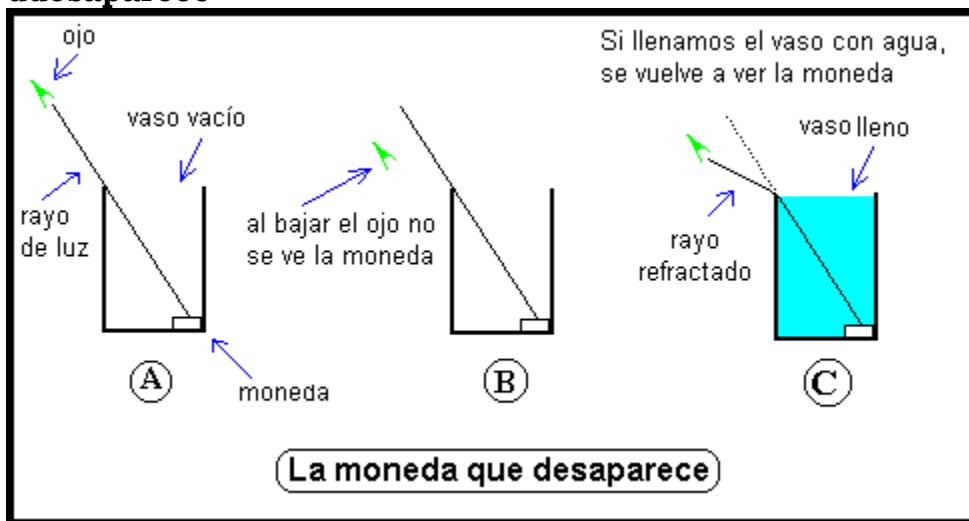
El empuje que sufre un cuerpo en un líquido, depende de tres factores:

- La densidad del líquido
- El volumen del cuerpo que se encuentra sumergido
- La gravedad

Al añadir sal al agua, conseguimos un líquido más denso que el agua pura, lo que hace que el empuje que sufre el huevo sea mayor y supere el peso del huevo: el huevo flota.

Así también se puede explicar el hecho de que sea más fácil flotar en el agua del mar que en el agua de ríos y piscinas.

2. TEMA: Una moneda que desaparece



Material necesario

- una moneda
- un vaso
- agua

Procedimiento

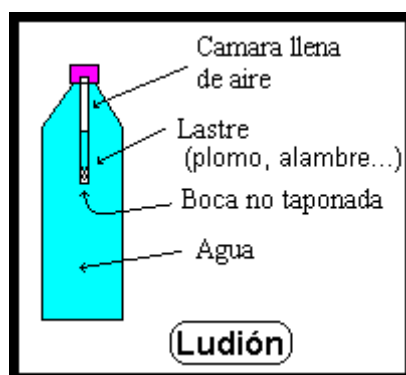
Se coloca la moneda en el fondo del vaso vacío tal como se indica en la **figura A**. La luz que sale de la moneda se transmite en línea recta e incide en el ojo.

Al bajar un poco la posición del ojo, la moneda *desaparece* (**figura B**). Al llenar el vaso con agua, la moneda *aparece* de nuevo (**figura C**).

Explicación

Cuando el rayo de luz que proviene de la moneda llega a la superficie que separa el agua del aire, se produce un cambio en la dirección en que se propaga. Como consecuencia de este cambio de dirección, se vuelve a ver la moneda. Este fenómeno característico no solo de la luz, sino de todo tipo de ondas, se llama **refracción** y ocurre siempre que una onda pasa de un medio a otro. El cambio de dirección es tanto mayor, cuanto mayor sea la diferencia de velocidades de la onda en un medio y en el otro.

3. TEMA: El Ludión o diablillo de Descartes



Un poco de historia

En su versión original fue obra de **Descartes**. El nombre "Ludión" se debe a que su propósito era eminentemente lúdico. En una botella llena de agua, se encontraba sumergido un diablillo que se movía según se presionase más o menos la botella.

Material necesario

- Una botella de plástico transparente de aproximadamente 1,5 litros. Si es posible con tapón de rosca. (Por ej. una de refresco)
- Una carcasa de bolígrafo que sea transparente.
- Pequeños trozos de un material denso que se puedan introducir en el interior de la carcasa del bolígrafo. Por ejemplo: trozos de alambre, perdigones, etc.

Construcción

- Si el bolígrafo tiene un agujero lateral, se tapa con cinta adhesiva.
- Se llena la botella con agua
- Se pone el material denso en el interior del bolígrafo, de tal manera que quede flotando, prácticamente sumergido, una vez tapado el

agujero superior. El agujero interior no debe quedar completamente tapado.

- Se cierra la botella.

Funcionamiento

Cuando se presiona la botella lo suficiente, se observa como el bolígrafo desciende hasta llegar al fondo. Al disminuir la presión ejercida, el bolígrafo asciende de nuevo.

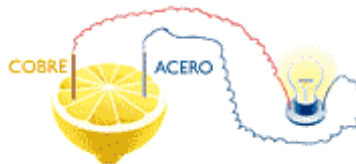
Explicación

Al presionar la botella se puede observar como disminuye el volumen de aire contenido en el interior del bolígrafo. Al dejar de presionar, el aire recupera su volumen original. Esto es consecuencia del **principio de Pascal**: *Un aumento de presión en un punto cualquiera de un fluido encerrado se transmite a todos los puntos del mismo.* Antes de presionar la botella, el bolígrafo flota debido a que su peso queda contrarrestado por la fuerza de empuje ejercida por el agua. La disminución del volumen del aire en el interior del bolígrafo, lleva consigo una reducción de la fuerza de empuje ejercida por el agua. Esto es una consecuencia del **principio de Arquímedes**: *Todo cuerpo parcial o totalmente sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical ascendente que es igual al peso del fluido desalojado.*

4 Tema ¿cómo hacer una pila

Material necesario:

- 3 limones.
- Hilo de hierro (acero).
- Hilo de cobre.
- Bombilla de linterna, con el casquillo.



Explicación del experimento:

Muchas veces, para saber si una pila tiene carga o no, usamos la lengua. Si el cosquilleo es fuerte, es que la pila está muy cargada y si el cosquilleo es muy débil es que la pila está descargada. Tú mismo puedes probarlo con una pila de las de nueve voltios, que tienen los dos electrodos en la parte superior. Simplemente pon la lengua en los dos electrodos, notarás

el cosquilleo.

A continuación te propongo crear electricidad con tu propio cuerpo. Probablemente tengas algún sacapuntas de los que tienen el cuerpo de aluminio y la cuchilla de acero. A mí son los que más me gustan, los de plástico terminan rompiéndoseme. Pon la lengua entre la cuchilla y el cuerpo de aluminio (por el borde más alejado del filo para no cortarte) notarás un cosquilleo en la lengua. El mismo cosquilleo que el de la aluminio. ¿Qué está ocurriendo? Pues está ocurriendo que has creado una pila. La verdad es que hacer una pila es muy sencillo, bastan dos metales y un "electrolito". El sacapuntas te da los dos metales (aluminio y acero). Tu saliva es el electrolito.

Con este principio, te invitamos a hacer una pila. Para ello vas a necesitar lo siguiente: varios limones, un trozo de hilo de hierro (acero), un trozo de hilo de cobre y una bombilla de linterna con su casquillo. El hilo de cobre es muy sencillo de conseguir. Es el habitual que se utiliza en trabajos eléctricos. El de acero es un poco más complicado. Suele utilizarse en embalajes.

Corta el limón en dos trozos y haz el montaje de la figura. ¿Se ha encendido la luz? Si no lo ha hecho, en vez de medio limón pon dos medios limones.

Si todavía sigue sin encenderse, continúa poniendo más medios limones, hasta que se encienda. Siempre debes tener en cuenta que la posición del cobre y del acero debe ser la misma. Es decir, que si en el primer medio limón está a la izquierda, en el segundo también debe estar a la izquierda, en el tercero a la izquierda, etcétera. Para pasar del primer medio limón al segundo tendrás que unir el cable de la derecha de acero con el de cobre.

Este experimento a veces no funciona del todo, pues no se produce la suficiente electricidad como para encender la bombilla. Depende de muchas cosas: de la acidez del limón, de la colocación de los electrodos, de la superficie de los mismos, de su naturaleza, etcétera. Funciona muy bien cuando los electrodos son placas de cobre y de zinc, aunque no es eso lo que te hemos indicado en el experimento porque no son fáciles de conseguir. En cualquier caso, podrás verificar que se está creando electricidad bien poniendo la punta de la lengua y notando el cosquilleo, bien midiéndolo con el polímetro. Recuerda que ahora deberás ponerlo en la posición de medir voltios. Ya ves lo fácil que es crear electricidad. Incluso nosotros mismos somos en gran parte eléctricos.

OTROS EXPERIMENTOS

1. LOS PLANETAS Y LAS ESTRELLAS TIENEN FORMA DE BOLAS. ¿POR QUÉ NO HAY PLANETAS EN FORMA DE CUBO?



Materiales necesarios

1 vaso
Aceite
Agua
Sal
1 cucharilla

La experiencia

Llena el vaso con agua hasta la mitad.

Vierte una capa de aceite de 1 cm. en la superficie del agua.

¿Qué ves subir en el agua?

Agrega un poco de sal (tómalo con el mango de la cucharilla) y échalo sobre el aceite.

Con el mango de la cucharilla, empuja la sal en el aceite para que baje hasta el fondo del agua.

Observa lo que sucede donde la sal se ha depositado.

¿Qué sube dentro del agua?

La explicación

Burbujas de diferentes tamaños suben a la superficie del agua.

Cayendo al fondo del agua, la sal arrastra aceite con ella. Como el aceite es menos denso que el agua (flota sobre ésta) no se puede mezclar con ella y sube a la superficie bajo la forma de burbujas; que es la que le permite tener la menor superficie posible en contacto con el agua. Por ejemplo, una burbuja de un litro de aceite tiene una superficie exterior de 486 cm²,

mientras que un cubo de un litro de aceite tiene una superficie exterior de 600 cm². Cada zona en la superficie de la burbuja se encuentra a la misma distancia del centro que las demás.

La aplicación

Las *estrellas* y los *planetas*, desde su formación, son masas de gas muy calientes. Atraídas entre ellas por su gravedad, todas las regiones de esas masas se agrupan formando una bola, ya que así en la superficie no hay zonas más apartadas del centro que otras. Los planetas que se enfrían y se endurecen, como la Tierra o también Mercurio, Venus, Marte y seguramente Plutón, conservan esta forma de burbuja, y se vuelven bolas.

2. La lava viene caliente a la superficie de la Tierra. Otras rocas calentadas en las profundidades no alcanzan la superficie en su ascenso. ¿Qué las retiene?



Materiales necesarios

2 velas
1 frasco pequeño
1 cuchillo
2 latas pequeñas
1 plato grande

La experiencia

1. Corta una vela en pedazos, mételos en el frasco dejando sólo dos afuera.
2. Coloca las latas en el plato, sobre éstas, el frasco y la otra vela debajo del frasco. Enciende la vela.
3. Cuando la vela del frasco esté derretida, apaga la otra y echa en el frasco los pedazos que dejaste afuera.

¿Flotan o se hunden?

La explicación

Los pedazos de vela fríos se hunden en la cera caliente. La cera de la vela, cuando se calienta, se hace líquida y ocupa más espacio que la fría, sólida.

A pesar de ser la misma cantidad, es menos pesada; se dice que pierde densidad. La cera fría, más densa, se hunde en la caliente.

La aplicación

Algunas rocas que han subido de las profundidades de la Tierra no llegan a la superficie, por ejemplo, el granito y no se les encuentra sino después de que un levantamiento de montañas las ha hecho subir, o cuando el viento y el agua arrastran lo que las recubre. Estas rocas han podido sobrepasar muy lentamente a otras más densas que las rodeaban; si se detuvieron, fue porque se enfriaron cuando subían, tomando entonces cada vez más densidad, hasta que dejaron de flotar sobre las rocas que las rodeaban.

3. ¿Cómo se forma un arco iris?



Materiales necesarios

- 1 vaso
- Agua
- 1 lámpara a la cual se le vea el bombillo

La experiencia

1. Llena el vaso con agua hasta la mitad.

2. Mira el bombillo a través del agua, inclinando el vaso.

¿Qué ves?

La explicación

¡Un arco iris aparece en el agua! El agua desvía los rayos luminosos e inclusive, a veces, los refleja como un espejo. Como el sol, un bombillo nos envía luz blanca producida de la mezcla de todos los colores. Cuando inclinamos el vaso, la luz del bombillo es desviada por el agua; mientras más se desvía, más se separan los rayos de colores que la componen. Es así como podemos distinguir los colores.

La aplicación

Un verdadero arco iris se debe a las desviaciones de la luz del sol en las minúsculas gotitas de agua que quedan flotando en el aire después de la lluvia. Si contamos los colores del arco iris, no encontramos sino seis: rojo, amarillo, naranja, azul, verde y violeta. Sin embargo, se dice que son siete. ¿Por qué? porque los primeros hombres que descubrieron esta maravilla, pensaron que siete, cifra mágica, era mejor que seis, cifra negativa... Entonces, agregaron el índigo, que no es un color muy conocido.

4. Planetas como metras (canicas) y planetas como pelotas

Física



experiencia muy fácil

Los planetas gigantes como Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, son mucho más grandes y mucho más pesados que la Tierra. ¿Qué objeto elegir para representar cada uno de los planetas?



Materiales necesarios

- 1 libro alargado con cubierta rígida
- 1 lápiz
- Plastilina
- 1 pelota de tenis
- 10 metras (canicas)
- 1 regla
- 2 recipientes para postres

La experiencia

1. Fabrica una balanza con el libro y el lápiz, después equilibrala con los dos recipientes, fijándolos con la plastilina.
2. Coloca la pelota en uno de los recipientes y equilibra de nuevo la balanza, colocando metras (canicas) en él.
3. Sumerge la pelota y una metra (canica) en el agua del recipiente.

¿No observas algo anormal?

La explicación

Son necesarias 8 y 9 metras (canicas) para equilibrar la pelota en la balanza, pero ¡una sola metra (canica) se hunde en el agua y la pelota flota!. El hecho de que un objeto flote no depende solamente de su peso sino de su densidad, es decir, del peso que tendría un litro de este objeto, por ejemplo. La pelota “pesa” 8 ó 9 metras (canicas), pero si medimos su volumen, nos damos cuenta que en ella podrían entrar 63 metras (canicas) aplastadas. Esto muestra que la pelota tiene una densidad menor que una metra (canica); una pelota de tenis normal pesa 9 metras (canicas); una metra (canica) del tamaño de una pelota de tenis pesa 63 metras (canicas). Dividiendo 63 metras (canicas) entre 9, el resultado es 7, lo que permite constatar que la pelota es 7 veces más liviana que una metra (canica) del mismo tamaño, y que es entonces, 7 veces menos densa. Por eso, no tienen la misma reacción cuando se les sumerge en el agua: una flota y la otra se hunde.

La aplicación

Los planetas gigantes del Sistema Solar son mucho más grandes y mucho más pesados que la Tierra o que otros como Mercurio, Venus o Marte. Sin embargo, esos grandes planetas, constituidos esencialmente de fluidos (gases líquidos), tienen una densidad menor que la Tierra. El más grande, Júpiter, tiene una masa (un peso) 320 veces más considerable y un volumen de cerca de 1.300 veces el de la Tierra. Su densidad es entonces 4 veces más débil que ésta. Saturno, cuya masa es cerca de 100 veces y el volumen, más de 700 veces el de la Tierra, tiene una densidad de 0,7 veces la del agua: ¡él flotaría en el agua!

Los planetas pequeños (Mercurio, Venus, la Tierra y Marte) son sólidos, y su densidad puede ser de 2 a 3 veces la del más grande, Júpiter, que flotaría en el agua.

5. MOTOR DE ALTO VOLTAJE (Campanas de Franklin)

Simple experimento, fácil de construir, te toma unos 5 minutos con



materiales caseros.

Este experimento tiene forma de una campana, con el badajo que golpea furiosamente a ambas latas de bebida de cola varias veces por segundo. De vez en cuando aparecen chispas azules. Materiales que necesitas:

- Dos latas de refresco.
- Un objeto de plástico, como un plumón, lapicero etc.
- 15 centímetros de hilo.
- Dos láminas de aluminio de unos 30 cm (se usan para hornear en la cocina y para envolver comida).
- Cinta adhesiva.
- Dos cables con clips "quijada de caimán"

Simplemente observando la foto ya puedes construir tu motor. Quita los aros de arriba que son para abrir las latas. Ata uno de los aros al hilo, el otro extremo del hilo átalalo al medio del lapicero. Coloca las latas con una separación de 6 cm a 10 cm. Coloca el lapicero sobre las latas, de manera que el aro se balancee como a una altura de 3 cm. de la mesa sobre la que has colocado las latas. Conecta un cable (sujetando con cinta adhesiva) a la lata de la derecha (no olvides pelar el aislamiento de plástico), este será el cable para conectar a tierra y el otro extremo debe conectarse a tierra como una pileta de agua, o a la tierra del computador, si no hay tierra, puedes sujetar el cable (pelado) con las manos, porque tu haces una buena conexión a tierra. Conecta el otro cable a la otra lata (la de la derecha). Su otro extremo será conectado a una fuente de alto voltaje. Esto es más fácil de lo que suena, porque una fuente inofensiva de alto voltaje es el monitor de computadora o la TV. El aparato se coloca sobre el TV. Se presiona un trozo de lámina de aluminio de unos 30 cm. de longitud en la pantalla. Se cuele porque la pantalla está cargada de electricidad. Conecta el cable de la lata derecha a la lámina de aluminio. El aparato comienza a funcionar al encender la TV. El aro es atraído por una de las latas y cuando la choca, es atraído por la otra lata y la acción se repite.

Porqué ocurre esto?

Dentro del TV hay un generador de alto voltaje que se usa para mandar electrones a la pantalla y que crean las imágenes. Al colocar un conductor de gran tamaño en la pantalla construimos un capacitor que se carga en forma parecida a las baterías de los autos y usamos la electricidad fuera del TV. El voltaje con el que se carga nuestro capacitor es alto, pero tiene muy poca corriente, de manera que si tocamos la lámina, la descarga no es más peligrosa que si caminamos por una alfombra y luego tocamos el picaporte de la puerta. La lata de la derecha está conectada al alto voltaje y la de la izquierda a tierra, por lo que la electricidad se va a tierra. Los electrones de la lata de la derecha atraen al aro, al tocar éste a la lata, se carga con el mismo tipo de electricidad y como dos objetos cargados con el mismo tipo de electricidad se repelen, el aro es lanzado hacia la otra lata, donde se descarga y se repite el proceso.

LISTADO DE TEMAS CIENTIFICO-TECNOLOGICOS, PARA QUE LOS ALUMNOS TRABAJEN INDIVIDUALMENTE O POR EQUIPOS; EXPONRIENDO Y DEBATIENDO AL RESPECTO

LOS ANCESTROS DEL UNIVERSO-Elvira Velasco 14-12-2006

Nos asomamos a esa enorme ventana que es el cielo para satisfacer nuestra curiosidad sobre los orígenes del Universo. Miramos al pasado a través de las estrellas. Y nos tropezamos con los cúmulos globulares: lejanos ovillos de lucecitas de navidad, restos fósiles que guardan galácticos secretos.

Como describió Allan Poe en *Eureka* "...el universo visible es como un cúmulo de cúmulos irregularmente repartidos". Un cúmulo de cúmulos de galaxias que contienen cúmulos de materia rehogados en una cantidad infinita de estrellas. Y muchas de estas estrellas no aparecen aisladas como ermitaños espaciales, sino formando agrupaciones que también llamamos "cúmulos".

Todas las estrellas que habitan en un cúmulo se forman simultáneamente a partir de una misma materia interestelar tras el colapso de una gran y única nube de gas. Según cuando se haya producido este "parto de estrellas", los cúmulos se clasifican en tres "grupos generacionales" distantes entre sí: los cúmulos globulares, tan viejos como tatarabuelos; las asociaciones OB (de estrellas de tipo O ó B), a modo de tataranietos envueltos en los pañales de su nube de formación; y los cúmulos abiertos, nietos adolescentes y dispersos, de "tan sólo" millones o miles de millones de años.

Dentro de esta numerosa familia, nos detendremos en sus miembros más antiguos: los cúmulos globulares. Son densas agrupaciones de estrellas unidas por la gravedad. Con forma esférica, contienen desde decenas de miles a millones de estrellas nacidas en las primeras etapas del Universo, hace unos 14.000 millones de años.

En la Vía Láctea se conocen 150, repartidos aleatoriamente por el halo y con órbitas elípticas alrededor del centro galáctico. A una distancia comprendida entre 15.000 y 400.000 años luz de la Tierra (el Sol está a 8 minutos luz), pertenecen a lo que el astrónomo Walter Baade denominó, en 1944, "Población II".

El hecho de que sus estrellas tengan la misma edad y composición química los convierte en laboratorios astrofísicos ideales para contrastar modelos teóricos que, una vez calibrados, pueden aplicarse a las galaxias.

Alfred Rosenberg, investigador sobre cúmulos globulares del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), explica que su estudio está considerado como astrofísica clásica: *"No es una investigación puntera, no es buscar planetas o agujeros negros. Sin embargo, nos ayuda a calibrar nuestros modelos con mucha precisión. Y esto resulta fundamental para establecer la unidad de medida y aspectos básicos que, aunque muchas veces se creen resueltos, no lo están tanto como deberían"*.

En este afán, los astrofísicos del IAC Alfred Rosenberg, Antonio Aparicio y Antonio Marín llevan a cabo un proyecto de investigación sobre cúmulos globulares en colaboración con científicos de Italia y Estados Unidos. Los resultados, tras la observación de unos 72 cúmulos globulares con el Telescopio Espacial Hubble, se publicarán a lo largo de los próximos dos años.

La suma de la masa de todos los cúmulos globulares es inapreciable con relación a la masa total de la Vía Láctea (del orden de la cienmilésima de ésta). Entonces, se pregunta Rosenberg: *"¿Cuál es nuestro interés en una parte tan insignificante?"* Y él mismo contesta: *"Son fósiles astronómicos que permiten desvelar los procesos de formación de nuestra galaxia y, por extensión, de las demás galaxias"*. Su estudio, como resultado de la tesis doctoral de Rosenberg, ha revelado que la Vía Láctea se formó en un lapso de tiempo entre 500 y 1.000 millones de años, un tiempo récord a escala cósmica.

Y es que los cúmulos globulares fueron los primeros objetos en aparecer al formarse la Vía Láctea. Lo hicieron poco después del Big Bang, a partir de una gran nube de gas que colapsó en un medio todavía no enriquecido por la explosión de estrellas de generación previa. En este sentido, configuran la rama más antigua del árbol genealógico de nuestra galaxia, proporcionan un límite inferior a la edad del Universo y se consideran elementos comunes a la formación de galaxias.

Para calcular la edad y distancia de un cúmulo globular, situamos cada una de sus estrellas en un Diagrama de Color-Magnitud, donde se representa gráficamente la temperatura o color de cada estrella frente a su brillo o magnitud absoluta. La distribución en el diagrama muestra que estrellas de la misma edad, pero distinta masa, evolucionan de manera diferente, lo que convierte a los cúmulos globulares en una prueba empírica de los modelos de evolución estelar.

El hecho de que los cúmulos se hayan generado en un medio no enriquecido implica que son sistemas de baja metalicidad. Es decir, apenas hay elementos pesados (hierro, carbono u oxígeno), sino fundamentalmente elementos ligeros (hidrógeno y helio). Su composición química puede conocerse con bastante precisión mediante espectroscopía,

técnica que relaciona la intensidad de radiación con la longitud de onda emitida por un cuerpo celeste.

A simple vista, los cúmulos globulares parecen densísimos enjambres de luciérnagas. Sin embargo, a través de un potente telescopio se ve que sus estrellas no están en absoluto pegadas. Sí es cierto que hay más densidad que en el espacio que ocupamos, lo que determina que la probabilidad de colisiones sea mayor. Una colisión de estrellas no es necesariamente un choque violento, sino un gran acercamiento de sus cuerpos debido a la mutua atracción ejercida. Las estrellas pueden entonces "enamorar" y unirse formando un sistema binario, en el que una girará alrededor de la otra.

A partir del sistema binario, puede originarse una "errante azul": una estrella que aparentemente debería haber muerto porque ha consumido todo su combustible, pero que permanece viva gracias a que otra estrella le cede "combustible". Las "errantes azules" y los sistemas binarios configuran parte de las "Poblaciones particulares" de un cúmulo globular.

Imaginemos un planeta situado en un cúmulo globular. Si sus habitantes contemplasen el firmamento podrían ver millones de estrellas con un brillo tan intenso como desde la Tierra distinguimos Sirio. Si este planeta estuviera situado en el centro del cúmulo, tal vez sus habitantes no conocerían la oscuridad. En su cielo reinarían varios soles, como ocurre en *Anochecer*, relato de ciencia-ficción escrito por Isaac Asimov.

Los científicos afirman que, en principio, es posible la existencia de un planeta en un cúmulo globular, aunque la escasa metalicidad dificultaría su formación. Pero, en el caso de que hubiera planetas en los cúmulos globulares, ¿sería posible la vida? La respuesta es que sería muy improbable debido a las perturbaciones gravitatorias y la intensa radiación emitida por tantas estrellas cercanas.

Lienzo de globos luminosos

En 1665, Abraham Ihle, astrónomo aficionado alemán, observó una especie de racimo de estrellas cercano a Sagitario: M22, tal vez el primer cúmulo reconocido como tal. Fue el famoso William Herschel quien, en 1778, llegó a la conclusión de que, ya que estos cúmulos tenían manchas, están compuestos por estrellas. En la constelación de Sagitario también nos encontramos con M54, descubierto por el astrónomo (y dibujante) francés Charles Messier en 1778.

En 1784, también Messier cataloga el Cúmulo de Hércules o M13, el más espectacular del hemisferio norte. Otro cúmulo situado en este hemisferio

es el Cúmulo de Pegaso ó M15. En el cielo de otoño, puede identificarse a simple vista al suroeste de la imaginativa figura del caballo alado.

Omega Centauri ó NGC5139, en el hemisferio sur, está considerado como el cúmulo globular más bonito del firmamento, con un millón de soles que parecen pegados entre sí. Por este motivo, al astrónomo alemán Johannes Bayer (1572-1625) le pareció una estrella borrosa y lo bautizó con nombre estelar. Actualmente no se sabe con certeza si Omega Centauri es el resultado de la suma de dos o más cúmulos globulares, o el núcleo de una galaxia cedido a la nuestra, ya que sus estrellas no comparten metalicidad ni edad. También desde el hemisferio sur, podemos ver el cúmulo de Tucán ó 47 Tucanae, que tiene nombre de estrella por idéntico motivo.

EL ANNUS MIRABILIS DE EINSTEIN - ¿DE QUÉ ESTÁ HECHA LA LUZ?



Octavio López Coronado --03-11-2006

La materia parece continua, pero sabemos que no lo es. Un trozo de cobre, por ejemplo, se puede dividir en porciones pequeñas, y éstas a su vez se pueden volver a dividir en otras más pequeñas, y así sucesivamente hasta casi el infinito. Casi. Pero llega un momento en que lo que tendremos entre manos será un átomo de cobre. Y ya no lo podremos dividir en dos pedacitos de cobre más pequeños. Einstein ayudó a confirmar que la materia estaba formada por átomos y moléculas. Demostró que el calor era una manifestación de la agitación y los choques de estas moléculas, y que estos choques provocaban el movimiento Browniano. Demostró que incluso se podía medir el tamaño de las moléculas de un soluto, como es el caso del azúcar disuelto en agua.

Sin embargo la energía parecía tener una naturaleza totalmente diferente. Según la teoría del electromagnetismo de Maxwell, la energía de un rayo de luz se extiende de forma continua sobre un volumen cada vez mayor, como lo hacen las ondas de agua en un estanque. Pero Einstein no estaba cómodo con esta diferencia formal entre la naturaleza de la materia y la de la energía, de modo que propuso un cambio en la naturaleza de la energía para hacerla compatible con su privilegiada manera de ver el mundo. En su artículo *Sobre un punto de vista heurístico concerniente a la producción y transformación de la luz*, publicado en *Annalen der Physick* en junio de 1905, expuso su incomodidad ante este asunto y lanzó una hipótesis revolucionaria: la energía de la luz está distribuida por el espacio de forma

discontinua. En definitiva, proponía la existencia de cuantos de luz, los átomos indivisibles de energía que más adelante se denominarían fotones, que permitían explicar fácilmente los fenómenos físicos que la teoría de Maxwell no explicaba.

¿Qué le llevó a plantear esa hipótesis? Apenas cinco años antes, Max Planck había propuesto una solución para el problema de la radiación del cuerpo negro en la que planteó por primera vez la cuantificación de la energía. Un cuerpo negro es un concepto que utilizan los físicos para describir un objeto que no refleja la luz (por eso precisamente es negro), pero que contiene o emite radiación electromagnética a causa de estar muy caliente. Esta radiación se distribuye entre todas las longitudes de onda, pero hay más de unas longitudes que de otras, según cual sea su temperatura. La curva que describe la cantidad de radiación emitida para cada longitud de onda en un cuerpo negro depende sólo de la temperatura, y no depende de la naturaleza del objeto en cuestión.

Un hierro incandescente, por ejemplo, emite radiación con las longitudes de onda predominantes centradas en el color rojo, mientras que si aumentamos mucho su temperatura el color se vuelve blanco azulado, y la curva en cada caso responde a la de un cuerpo negro. El propio Universo es un cuerpo negro, y la radiación de fondo que nos rodea, ese remanente del Big Bang, obedece perfectamente al comportamiento de un cuerpo negro.

En la época de Planck, la curva obtenida experimentalmente que describe la cantidad de radiación para cada longitud de onda en un cuerpo negro a una determinada temperatura no se podía explicar de manera teórica. Si se consideraba que los átomos del cuerpo negro podían tener valores de energía tan pequeños como se quisiera, entonces los cálculos no salían. Planck propuso una solución: la energía de los átomos estaba cuantizada. De un valor nulo podían pasar a tener un cierto valor, pero jamás valores intermedios. En realidad él no hablaba de átomos sino de "resonadores", unos elementos en abstracto que serían los responsables de interactuar con la radiación, ya fuesen átomos, electrones, moléculas, o lo que fuera.

Planck cuantificó la energía que podía tener un elemento de materia, pero no la energía en sí. Einstein se inspiró en Planck para ir mucho más allá: para él la propia energía radiante, la luz, estaba cuantizada al viajar de un átomo a otro. Viajaba en forma de paquetes. La teoría ondulatoria de Maxwell explicaba perfectamente bien los fenómenos ópticos en los que intervenían grandes cantidades de fotones y en los que se consideraba la luz como un promedio temporal. Pero Einstein explicaba también los fenómenos en los que intervienen cantidades ínfimas de luz de manera instantánea, como son la absorción y la emisión de luz por cada átomo individual.

Y si la luz estaba constituida por pequeños paquetes, ¿por qué no considerar la luz en el interior de una cavidad como un gas? Einstein aplicó a su gas de cuantos de luz los conocimientos que se tenían del comportamiento estadístico de las moléculas, concretamente sobre la entropía (una cantidad que mide el desorden de un sistema), y observó que realmente esta cantidad dependía del volumen del mismo modo que en un gas convencional. Para obtener ese resultado, la energía contenida en cada uno de esos paquetes de luz tenía que ser inversamente proporcional a su longitud de onda.

La hipótesis de Einstein explicaría diversos misterios de la física de la época. Se había observado que cuando la luz incidía en materiales fotoluminiscentes (como el fósforo de las pantallas de televisión), la longitud de onda de la luz emitida por un material era siempre mayor o igual a la de la luz incidente. Para Einstein se trataba de una mera conclusión del principio de conservación de la energía: la energía de la luz emitida era siempre menor o igual a la de la luz incidente, la que había originado el proceso, y por eso su longitud de onda era mayor. La existencia de paquetes de luz también explicaba por qué no había un límite en la intensidad de luz por debajo del cual la luz sería incapaz de excitar el efecto fotoluminiscente. Si la intensidad es una medida de la cantidad de fotones, entonces aunque sólo llegase un fotón al material fotoluminiscente, éste ya podía ser absorbido por un átomo para emitir un nuevo fotón de menor o igual energía.

La idea de Maxwell de una luz cuya energía se extendía uniformemente sobre un área cada vez mayor tampoco podía explicar el efecto fotoeléctrico: la emisión de electrones que aparecía en algunos materiales cuando eran iluminados. Los científicos habían observado cómo el número de electrones dependía de la intensidad de la luz, lo que era compatible con la teoría de Maxwell, pero también habían visto que había una longitud de onda a partir de la cual el fenómeno no tenía lugar, por muy intensa que fuese la luz. La explicación según la nueva hipótesis de Einstein era clara: si la energía (relacionada con la longitud de onda) de cada fotón no era suficiente como para arrancar un electrón del material, entonces el fenómeno fotoeléctrico no podía tener lugar, por muchos fotones (intensidad) que se lanzasen sobre el material.

La explicación de este fenómeno le valió a Einstein el premio Nobel de Física en 1921, con cuyo importe se compró, años más tarde, una casa de veraneo en Caputh, cerca de Berlín. Allí, navegando tranquilamente por el Havel en su pequeño velero, saboreó los frutos de ese año milagroso en que compartieron la gloria su tesis doctoral a tiempo parcial, la teoría que le dio fama más allá del ámbito de la física, y la investigación que le hizo merecedor del premio más codiciado de la ciencia.

A LAS MICROPUERTAS DEL NANOMUNDO



Bibiana Bonmatí --31-08-2006

Si miramos a nuestro alrededor nos damos cuenta de que estamos rodeados de unidades de medida: kilos de peras, metros de tela, litros de agua... Recordemos cuando en el colegio nos hacían pasar a múltiplos y submúltiplos de una unidad: 1 decímetro son 0,1 metros; 1 centímetro son 0,01 metros. Los prefijos deci-, centi-, kilo-, etc. nos permiten aumentar o disminuir la unidad en cuestión y nano- es uno de estos prefijos. Proviene de la palabra latina *nanus*, que quiere decir enano. Esto es porque 1 nanómetro son 0,000000001 metros o, dicho de otro modo, una milmillonésima parte. Pero, ¿qué hay que sea tan pequeño? Pues bien, se trata del átomo.

A pesar de que existen partículas de menor tamaño que el átomo, éste se considera la estructura básica de la materia. Las propiedades de los cuerpos dependen de cómo se organizan los átomos que los constituyen. Un diamante contiene los mismos que el carbón, pero ordenados de un modo distinto.

Aportemos algunos datos para descender al tamaño requerido: una hoja de papel tiene unos 100.000 nm (nanómetros) de espesor y un cabello humano unos 80.000 nm. De hecho, una partícula nanométrica es menor que una célula viva, y sólo es posible verla con los microscopios más potentes disponibles actualmente.

La física que rige el comportamiento de un cuerpo formado por millones de átomos difiere de la que controla unos pocos: a los planetas se les aplica la ciencia de Newton; y a los átomos la física cuántica. Por ejemplo, la gravedad, tan importante en nuestras vidas, para los átomos es totalmente despreciable. En cambio, aparecen nuevos fenómenos gobernados por unas leyes que apenas influyen en nuestro mundo del metro, del litro o del gramo. A partir de un cierto tamaño, los objetos empiezan a comportarse de un modo distinto. ¡Se vuelven locos!

La física cuántica, que lleva un siglo avanzando, está a punto de dar un nuevo salto. Hasta ahora se ha mantenido como una ciencia ligada más al estudio teórico de los fenómenos a escala atómica que a la práctica, pero en el futuro será la reina de la tecnología.

La historia de la humanidad ha evolucionado en gran parte gracias al control de la materia y el dominio de los materiales, desde la edad de hierro, las aleaciones, el uso de cerámicas, etc.

En los últimos años, el tamaño de los aparatos tecnológicos se ha ido reduciendo progresivamente. Es de sobras conocido que los primeros ordenadores eran enormes, de hecho ocupaban habitaciones enteras, pero cuando empezó a desarrollarse la microelectrónica (del tamaño de una millonésima de metro) se produjo una revolución en el diseño de los ordenadores, y también de las tecnologías aplicadas a la medicina, entre otros muchos. Pero ahora ha empezado otra revolución mucho más "pequeña".

Así que dejemos de lado los microchips y adentrémonos en el "nanomundo" de los átomos. La clave para poder realizar este sueño está en poder controlar la materia, de la misma manera que hacemos con los microdispositivos que existen en la actualidad, pero a una escala mucho menor. El objetivo de la investigación en nanotecnología es explotar las propiedades físicas, químicas y biológicas existentes a escala nanométrica, diferentes de las de los átomos individuales, las moléculas y la materia. Podría definirse como la capacidad de trabajar con un objeto nanométrico para que realice una función.

Esta novedosa ciencia tiene como particularidad ser interdisciplinar. En ella caben la física, química, biología, medicina, ingeniería... y abarca campos tan dispares como la terapia génica o la construcción de satélites. Ha roto las barreras científicas, cuyas disciplinas con frecuencia divergen en lugar de converger.

Aunque la nanotecnología esté todavía poco presente en productos manufacturados, las nanopartículas se usan en muchas industrias. Muchas veces los nanomateriales se combinan con otros materiales para mejorar su funcionalidad, por ejemplo si a la superficie de un cristal se añaden compuestos hidrófobos, es decir que repelen el agua. Lo que podemos observar a gran escala es como el agua resbala sobre ese cristal.

Uno de los primeros logros conseguidos por la nanotecnología es la "construcción" de nanotubos. Estas estructuras están formadas por láminas de átomos de carbono dispuestos en forma de hexágonos que a su vez se cierran formando un cilindro. Un nanotubo puede ser de 10 a 100 veces más fuerte que el acero (por peso de unidad), y es mucho más eficaz en el transporte de corriente que el clásico tubo de cobre. Estas nanoestructuras se utilizan, por ejemplo, en las raquetas de tenis ligeras o en transistores.

En el campo de la ingeniería espacial se suele hablar de nanosatélites cuando se refieren a un satélite de menos de 10 kilos. Aunque no se trata de un tamaño atómico, la tecnología que se requiere para construir una sonda de estas características ha de ser lo más ligera posible, y por tanto es necesario implementar nanodispositivos. Las ventajas en este campo son inmediatas, no sólo por la disminución del peso, sino también por el control térmico o la reducción del consumo. Pero existen todavía algunos aspectos por estudiar. Por ejemplo, falta valorar hasta qué punto, en el espacio, los nanodispositivos se ven afectados por la radiación, ya que en principio son más vulnerables debido a su estructuración atómica.

Desde otro punto de vista, la sociedad verá rápidamente cambios en su entorno. Ahora ya se pueden adelantar algunas de las novedades que nos depara el futuro, sobre todo en informática. La nanotecnología facilitará la producción de ordenadores todavía más pequeños que almacenen más información y procesen los datos a mayor velocidad que los disponibles hoy en día. Muchos discos duros ya contienen capas de materiales magnéticos con un espesor nano para obtener una mayor memoria.

Además del aumento espectacular de la capacidad de almacenamiento de datos en dispositivos de unos pocos centímetros, habrá materiales ultraligeros diez veces más resistentes que el acero. En biomedicina, se está investigando nuevos métodos de nanomedicina para llevar moléculas al órgano del cuerpo a tratar. El diámetro del material genético (DNA), está en el rango de 2,5 nm, mientras que el de los glóbulos rojos es de aproximadamente 2,5 micrómetros. Aun así, las aplicaciones médicas de la nanotecnología, aunque pueden traernos grandes progresos, también comportan algunos riesgos que ya se están estudiando y que requerirán una mayor regulación en este campo.

Finalmente, siempre hay que aprovechar la coyuntura y la novedad de las nuevas tecnologías en desarrollo para introducir nuevos productos, como es el caso de un dulce llamado "Nano Chups", obviamente con unos pocos átomos de más.

Pero, en cualquier caso, la carrera por la nanotecnología ya ha empezado.

NUEVA CAPA DE LA TIERRA

(NC&T) El hallazgo ha sido hecho por la Dra. Christine Thomas, del Departamento de Ciencias de la Tierra en la Universidad de Liverpool.

Se trata de una capa sísmica no detectada hasta ahora, cerca de la frontera entre el manto y el núcleo terrestres. El descubrimiento permitirá a los geofísicos medir las variaciones en la temperatura interna del planeta, cerca del límite que separa el manto rocoso del núcleo fluido, a unos 2.900 kilómetros bajo la superficie.

La Dra. Thomas desarrolló un modelo con colegas de la Universidad de California en Los Angeles (UCLA), el cual usa un cambio de fase recientemente descubierto (cuando los átomos se comprimen en cristales al ser sometidos a una presión muy alta) en la parte más baja del manto terrestre. Proponen que los cambios de temperatura en esta región podrían causar la creación de dos capas sísmicas cerca de la frontera entre núcleo y manto, la segunda de las cuales ha sido descubierta recientemente por la Dra. Thomas.

Las dos capas sísmicas pueden resultar un termómetro muy sensible con el que los investigadores podrían tomar la temperatura de la Tierra en la parte inferior del manto. Las capas también permiten a los científicos examinar si las áreas frías bajo una placa con capacidad para causar terremotos están alcanzando la frontera entre el núcleo y el manto, y si asciende materia caliente de la zona ocupada por dicha frontera.

El descubrimiento marca una fase de máximo interés en la investigación geofísica, ya que proporciona una vía incomparable para arrojar luz en el controvertido tema de la convección en todo el manto, el flujo de calor que emana del núcleo de la Tierra y se propaga por el primero.



Dra. Christine Thomas. (Foto: University of Liverpool)

DESVELADO UN PRINCIPIO FUNDAMENTAL DEL PASO DE SÓLIDO A LÍQUIDO

Experimentos realizados por físicos en la Universidad de Pensilvania han mostrado explícitamente que un sólido empieza a fundirse a través de defectos dentro de la estructura cristalina de la materia sólida,

comenzando a lo largo de las grietas, fronteras de los granos cristalinos y dislocaciones que están presentes en la, por otra parte, ordenada distribución de átomos.

La fusión es uno de los fenómenos más fundamentales en física y es una de las transiciones de fase más frecuentemente vistas en la vida diaria. Pero aún faltan por dilucidar importantes detalles sobre los mecanismos que conducen a que un simple y cotidiano cubito de hielo se derrita. Superficialmente, el principio es directo. Al calentarse, las moléculas dentro del hielo adquieren más energía y vibran más a su alrededor, impulsando la transición de un sólido a un líquido. Esto es verdad en parte, pero la realidad es más rica y compleja.

En este nuevo estudio, los físicos obtienen evidencias directas para una de las principales teorías de la fusión, la noción de que su comienzo o etapa previa a ésta ocurre en las imperfecciones en la estructura ordenada de los cristales sólidos. La etapa previa acontece en áreas donde la alineación de los átomos no es perfecta, sobre todo en los límites dentro de cristales.

Un problema de demostrar teorías sobre cómo las cosas se funden, es el tamaño; uno simplemente no puede ver los átomos en una estructura sólida cuando se funde. No sólo son los átomos muy pequeños, sino que la materia sólida tiende a oscurecer lo que sucede dentro. Para resolver estos problemas, los investigadores hicieron átomos más grandes.

Crearon cristales translúcidos tridimensionales de esferas coloidales térmicamente sensibles. Las esferas son como cuentas pequeñas visibles en un microscopio óptico. Las esferas se hinchan o colapsan de modo significativo con cambios pequeños en la temperatura, y exhiben otras propiedades útiles que les permiten comportarse como versiones enormes de átomos para el propósito del experimento.

Cuando elevaban la temperatura del cristal de partículas coloidales, los investigadores podían registrar los cambios en su interior siguiendo los movimientos de muchas esferas individuales, usando un microscopio y una grabadora de video.

Al aumentar la temperatura, pudieron rastrear el movimiento vibratorio de las esferas. La fase previa de la fusión fue primero revelada como un aumento del movimiento a lo largo de las líneas de defectos en el cristal. Estos movimientos entonces se extendieron a las partes más ordenadas de éste. Pudieron ver que la cantidad de la prefusión dependía del tipo de defecto del cristal y de la distancia al defecto.

Los investigadores creen que estas observaciones llevarán a una

comprensión mejor del proceso de fusión y permitirán hacer más predicciones cuantitativas de cómo una sustancia puede fundirse.

¿AGUA QUE DESAFIA LA HUMEDAD?

Los libros de texto dicen que el agua se mezcla fácilmente con otra de su clase; brazos abiertos (puentes) de hidrógeno se enlazan con el oxígeno de otros radicales hidroxilos (OH). Esta es la propia definición de "humedad". Pero científicos del PNNL (Pacific Northwest National Laboratory) han observado una primicia: una monocapa de agua (hielo que ha crecido en una oblea de platino) que repele capas subsecuentes de hielo que entran en contacto con ella.

Las interacciones del agua con superficies son ubicuas en la naturaleza y desempeñan un papel importante en muchas aplicaciones tecnológicas tales como la catálisis y la corrosión.

Se había asumido que un extremo de la molécula de agua se enlazaría con el metal, y al otro extremo estarían estos conocidos puntos para la formación de puentes de hidrógeno con los átomos en la próxima capa de agua.

Los investigadores usaron una técnica que utiliza criptón para sondear superficies metálicas y capas de agua en esas superficies. Encontraron que la primera capa de agua, o monocapa, humedecía la superficie de platino como habían esperado, pero las capas subsecuentes no mojaron la primera. En otras palabras, la primera capa de agua es hidrofóbica.

Esta agua que rechaza al agua en el metal es más que una curiosidad, y constituirá una sorpresa para muchos especialistas que han asumido que las películas de agua cubren uniformemente las superficies. Se han hecho cientos de experimentos en películas delgadas de agua formadas en superficies de metal para aprender cosas acerca de cómo estas películas afectan a las moléculas con las que entran en contacto, y qué papel tienen en estas interacciones el calor, la luz y la radiación de alta energía.

CUANTO MÁS CALIENTE ESTÁ UNA SUPERFICIE, MAYOR ES SU CAPACIDAD SUTIL DE ATRAER ÁTOMOS

(NC&T) La investigación que ha conducido a este descubrimiento, efectuada por físicos del Instituto JILA, resalta un aspecto subvalorado de

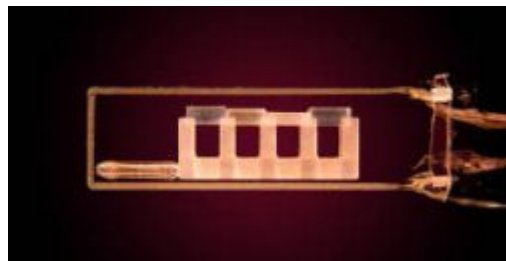
la huidiza fuerza de Casimir-Polder, uno de los efectos más extraños de la mecánica cuántica. La fuerza proviene de las siempre presentes fluctuaciones aleatorias de microscópicos campos eléctricos en el espacio vacío. Las fluctuaciones se hacen mayores cerca de una superficie, y un átomo neutro aislado y cercano las experimentará como una sutil atracción, como una minúscula perturbación que sin embargo, a escala también minúscula, puede constituir una fuente importante de fricción, por ejemplo, en dispositivos de tamaño lo bastante pequeño.

Previamente, el grupo del JILA hizo la más precisa medición realizada nunca antes de la fuerza de Casimir-Polder, midiendo fuerzas ciento de veces más débiles de las medidas hasta ese momento y a mayores distancias (más de 5 micrómetros).

El JILA es un instituto conjunto del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) y la Universidad de Colorado en Boulder. El científico principal del nuevo estudio es Eric Cornell, quien en el año 2001 obtuvo, compartido, el Premio Nobel de Física.

Ahora, el equipo del JILA ha hecho la primera medición de la dependencia que esta fuerza tiene de la temperatura. Usando una combinación de temperaturas en los extremos opuestos (calentando mucho una superficie de vidrio mientras se mantiene el ambiente neutral y se utilizan átomos ultrafríos como herramienta de medición), la nueva investigación demuestra que el vidrio caliente es más "pegajoso" que el vidrio frío, y subraya el poder de las superficies para influir en la fuerza de Casimir-Polder.

Los experimentos demuestran el uso práctico de un Condensado de Bose-Einstein (BEC), una forma de materia creada por primera vez hace una década en el JILA. En un BEC, miles de átomos ultrafríos se unen en un "superátomo" con un solo estado cuántico.



Para medir las fuerzas de Casimir-Polder se puso un BEC de aproximadamente 250.000 átomos de rubidio en una trampa magnética a unos pocos micrómetros de una placa de vidrio. A medida que el BEC se fue acercando a la superficie, se observó cómo el condensado se iba "tambaleando" con el transcurso del tiempo. Basándose en los cambios en la frecuencia de la oscilación, los investigadores calcularon la fuerza.

Aparato usado para la medición de la fuerza de Casimir-Polder. (Foto: E. Cornell group/JILA)

En el último experimento, las mediciones fueron hechas con un haz láser

empleado para calentar la placa de vidrio desde la temperatura ambiente (unos 37 grados C) hasta una muy elevada (aproximadamente 330 grados C), mientras el medio circundante se mantuvo cerca de la temperatura ambiente. La magnitud de la fuerza demostró ser casi tres veces mayor.

NUEVOS HALLAZGOS SOBRE LA FOTOSÍNTESIS

(NC&T) Un equipo de investigación dirigido por Neal Woodbury, del Instituto de Biodiseño, en la Universidad Estatal de Arizona, ha obtenido nuevos e interesantes datos sobre el mecanismo de la fotosíntesis. El descubrimiento aborda cuestiones sobre el movimiento orquestado de las proteínas a una escala temporal de la millonésima parte de una millonésima de segundo.

Esta investigación pionera nos da nuevos detalles del mecanismo básico de la fotosíntesis. Comprender a fondo tales procesos biológicos fundamentales puede conducir a importantes beneficios para la sociedad humana.

Por ejemplo, la respuesta puede ser útil para el desarrollo de las células solares orgánicas, que son de interés comercial por su costo relativamente bajo en comparación con las tradicionales de silicio.

Las células solares tradicionales emplean dispositivos semiconductores (basados en compuestos de silicio) para convertir la energía solar en energía eléctrica, mientras que las células solares orgánicas están basadas en sistemas biológicos que emplean la misma química que los organismos vivos cuando extraen la energía de la luz solar y realizan la fotosíntesis.

Los biólogos han descubierto que un proceso altamente orquestado y que dura una fracción de segundo, dirige la fotosíntesis. (Foto: ASU)

La investigación de Woodbury busca conocer mejor los principios básicos de la fotosíntesis, y puede ser valiosa para el diseño de células solares orgánicas. La eficiencia de la conversión de energía por fotosíntesis es mucho mayor que la alcanzada por los dispositivos solares tradicionales.

Para obtener una visión más detallada de cuanto acontece durante la fotosíntesis, el equipo de investigación empleó una bacteria fotosintetizadora púrpura bien conocida, llamada *Rhodobacter sphaeroides*. Este organismo probablemente sea una de las primeras bacterias fotosintetizadoras que produjo la evolución.

Los investigadores trataron de descubrir más de los mecanismos físicos

que controlan la fotosíntesis. Lo intentaron creando mutantes en los cuales se lograra evidenciar las relaciones de transferencia de electrones entre moléculas presentes en el centro de la reacción.

Pocos grupos de investigación están equipados para medir los eventos iniciales en la fotosíntesis. Ello se debe a los intervalos de tiempo extremadamente cortos en que se suceden, similares al tiempo que le toma a una supercomputadora realizar una sola operación o flop (operación de coma flotante).

Los investigadores emplearon el láser ultrarrápido instalado en la Universidad Estatal de Arizona. Dicho láser actúa como una cámara cinematográfica de alta velocidad, y es capaz de capturar datos de estas rápidas reacciones.

El movimiento de las proteínas del centro de la reacción durante la fotosíntesis permite a una planta o a una bacteria utilizar la energía de la luz eficientemente, incluso cuando las condiciones no son óptimas.

EL ORIGEN DE LA MOLÉCULA MAS COMÚN DEL UNIVERSO

(NC&T) Investigadores de la Universidad del Estado de Ohio (OSU) decidieron recientemente averiguar de dónde provenía tanto hidrógeno molecular, y descubrieron que un detalle aparentemente intrascendente, si las superficies de los granos de polvo interestelares son lisas o irregulares, podría explicar por qué hay tanto hidrógeno molecular en el universo.

El hidrógeno es el elemento atómico más simple conocido; consta de sólo un protón y un electrón. Los científicos siempre han dado por hecho la existencia de hidrógeno molecular cuando elaboran teorías sobre la procedencia de todas las moléculas más grandes y complejas en el universo. Pero nadie hasta ahora podía explicar cómo tantos átomos de hidrógeno podían formar moléculas.

Para que dos átomos de hidrógeno tengan bastante energía para unirse en las frías regiones del espacio, primero tienen que encontrarse en una superficie. Aunque los científicos sospecharon que el polvo cósmico proveía la superficie necesaria para tales reacciones químicas, las simulaciones de laboratorio de este proceso nunca funcionaron. Por lo menos, no funcionaron lo bastante bien para explicar la abundancia de hidrógeno molecular que los científicos ven en el espacio.

Eric Herbst, profesor de física, química y astronomía en la OSU, junto con Herma Cuppen, una investigadora de posdoctorado, y Qiang Chang, estudiante de doctorado, ambos en física, simularon superficies diferentes

de polvo en un ordenador. Entonces modelaron el movimiento de dos átomos de hidrógeno dando tumbos a lo largo de superficies diferentes hasta que se encontraban el uno al otro para formar una molécula.

Teniendo en cuenta la cantidad de polvo que los científicos piensan que flota en el espacio, los investigadores de la OSU fueron capaces de simular la creación de la cantidad correcta de hidrógeno, pero sólo en superficies irregulares.

El problema con las simulaciones anteriores, según parece, es que siempre asumían una superficie plana. Cuppen entiende por qué: "Cuando quieres probar algo, comenzar con una superficie plana es mucho más rápido y fácil". Ella debe saberlo bien. Es una experta en ciencia de las superficies, pero aún así le llevó meses elaborar el modelo de polvo irregular, y está todavía trabajando para refinarlo.

Los científicos de la Universidad Estatal de Ohio están ahora colaborando con colegas de otras instituciones que producen y usan superficies irregulares reales que imitan la textura del polvo cósmico.

SOLUCIÓN PARA LOS DESECHOS DE PAPEL

Uno no esperaría que el papel fuese una fuente importante de polución; después de todo, se hace de madera, que en la naturaleza se disgrega en componentes diminutos que vuelven a entrar en el ciclo del crecimiento de las plantas. Pero sin niveles de humedad adecuados ni otras condiciones que a menudo no existen en los vertederos de basura, el papel pasa décadas sin descomponerse. Como resultado, miles de millones de toneladas de papel de desecho desbordan los basureros del planeta, creando un enorme problema medioambiental mundial.

El Profesor Edward Bayer del Departamento de Química Biológica del Instituto Weizmann ha desarrollado un proceso que un día podría significar una solución a la plétora de papel de desecho. Ya en 1983, él y el profesor Raphael Lamed de la Universidad de Tel Aviv descubrieron el celulosoma, un complejo molecular que degrada la celulosa, un componente principal de la madera, algodón y otros tipos de materia vegetal. En los años siguientes, Bayer y Lamed elucidaron la arquitectura del celulosoma e identificaron sus componentes principales.

Normalmente el celulosoma no es eficiente en descomponer productos artificiales de celulosa tales como el papel, pero Bayer y sus colegas desarrollan ahora celulosomas "de diseño" que pueden mejorar las capacidades de la versión natural original. Usando ingeniería genética y combinando elementos estructurales diferentes en un diseño modular, los científicos crean celulosomas artificiales que son inusualmente eficaces.

Uno de tales celulosomas sintéticos debe su habilidad al hecho de que está formado por enzimas con modos complementarios de acción. En una placa de laboratorio, a este celulosoma le basta con un solo día para transformar papel finamente cortado, hecho de cadenas insolubles de celulosa de hasta 10.000 unidades de azúcar en longitud, en un jarabe de azúcares solubles. El método, expuesto recientemente en la publicación "Journal of Biological Chemistry", se halla aún lejos de estar listo para usarse en los vertederos de basura reales, pero apunta hacia un enfoque prometedor para el manejo de desechos: disminuir la polución mientras se producen materiales útiles. Solución para los desechos de papel

Uno no esperaría que el papel fuese una fuente importante de polución; después de todo, se hace de madera, que en la naturaleza se disgrega en componentes diminutos que vuelven a entrar en el ciclo del crecimiento de las plantas. Pero sin niveles de humedad adecuados ni otras condiciones que a menudo no existen en los vertederos de basura, el papel pasa décadas sin descomponerse. Como resultado, miles de millones de toneladas de papel de desecho desbordan los basureros del planeta, creando un enorme problema medioambiental mundial.

El Profesor Edward Bayer del Departamento de Química Biológica del Instituto Weizmann ha desarrollado un proceso que un día podría significar una solución a la plétora de papel de desecho. Ya en 1983, él y el profesor Raphael Lamed de la Universidad de Tel Aviv descubrieron el celulosoma, un complejo molecular que degrada la celulosa, un componente principal de la madera, algodón y otros tipos de materia vegetal. En los años siguientes, Bayer y Lamed elucidaron la arquitectura del celulosoma e identificaron sus componentes principales.

Normalmente el celulosoma no es eficiente en descomponer productos artificiales de celulosa tales como el papel, pero Bayer y sus colegas desarrollan ahora celulosomas "de diseño" que pueden mejorar las capacidades de la versión natural original. Usando ingeniería genética y combinando elementos estructurales diferentes en un diseño modular, los científicos crean celulosomas artificiales que son inusualmente eficaces. Uno de tales celulosomas sintéticos debe su habilidad al hecho de que está formado por enzimas con modos complementarios de acción. En una placa de laboratorio, a este celulosoma le basta con un solo día para transformar papel finamente cortado, hecho de cadenas insolubles de celulosa de hasta 10.000 unidades de azúcar en longitud, en un jarabe de azúcares solubles. El método, expuesto recientemente en la publicación "Journal of Biological Chemistry", se halla aún lejos de estar listo para usarse en los vertederos de basura reales, pero apunta hacia un enfoque prometedor para el manejo de desechos: disminuir la polución mientras se producen materiales útiles.

MISTERIO EVOLUTIVO, VENENO DE ARAÑA Y BACTERIA COMPARTEN LA MISMA TOXINA

La toxina se encuentra en el cóctel venenoso de las arañas violín, como la reclusa marrón, y en algunas Corynebacterias. La toxina del veneno de la araña puede destruir la carne en el sitio de la picadura, mientras que la bacteria causa diversas enfermedades en animales del campo.

El hecho de que exista un grupo de arañas con una peculiar toxina, y que esta misma toxina también exista fuera del reino animal, en ciertas bacterias, exige un mecanismo muy especial para explicar tan insólita circunstancia. Esta pauta eleva la posibilidad de transferencia genética lateral como explicación. La transferencia genética lateral se refiere al movimiento de genes entre genomas de organismos no relacionados. Contrasta con la transferencia genética vertical de padres a hijos.

Matthew Cordes, profesor de bioquímica y biofísica molecular de la Universidad de Arizona, y Greta Binford, profesora en el Lewis & Clark College, descubrieron una estructura común al final de ambas proteínas tóxicas, no encontrada en ninguna otra proteína.

"Este detalle estructural, parecido a un tapón o corcho al final de una enzima con forma de barril, constituye una prueba de que la araña y la bacteria comparten un antepasado común relativamente reciente", explica Cordes. "Además de ser un ejemplo de transferencia lateral entre organismos muy lejanamente relacionados, este estudio es un ejemplo inusual del uso de motivos estructurales en proteínas para responder preguntas sobre ancestros comunes cuando las secuencias genéticas son demasiado diferentes para ser aclaradas sobre la base de estas relaciones".

Está pendiente la pregunta de si esta enzima del veneno saltó de arañas a bacterias, o a la inversa. De una u otra forma, la presencia de esta toxina médicamente relevante en uno de estos grupos de organismos es probablemente el resultado de transferencia de otro linaje. Entender la importancia de esta porción estructural en la actividad tóxica puede ayudar a desarrollar tratamientos que minimicen los efectos de las mordeduras de la reclusa marrón y sus parientes. Si esta estructura es vital para la función de la proteína, los tratamientos diseñados para las picaduras de araña también pueden funcionar para tratar los efectos causados por la toxina de corynebacterias.

AVERIGUANDO CÓMO EXACTAMENTE LA NATURALEZA DESCOMPONE EL AGUA.

(NC&T) Lo han hecho obteniendo la estructura precisa de un catalizador compuesto de cuatro átomos de manganeso y un átomo de calcio, el que conduce esta reacción de descomposición del agua. Su trabajo podría ayudar a otros investigadores a sintetizar moléculas que imiten al catalizador. Ésta es una meta muy buscada en la carrera por desarrollar tecnologías energéticas limpias que empleen la luz del sol para descomponer el agua liberando hidrógeno, y con él alimentar células de combustible u otras fuentes de energía no contaminantes.

Muchas de las estrategias que los científicos proponen, dependen de usar algún proceso para extraer del agua el hidrógeno, que es un portador de energía. Desafortunadamente, los métodos actuales de extracción de hidrógeno del agua requieren electricidad o metano, y ambos tienen un coste económico que lastra la viabilidad práctica de los diseños.

Un equipo internacional dirigido por científicos del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley trabajó con estructuras de alta resolución (aproximadamente 0,15 ángstrom) del agregado de manganeso-calcio encontrado en un complejo proteico fotosintético. (Un ángstrom es la diezmilmillonésima parte de un metro).

El equipo, que incluye a científicos de la Universidad Libre de Berlín, la Universidad Técnica de Berlín, el Instituto Max Planck en Mülheim, y el Laboratorio de Stanford para Radiación Sincrotrón, usó una combinación innovadora de espectroscopía de rayos X y cristalografía de proteínas, para lograr la estructura de más alta resolución obtenida hasta hoy del catalizador metálico.

Éste es el primer estudio que combina la espectroscopía de absorción de rayos X y la cristalografía en un modo tan detallado, para determinar la estructura de un sitio activo de metal en una proteína, sobre todo en algo tan complicado como el agregado fotosintético de manganeso-calcio.

El catalizador de metal reside en un complejo grande de proteína, el llamado fotosistema II, presente en plantas, algas verdes, y cianobacterias. El sistema maneja una de las reacciones oxidantes más eficientes de la naturaleza, usando la energía de la luz para dividir el agua en oxígeno, protones y electrones. Debido a su eficacia y a que no depende de nada más que del sol, el catalizador se ha vuelto el objetivo de estudio de los científicos. Conocer a fondo la estructura del catalizador, y después comprender cómo funciona, conducirá quizás a que los científicos puedan desarrollar moléculas de una robustez similar.

Pero hasta ahora, la estructura precisa del catalizador ha eludido todos los esfuerzos para ser determinada por difracción de rayos X y mediante

varias técnicas espectroscópicas. Las observaciones anteriores no permiten a los investigadores precisar las posiciones exactas de los átomos de manganeso y de calcio en el agregado y sus ligandos circundantes. Parte del problema es el hecho de que el catalizador de metal es muy susceptible a recibir daños por la radiación, lo que limita los estudios de resolución extremadamente alta por difracción de rayos X.

DESCUBREN UNA NUEVA CLASE DE POLÍMEROS

(NC&T) Como resultado de su perseverancia, los investigadores han descubierto una nueva clase de película ultradelgada de polímero, con aplicaciones potenciales que van desde el recubrimiento de diminutos dispositivos microelectrónicos a las células solares plásticas.

La investigación, dirigida por el químico de los polímeros Chris Snively, y Jochen Lauterbach (profesor de ingeniería química), ambos de la Universidad de Delaware, y con la colaboración de Seth Washburn, se centró en los etilenos no polimerizables anteriormente.

La polimerización es una reacción química en la que los monómeros, que son pequeñas moléculas con unidades estructurales repetitivas, se unen para formar una larga molécula en forma de cadena, un polímero. Cada polímero típico consta de mil o más de estos monómeros, que son como los ladrillos del edificio.

Hay muchos polímeros naturales en el mundo, que van desde el ADN de nuestros cuerpos a la goma de mascar. Los plásticos, por supuesto, forman uno de los grupos más comunes de polímeros hechos por el hombre. Estos materiales sintéticos entraron por primera vez en escena a mediados del siglo XIX, y se encuentran hoy en una amplia gama de aplicaciones.

Desde finales de los años noventa, Lauterbach y Snively han estado desarrollando un método para hacer capas sumamente delgadas de polímeros y depositarlas sobre superficies. Estas nanopelículas, por lo menos mil veces más finas que un cabello humano, tienen una importancia creciente como recubrimientos para dispositivos ópticos, células solares, aislantes eléctricos, sensores avanzados y otras muchas aplicaciones.

Antes, para fabricar un kilogramo de polímero, los científicos tomaban un monómero y un disolvente y sometían la mezcla a la acción del calor o de la luz. Hace unos años, Lauterbach y Snively desarrollaron una nueva técnica para la formación de los polímeros que elimina la necesidad de utilizar un disolvente. La clase de materiales a los que los científicos de la Universidad de Delaware la han aplicado ahora, es nueva y única.

Los científicos también quieren averiguar si estos nuevos materiales pueden ser más fuertes, más duros o si poseen propiedades únicas, en comparación con otros polímeros.

LA INTERACCIÓN ENTRE EVOLUCIÓN Y MEDIO AMBIENTE

(NC&T) Claudia Acquisti, una investigadora que hace poco se incorporó al Centro de Genómica Funcional Evolutiva, del Instituto de Biodiseño en la Universidad Estatal de Arizona, está abriendo nuevas perspectivas sobre la disponibilidad de nutrientes en el medio ambiente y la evolución de la VIDA. Ella se unió al grupo de la citada universidad conducido por los profesores Sudhir Kumar y James Elser, quienes están usando métodos para observar en detalle la constelación de proteínas en nuestras células, y medir el balance de elementos como nitrógeno, carbono e hidrógeno, presentes en el esqueleto químico de estos ladrillos de la vida.

La labor más reciente de Acquisti ha sido la comparación a gran escala de especies y vastas épocas en la historia geológica de la Tierra, para encontrar tendencias evolutivas comunes. Sus conclusiones sugieren que los cambios en el oxígeno atmosférico pueden haber tenido un papel significativo en la evolución de las proteínas y de los compartimientos necesarios para la comunicación celular en los organismos superiores.

Acquisti y sus colegas han empleado la correlación entre el contenido de oxígeno de las proteínas, los niveles atmosféricos de oxígeno, y la edad evolutiva de los organismos, para proponer la nueva hipótesis de que las limitaciones en la disponibilidad de oxígeno contribuyeron al ritmo de la evolución de la comunicación celular en las células eucariotas.

Uno de los saltos evolutivos más intrigantes fue el realizado desde las células bacterianas que carecen de núcleo (procariotas) hasta la aparición de células compartimentadas con un núcleo (eucariotas), un salto que ocurrió, según se cree, hace entre 2.100 y 1.800 millones de años.

Una explicación es que el oxígeno atmosférico de la Tierra estuvo muy bajo hasta hace unos 3.000 millones de años. En aquel momento, los niveles de oxígeno comenzaron a aumentar, propiciando la aparición de las células eucariotas. Estos niveles han permanecido entre el 15 y el 25 por ciento desde entonces.

En el estudio, Acquisti calculó el contenido de oxígeno para el juego completo de información de las proteínas, o proteoma, en 19 especies diferentes, una recopilación que representa miles de proteínas. Descubrió que las diferencias en el contenido de oxígeno en cada proteoma iban desde un nivel bajo (bacterias) a uno alto (plantas y animales).

La presión evolutiva también impulsó la comunicación a través de membranas impermeables que actúan como barreras físicas para mantener separados unos de otros los contenidos de los compartimentos llenos de fluidos. Este importante rol de comunicación es ejercido por dos clases de proteínas que actúan como un puente para pasar información a través de las membranas.

Acquisti dividió las proteínas en las dos clases y repitió las mediciones de oxígeno, encontrando resultados significativos. Ella propone que el oxígeno atmosférico limitó la forma y función de estas proteínas "puente".

NUEVOS DESCUBRIMIENTOS SOBRE LA SEDA DE ARAÑA

(NC&T) Los investigadores, dirigidos por Thomas Scheibel, de la Universidad Técnica de Munich, han descubierto que la interacción entre las propiedades hidrofílicas (aceptan al agua) y lipofílicas (aceptan a las grasas) de las proteínas de la seda desempeña un papel importante en el proceso del hilado.

Básicamente, el hilado de la seda de araña representa un cambio de fase de una solución a una hebra sólida; pero se desconocen en gran medida los detalles de este proceso.

La seda empleada por las arañas tejedoras para tejer los radios y circunferencias de sus telarañas, y para huir del peligro descolgándose en rappel mediante un hilo, está hecha de dos proteínas diferentes. Ahora, el equipo de Munich ha empleado con éxito la ingeniería genética para producir una de las proteínas de la seda de la araña de jardín europea (*Araneus diadematus*).

Al purificar a través de diálisis la proteína, los investigadores observaron la separación de dos fases fluidas diferentes.

Después de añadir fosfato de potasio, el líquido pudo ser hilado en hebras. Concluyeron que claramente, no se trata de un cambio estructural en la proteína, sino más bien el grado de polimerización, lo que resulta crucial para la formación de los hilos.

La solución contenida en las glándulas de seda de la araña tiene una concentración proteica muy alta. Esta solución también contiene una alta concentración de cloruro de sodio, que interviene de modo importante en los mecanismos de producción de la telaraña.

Además, el valor del pH desempeña asimismo un papel crucial en la fabricación de la telaraña: dentro de la glándula, el pH es relativamente

alto, pero dentro del conducto de hilado cae a un nivel ligeramente ácido. No se observó separación de fases en la proteína sintética cuando se mantuvo el pH en un nivel alcalino. Con valores de pH altos, los grupos tirosina, normalmente neutros en la proteína, tienen carga negativa. Esta carga debilita la interacción entre las regiones hidrofóbicas o lipofílicas de las proteínas, las cuales son necesarias para que se lleve a cabo una adecuada polimerización.

Estos detalles desvelados por la investigación forman una base para el establecimiento de un proceso efectivo de hilado encaminado a la producción de seda de araña por medio de la ingeniería genética.

USAR ENERGÍA SOLAR PARA CONVERTIR DIÓXIDO DE CARBONO EN COMBUSTIBLE

(NC&T) El trabajo ha sido realizado por Clifford Kubiak y Aaron Sathrum, de la Universidad de California en San Diego.

Como su dispositivo no está optimizado aún, todavía necesitan suministrarle energía adicional para que el proceso funcione. Sin embargo, esperan que sus resultados atraigan la atención sobre el prometedor método.

Al separar el CO₂, se genera CO, un importante producto químico industrial que normalmente se produce a partir del gas natural. De manera que separando el CO₂ se puede, además de ahorrar combustible, producir un producto químico útil y reducir la presencia de un gas con efecto invernadero.

Aunque el monóxido de carbono es venenoso, tiene muchos usos. Se emplean muchísimas toneladas de él cada año para fabricar productos químicos de diverso tipo, incluyendo detergentes y plásticos. También puede convertirse en combustible líquido.

La tecnología de conversión del monóxido de carbono en combustible líquido ha estado disponible desde mucho tiempo atrás. Fue inventada en Alemania en la década de 1920. Los EE.UU. estuvieron muy interesados en esa tecnología durante la crisis energética de los años 70, pero al terminar la crisis se perdió el interés. Ahora se ha cerrado el círculo porque los crecientes precios del petróleo hacen económicamente competitivo convertir el CO en combustible.

El dispositivo, diseñado por Kubiak y Sathrum para dividir el dióxido de carbono, utiliza un semiconductor y dos capas delgadas de catalizadores. Se divide al dióxido de carbono para obtener monóxido de carbono y

oxígeno en un proceso de tres pasos. El primer paso es la captura de fotones de energía solar por el semiconductor. El segundo paso es la conversión de energía luminosa en energía eléctrica por el semiconductor. El tercer paso es la aplicación de la energía eléctrica a los catalizadores. Los catalizadores convierten el dióxido de carbono en monóxido de carbono en un lado del dispositivo y en oxígeno en el otro lado.

¿SON LOS CORALES MÁS COMPLEJOS QUE LOS SERES HUMANOS?

31 de Mayo de 2007.

Los corales están entre los animales más simples de la naturaleza, pero pueden tener tantos o incluso más genes que los humanos. Y, algo sorprendente, aunque el coral está a gran distancia del Hombre hablando en términos evolutivos, en cambio posee muchos de los genes del sistema inmunológico que protegen a la especie humana contra las enfermedades. De hecho, es posible que algunos de estos genes se originasen en los corales.



"Cuatro años atrás, unos investigadores en este tema predijeron que en los corales podrían encontrarse alrededor de 10.000 genes. Basándonos en la tasa de descubrimiento de los genes, estimamos que los corales quizá tengan tantos como 20.000 ó 25.000 genes", explica el profesor David Miller del Centro de Excelencia en Estudios de Arrecifes Coralinos, del Consejo de Investigaciones Australiano.

La razón por la que una criatura simple tiene un repertorio genético tan enorme es un misterio, pero los científicos están entusiasmados con ello, porque los corales están cerca de la raíz del árbol evolutivo de todos los animales vivos, y pueden desvelar nuevos datos sobre el origen de características tan complejas como los sistemas inmunológico y nervioso de los vertebrados.

Alrededor del 10 ó el 12 por ciento de los genes coralinos conocidos son sólo compartidos con los vertebrados; se trata de genes que se han perdido en todos los otros animales hasta ahora estudiados. Entre estos genes, los hay para el desarrollo de nervios, la visión, respuesta al estrés, y genes cruciales del sistema inmunológico.

En realidad tenemos mucho en común con los corales, aunque parezca no ser así. Por ejemplo, muchos de los genes involucrados en la inmunidad humana innata están presentes en ellos.

La relevancia de esto es aún mayor si tenemos en cuenta que los científicos están obteniendo evidencias de que en estos momentos los corales se enfrentan a verdaderas pandemias.

El sistema inmunológico de los corales es en la actualidad una Caja Negra. El cómo los corales lidian con la explosión mundial de las enfermedades que los aquejan, y la extensión en que son afectados por otros factores de estrés provocados por la actividad humana, son importantes interrogantes. La similitud que existe entre el repertorio de genes inmunológicos de los corales y el sistema inmunológico innato de los seres humanos implica que deben funcionar de manera similar. Por eso, los científicos tienen la esperanza de que lo que conocemos acerca de la salud humana se pueda quizá aplicar para comprender mejor las enfermedades de los corales.

Hay también una recompensa directa al proteger a los corales, en el sentido de que, explorando su repertorio inmunológico genético ancestral y cómo funciona en un animal simple, ganaremos una nueva perspectiva que nos ayudará en la batalla contra las enfermedades humanas.

La riqueza del genoma coralino, inesperadamente rebosante de genes, bastantes de los cuales se creía que habían evolucionado mucho después, está impartiendo también nuevas enseñanzas sobre la evolución.

DESVELADA UNA SELVA DEL CARBONÍFERO

31 de Mayo de 2007.

Un espectacular bosque fosilizado ha transformado el conocimiento que hasta ahora se tenía de la ecología de las primeras selvas de la Tierra. El bosque, de 300 millones de años de antigüedad, está compuesto de una exótica mezcla de vegetales extintos: abundante hierba de más de 40 metros de altura, elevándose por encima de una subcubierta de helechos, entremezclados con arbustos y con plantas del tamaño de árboles. En ningún otro lugar del planeta es posible caminar, literalmente, a través de tan extensa selva carbonífera.

Ésta fue descubierta por Howard Falcon-Lang, de la Universidad de Bristol, en el Reino Unido, y por colegas estadounidenses,



en

265

una mina de carbón de Illinois, Estados Unidos.

El bosque fosilizado fue preservado después de un gran terremoto hace 300 millones de años. El sismo provocó que toda la región se hundiera por debajo del nivel del mar, quedando el bosque enterrado en el cieno, que lo preservó para la posteridad.

"Fue una experiencia increíble", explica Falcon-Lang. "Descendimos por la mina en un vehículo protegido, hasta que estuvimos a un centenar de metros bajo la superficie. El bosque fósil estaba enraizado en la cima de la veta de carbón, así que desde las áreas en las cuales el carbón había sido extraído, el bosque fosilizado resultaba visible en el techo de la mina. Caminamos millas y millas a través de galerías ennegrecidas con el bosque fósil sobre nuestras cabezas. Pudimos dibujar un mapa del bosque a la luz de nuestras lámparas de minero",

Este bosque fósil es el más grande encontrado, con una extensión conocida de diez mil hectáreas, o sea, un área de 10 kilómetros por 10 kilómetros, una superficie que cubriría la ciudad de Bristol. Los fósiles componen una especie de fotografía de cómo eran las selvas tropicales de hace 300 millones de años.

Como en la actualidad no existe nada parecido a esto, antes del descubrimiento los científicos sabían muy poco acerca de las preferencias ecológicas y de la estructura de las comunidades de estos vegetales antiguos. Este espectacular descubrimiento permitirá estudiar cómo la distribución de las especies que conformaban el bosque cambiaba a través del mismo, y cómo esta distribución era propiciada por diferencias sutiles en el ambiente local. En definitiva, el estudio reconstruye una selva tropical del Carbonífero a una escala espacial nunca antes intentada.

Los fósiles del bosque muestran que las primeras selvas de la Tierra estaban muy diversificadas, y que el tipo de especies de árboles cambiaba a través de ese antiguo paisaje, en una manera similar a como ocurre con las selvas hoy.

El bosque data del período Carbonífero, hace 300 millones de años, cuando se formaron la mayoría de los yacimientos de carbón del mundo.

COMPROBADO QUE UN MISTERIOSO ORGANISMO PREHISTÓRICO ERA UN HONGO GIGANTE

29 de Mayo de 2007.

Un grupo de científicos ha obtenido nuevas evidencias para aclarar finalmente la misteriosa identidad de lo que ellos consideran uno de los organismos más extraños que hayan vivido en nuestro planeta.



El análisis químico realizado por investigadores de la Universidad de Chicago y del Museo Nacional de Historia Natural en Washington D.C., indica que el organismo era un hongo. El organismo, denominado Prototaxites, se extinguió hace aproximadamente 350 millones de años.

El prototaxites ha generado arduas controversias a lo largo de más de un siglo. Originalmente clasificado como una conífera, después se argumentó a través de sucesivas teorías que podía tratarse de un líquen, alguno de varios tipos de algas o un hongo. En cualquier caso, las características de esta forma de vida sorprendieron a muchos de quienes la investigaron. El organismo crecía adoptando una forma parecida a la de un tronco de árbol. Esos "troncos" superaban los 6 metros de altura. El organismo llegó a ser el más grande en tierra durante una época.

El nuevo estudio ha permitido obtener nuevas evidencias, que indican que el enigmático ser fue un hongo. La clasificación como hongo surgió por primera vez en 1919, y Francis Hueber (del Museo Nacional de Historia Natural en Washington, D.C.) revivió la idea en el 2001. Su detallado estudio de la estructura interna ha proporcionado la más fuerte evidencia anatómica de que el prototaxites no fue una planta, sino un hongo.

Hueber hizo una gran contribución en años pasados. Aportó argumentos convincentes de que la estructura interna de este organismo apuntaba a que era un hongo. El gran problema es que nunca pudo encontrar la evidencia definitiva en forma de estructuras reproductivas que pudieran convencer al mundo de que, sin lugar a dudas, se trataba de un hongo.

Como coautores del estudio junto con el propio Hueber y C. Kevin Boyce (Universidad de Chicago), figuran Carol Hotton (Museo Nacional de Historia Natural en Washington, D.C.); Marilyn Fogel, George Cody y Robert Hazen (Instituto Carnegie de Washington) y Andrew Knoll (Universidad Harvard).

El prototaxites vivió por muchas partes del planeta en el período comprendido entre hace unos 420 millones de años y hace unos 350 millones. Durante esta época, que abarcó parte de los períodos Silúrico y Devónico, el paisaje natural de la Tierra era bastante extraño en comparación con el actual.

Al respecto de por qué estos organismos alcanzaron un tamaño tan grande, los investigadores tienen algunas ideas. Básicamente, creen que eso capacitaba al prototaxites para distribuir sus esporas a mayor distancia, permitiéndole ocupar hábitats pantanosos adecuados, que pudieron estar distribuidos formando parcelas en el terreno.

Los ecosistemas devónicos, bastante sencillos, ciertamente no parecían contener nada que impidiera a estos hongos crecer poco a poco durante un largo período de tiempo. Los animales terrestres herbívoros aún no habían evolucionado. Pero, incluso librándose de ser comido por los dinosaurios y los elefantes que aparecieron mucho después, el prototaxites crecía demasiado despacio como para recuperarse de alteraciones de cualquier índole, que en todo ecosistema se acaban presentando.

Es difícil imaginarse a estas cosas sobreviviendo en el mundo moderno.

ANTEPROYECTO DE INVESTIGACION

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

“LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE ANTEPROYECTOS DE INVESTIGACIÓN” (una sugerencia para que los alumnos se apoyen en el)

Elvira Maycotte Pansza

Fernando Lozada Islas

Coordinadores

Javier Chávez

Miguel Ángel Argomedo Casas

Colaboradores

Ciudad Juárez, Chih., a 1 de agosto de 2005

PRESENTACIÓN

- ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN
- TÍTULO
- INTRODUCCIÓN
- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- JUSTIFICACIÓN
- OBJETIVO
- ANTECEDENTES
- PREGUNTA(S) DE INVESTIGACIÓN
- HIPÓTESIS
- METODOLOGÍA
- CRONOGRAMA
- RECURSOS
- DEFINICIONES BASICAS Y GLOSARIO DE TÉRMINOS
- CITAS Y BIBLIOGRAFÍA

PRESENTACIÓN.

El documento que a continuación se desarrolla pretende ser una guía para los alumnos En el proceso de elaboración del anteproyecto de investigación, también llamado protocolo de tesis o protocolo de investigación.

ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El anteproyecto o protocolo de investigación, es un compromiso escrito mediante el cual el investigador presenta de manera sucinta o breve, clara y estructurada, los diferentes elementos del tema y del plan de investigación que se propone emprender.

El investigador, a través del anteproyecto de investigación pretende demostrar la importancia de la investigación que propone, así como su

aptitud para llevarla a cabo. Este documento debe, por lo tanto, convencer o persuadir al lector de la importancia del tema de investigación, en razón de su objeto de estudio, su metodología, sus alcances, su marco teórico y sus hipótesis. Debe además evidenciar que la investigación es sustentable –de valor tal que intrínsecamente se fundamenta- y es susceptible de alcanzar resultados originales, todo lo cual justifica invertir el tiempo y los recursos necesarios para su realización.

De esta forma, un anteproyecto de investigación debe invariablemente cumplir con los siguientes requisitos:

- Definir un título precisando el tema, campo y objeto de estudio;
- Definir los alcances de la investigación en sus marcos temporales, geográficos, físicos, etc.;
- Indicar las motivaciones profesionales para desarrollar el tema;
- Indicar los objetivos que se espera alcanzar, proporcionando un adelanto de lo que se podría obtener y de su importancia;
- Dar una panorámica de lo que será la investigación y punto de vista desde el cual se abordará;
- Esbozar los antecedentes o marco teórico que respaldan la investigación;
- Indicar las fuentes de información a las que se piensa recurrir – bibliográfica y de campo- evaluando la viabilidad de acceso a ellas;
- Describir la metodología a utilizar;
- Determinar el tiempo requerido para el completo desarrollo de la investigación, hasta la presentación del reporte final, considerando cada una de sus etapas;
- Indicar los recursos económicos, humanos y materiales necesarios para el conjunto de la investigación;
- Despertar la curiosidad y el interés sobre la investigación propuesta, de manera que induzcan a su aprobación.

El protocolo de investigación también es un instrumento que guía el proceso, al cual debemos regresar continuamente para verificar el avance correcto y de importancia tal, que su elaboración reflexiva redundará proporcionalmente en beneficio del propio producto.

No es suficiente tener una buena idea sobre la realización de una investigación: el anteproyecto o protocolo debe valorizarla fielmente so pena de verse frustrada desde su inicio.

TÍTULO

El título es frecuentemente el primer contacto que el lector tendrá con el anteproyecto y por ello será su primera impresión. Por lo tanto, el título puede hacer que el lector lea o no el documento y con que ánimo e interés lo aborde. Así, lo más recomendable es reflexionar detenidamente a fin de

encontrar un título sugestivo, atractivo, que despierte el interés del lector y que lo invite a adentrarse en la lectura del documento.

Para ello, es indispensable analizar cada una de las palabras y sustantivos que conformarán el título, principalmente el primero, pues éste será el que guíe centralmente hacia el problema de investigación y su resolución, por lo que es recomendable se encuentre significativamente ligado a la integralidad del trabajo.

En la fase de anteproyecto de investigación, el título es generalmente tentativo, ya que el definitivo se decide realmente hasta el momento de terminar la investigación. Esto no obsta para que se diseñe el mejor título posible para el protocolo de investigación y que éste cumpla el cometido de atraer, interesar e informar al lector.

El título debe caracterizarse, principalmente, por ser corto y claro. Asimismo, debe expresar inequívocamente y de manera interesante aquello de lo que va a tratar la investigación. En la medida de lo posible debe contener palabras o conceptos clave así como la precisión del marco espacio-temporal que comprende.

El título puede contener un subtítulo, siempre y cuando este último contribuya a lograr los objetivos antes mencionados y no distraiga la atención o haga difuso el título o el objeto de la investigación.

Se debe poner particular cuidado en que las expectativas que genere el título correspondan al contenido u objetivos de la investigación propuesta: no debe generar falsas expectativas que sólo resultarían contraproducentes.

Es recomendable escribir varios títulos y jugar con las palabras, conceptos e ideas, hasta que se encuentre el que mejor exprese lo que pretende el trabajo de investigación que se está proponiendo.

INTRODUCCIÓN

Algunos autores denominan la Introducción como “Antecedentes” (no confundir con el marco teórico) o como “Resumen”.

La introducción es un elemento muy importante del protocolo o anteproyecto de investigación ya que éste será circulado entre el cuerpo académico responsable de su aprobación y/o entre las áreas de financiamiento. Estas instancias evaluarán la conveniencia de la investigación propuesta, en buena medida, a partir de la introducción. Por lo tanto, la introducción debe concentrar, con fluidez y precisión, de manera discursiva, los principales elementos del problema y de la investigación, permitiendo al lector familiarizarse con ellos.

Los elementos a considerar son:

El tema de investigación;

El objeto de estudio;

Las motivaciones de la investigación;

- La relevancia del tema;
- El listado de los datos que serán recolectados y/o analizados;
- La mención del o los métodos de análisis;
- Panorámica general del problema que motiva la investigación;
- Los resultados genéricos que se espera obtener;
- Los alcances espacio – temporales de la investigación.

La redacción de la introducción debe ser ligera y amena, una especie de diálogo que debe motivar al lector a continuar leyendo el anteproyecto. Los elementos antes listados deben, por lo tanto, ser solamente enunciados, sin abordarlos exhaustivamente. Al terminar de leer la introducción, el lector:

- Entenderá el proceso de motivación y decisión de llevar a cabo la investigación propuesta;
- Se ubicará en el contexto y el enfoque desde el cual el investigador abordará el tema;
- Contará con información preliminar para comprender y evaluar el anteproyecto de investigación, sin tener que consultar otros documentos para clarificarlo.

Deberá estar interesado en continuar leyendo el resto del documento;

Todos los puntos que se aborden en la introducción deben desembocar en la definición de la problemática de investigación. Para ello, la redacción de la introducción debe canalizar al lector, sin ruptura y como una transición natural, hacia el Planteamiento del Problema.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

También llamado “Problemática” o “Definición del Problema”.

El planteamiento o definición correcta del problema es lo primero que se debe de lograr para no desviar el objetivo de la investigación ni generar cuestionamientos irrelevantes. El investigador debe ser capaz no sólo de conceptuar el problema sino también de verbalizarlo en forma clara, precisa y accesible, de manera tal que el lector lo comprenda por el documento mismo.

En esta parte se trata de brindar una descripción concreta del problema de estudio, dando una versión de los hechos y fenómenos cuya explicación debe ser interesante y útil, tanto para el investigador y el lector como para el medio académico y la sociedad. Con tal fin, partiendo de lo particular y hasta lo general, se explicará el cuestionamiento y la problemática que dirigirá la investigación así como las dificultades y dudas que se pretenden estudiar.

Para tal efecto, el planteamiento del problema se puede hacer a partir de una aseveración, de la cual posteriormente se derivarán una serie de preguntas centrales, que dan origen a la investigación y que, definidas con

claridad y sin ambigüedades, serán de utilidad para dirigir el trabajo de investigación. Al estructurar la aseveración y derivar las preguntas es necesario tener presente que “puede haber malas respuestas para buenas preguntas, pero nunca podrá haber buenas respuestas para malas preguntas”.

En la medida en que la identificación y el planteamiento del problema se hagan correctamente, el proceso de solución habrá avanzado

sustancialmente (“Un problema correctamente planteado está parcialmente resuelto”). Para ello, se incluirán los hechos, relaciones y explicaciones que fundamenten la problemática, mencionando aquellos datos que la puedan soportar, ya sea que se encuentren en otras investigaciones o en teorías ya establecidas, por ejemplo.

Si no se ha hecho ya, en esta parte se debe incluir la definición de los conceptos eje y remitir el resto al glosario de términos y conceptos cuando corresponda. El planteamiento de la problemática debe dimensionar el problema apoyándose en cuadros de estadísticas, figuras, diagramas, etc. Al término de este apartado, el lector deberá estar plenamente convencido de que por su magnitud, el problema realmente requiere de un estudio que le aporte soluciones.

JUSTIFICACIÓN

En esta parte se trata de describir brevemente aquellos aspectos del contexto y del debate teórico en que se ubica la investigación y que definen su relevancia y su pertinencia. La justificación constituye la parte “marketing” del anteproyecto: en este capítulo se hará el esfuerzo mayor para “vender” la propuesta, para convencer al lector no sólo de seguir adelante con la lectura del documento, sino de autorizar y/o financiar el proyecto.

Probablemente más que en otros capítulos, al redactar la justificación se debe poner especial esmero:

- En presentar los puntos de vista en forma lógica;

- En documentar ideas, datos o inquietudes que hayan surgido recientemente y que se relacionen con la problemática a investigar;

- En mostrar la relación entre las experiencias cotidianas y el planteamiento del problema.

La justificación debe convencer al lector principalmente de tres cuestiones: que se abordará una investigación significativa; la importancia y pertinencia del tema y objeto de estudio y la utilidad de los resultados esperados, todo ello en función de su contribución a la estructura del conocimiento existente y/o de su aplicación práctica y concreta.

La justificación puede redactarse alrededor de las respuestas a los cuestionamientos siguientes:

- ¿Por qué y qué tanto es conveniente llevar a cabo esta investigación? O bien ¿Para qué servirá esta investigación?
- ¿Qué aporta de nuevo esta investigación?
- ¿Cuáles son los beneficios que este trabajo proporcionará?
- ¿Quiénes serán los beneficiarios y de que modo?
- ¿Qué es lo que se prevé cambiar con la investigación?
- ¿Cuál es su utilidad?
- ¿Ayudará a resolver algún problema o gama de problemas prácticos?
- ¿Porque es significativo este problema de investigación?
- ¿Permitirá llenar algún hueco de conocimiento?
- ¿Se podrán generalizar los resultados a principios más amplios?
- ¿Puede servir para comentar, desarrollar o apoyar una teoría?
- ¿Sugiere como estudiar más adecuadamente una población o fenómeno?
- ¿Ayuda a la definición de un concepto, variable o relación entre variables?

Cuando se trata de temas ya abordados con anterioridad, la justificación de la investigación a realizar cobra vital importancia; en ella se establecerá la relevancia del nuevo enfoque -producto de la creatividad para formular nuevas preguntas de temas ya estudiados- y su aportación al avance de la ciencia. Lo fundamental es que aquí se evidencie la relevancia del tema a investigar, sus implicaciones en el ámbito de estudio, etc. Por ello, la justificación claramente formulada, debe sustentar que el problema es significativo, pertinente, factible y viable.

OBJETIVO

El objetivo general surge directamente del problema a estudiar. Es precisamente el “qué” se va a ofrecer al término del estudio, de aquí que define también sus alcances. En el proceso de investigación, es tan importante la función del objetivo, que si se carece de él o su redacción no es clara, no existirá una referencia que indique al investigador si logró lo deseado.

En general, los objetivos al estudiar un problema pueden ser: el resolver una cuestión práctica, el intentar ampliar explicaciones teóricas y el validar hallazgos empíricos.

El objetivo general y la pregunta de investigación, que da lugar a la hipótesis, están íntimamente relacionados, por lo tanto deben ser coherentes entre sí. A lo largo del proceso, continuamente se debe revisar la hipótesis y el objetivo general, pues ello ayudará a no perder el rumbo.

Hay diferentes tipos de objetivos de acuerdo al tipo de investigaciones: los hay para investigaciones de diseño, descriptivas, experimentales, investigación-acción, exploratorias, participativas y teóricas, (Schmelkes, 2002:33).

Los objetivos generalmente se redactan como proposición gramatical que contiene:

- El sujeto, en este caso es el investigador y puede quedar implícito.
- El verbo, que deberá describir en formas precisa una acción y que comúnmente se formula en modo infinitivo.
- El complemento que indica el contexto en que se va a ejecutar la acción.

Para plantearlo, ayudaría responder reflexivamente a la pregunta: ¿cuál es la finalidad del estudio? La respuesta se redactará siempre en infinitivo: definir, evaluar, valorar, etc., De acuerdo al verbo que se utilice se compromete el tipo de estudio que se hará, ya sea cualitativo o cuantitativo. El enunciado debe ser claro y preciso; será mejor en cuanto excluya el mayor número de interpretaciones posibles. Debe evitarse englobar todos los objetivos de la investigación en un solo enunciado.

Los objetivos de una investigación deben expresar tanto los propósitos de orden muy amplio, como los objetivos más limitados a que aspira el estudio. El objetivo general siempre deriva en acciones teóricas y prácticas. Da lugar a varios objetivos particulares y cada objetivo particular a su vez deriva en uno o varios objetivos específicos. Cada uno de éstos tiene una manera de realizarse a través de una técnica, que viene a ser el objetivo metodológico.

En resumen, en cuanto a tipo de objetivos podemos señalar lo siguiente: el objetivo general es la meta que se pretende alcanzar. Define los alcances del estudio.

ANTECEDENTES

Algunos autores lo llaman también marco teórico, marco de referencia o estado del arte, Schmelkes (2002) lo llama bosquejo de fundamentos. En este apartado se deberá analizar todo aquello que se ha escrito acerca del objeto de estudio: ¿qué se sabe del tema? ¿Qué estudios se han hecho en relación a él? ¿Desde qué perspectivas se ha abordado? Los antecedentes son la sustentación teórica del problema de investigación u objeto de estudio, sin embargo, se debe ir más allá de la mera descripción y dado que generalmente las teorías representan una escuela, un grupo o un autor, se debe evitar abundar en teorías que sólo planteen un solo aspecto del fenómeno.

Las teorías deben esclarecer el objeto de estudio, es decir, el qué se va a estudiar; explicar cómo está constituido y cómo y cuando ocurre; explicar los factores o variables que intervienen en él; ampliar sobre las relaciones internas y externas del fenómeno y por último, definir claramente el enfoque para estudiarlo. Deben tener una aplicación general y obviamente, no presentar contradicciones ni ambigüedades en sí mismas.

La función de los antecedentes (Salazar, 2002) es:

- Delimitar el área de investigación;

- Sugerir guías, áreas, nichos o líneas de investigación;
- Hacer un compendio de conocimientos existentes en el área que se va a investigar;
- Expresar proposiciones teóricas generales, postulados, marcos de referencia;
- Ayuda a prevenir errores que se han cometido en otros estudios;
- Orienta sobre cómo habrá de llevarse a cabo el estudio;
- Amplía el horizonte del estudio y guía al investigador para que este se centre en su problema evitando así posibles desviaciones del planteamiento original;
- Provee un marco de referencia para interpretar los resultados del estudio.

Las etapas a realizar para la elaboración del marco teórico son, primero, la revisión crítica de la literatura correspondiente, pertinente y actualizada, y posteriormente, la adopción de una teoría o desarrollo de una perspectiva teórica.

Se puede considerar que se sigue o se adopta una teoría cuando, después de revisar la literatura, se encuentra que existe una teoría completamente desarrollada con abundantes datos de la realidad que se aplican a nuestro problema de investigación, o bien, que hay varias teorías que le competen y de las que se puede hacer una síntesis que las complementa. Es importante evitar usar una teoría y que las variables a trabajar correspondan a otra.

A lo largo de la construcción de los antecedentes, podemos decir que, virtualmente, se pone a dialogar a los autores entre sí; esta yuxtaposición de las diversas posturas debe derivar en la expresión por parte del investigador de la suya propia. Al final, es importante que el investigador fije, bajo estricta sustentación, una determinada postura ante el fenómeno en cuestión.

PREGUNTA(S) DE INVESTIGACIÓN.

Después de definir los objetivos concretos de la investigación y de plantear el problema, es conveniente formular una o varias preguntas al respecto. Estas preguntas de investigación resumirán lo que habrá de ser la investigación (Hernández Sampieri, 1999:11) y, bien formuladas, contribuirán a encuadrar y clarificar el planteamiento del problema al que ésta se va a avocar. Así, plantear diversas preguntas sobre el problema permitirá presentar éste de manera directa, minimizando las distorsiones (Christensen, 1980, en Hernández Sampieri, 1999:12)

Hay que evitar el hacer preguntas demasiado generales que no conducen a una investigación concreta. Las preguntas generales deben aclararse y delimitarse para esbozar el área-problema y sugerir actividades pertinentes para la investigación (Ferman y Levin, 1979 en Hernández Sampieri, 1999:12). Por lo tanto, las preguntas de investigación no deben contener

términos ambiguos o abstractos que dejen lugar a dudas sobre lo que se pretende hacer. Las preguntas generales le sirven al investigador como ideas iniciales que necesita ir refinando y precisando de forma que guíen el inicio del trabajo. Sin embargo, para los efectos del protocolo de investigación, se recomienda que las preguntas que se planteen sean tan específicas y precisas como sea posible. Así, a través de una o varias preguntas, acompañadas de una breve explicación, se pueden establecer los límites temporales (tiempo) y espaciales (lugar) del estudio y esbozar un perfil tentativo de las unidades de observación (personas, viviendas, periódicos, escuelas, barrios, fenómenos, eventos).

Naturalmente, durante el desarrollo de la investigación las preguntas originales pueden modificarse e incluso agregársele otras, ya que en ésta medida el estudio puede cubrir diversos aspectos del problema a abordar.

HIPÓTESIS

Los supuestos o conjeturas son las respuestas provisionales que se dan a la, o las, preguntas de investigación y pueden constituirse, según el positivismo, en hipótesis dentro del método científico. Se trata por lo tanto de enunciados claros y precisos que guiarán la investigación y que, si son hipótesis, serán puestos a prueba. En este sentido, la hipótesis será un enunciado o proposición que tendrá que ser llevada al campo de los hechos para contrastarla con la realidad y demostrar la relación que existe entre el supuesto que se plantea y los sucesos que tiene lugar en el entorno específico para el que fue construida (Arcudia, 2002).

Dado que en principio se plantean diversas preguntas, habrá diversas respuestas, que deberán ser analizadas con respecto al objetivo. Una de ellas puede ser seleccionada para dar salida al problema, con la cual se construirá la hipótesis para la prueba, que se denominará hipótesis de trabajo, principal o central. Esta hipótesis será la que conducirá a las conclusiones de si resultó confirmada o infirmada (Arcudia, 2002).

La hipótesis puede definirse como una explicación anticipada, o una respuesta tentativa que se formula el investigador con respecto al problema que pretende investigar. Una hipótesis puede ser, por lo tanto, una suposición fundamentada en la observación del fenómeno objeto de la investigación y debe conducir racionalmente a la predicción teórica de algunos hechos reales que, posteriormente, deban ser sometidos a prueba. Si la hipótesis está planteada correctamente sus predicciones podrán ser verificables y se podrán establecer conclusiones (Maya, 2002).

En línea con el párrafo anterior, para que una hipótesis sea buena, ésta debe ser conceptualmente clara, con referentes empíricos, operacionalizable, susceptible de ponerse a prueba, capaz de establecer relación entre las variables que la conforman y, sobre todo, debe de ser congruente con la(s) pregunta(s) de investigación. Para ello, debe de

responder a ella tomando en cuenta las teorías que la sustentan, las variables escogidas y las evidencias que se observan en la realidad (Arcudia, 2002).

Una hipótesis puede quedar confirmada por completo, quedar infirmada o refutada por completo o quedar parcialmente confirmada. En las dos últimas posibilidades, en función de los resultados y de la metodología y proceso de investigación, se decidirá si se revisan los resultados y el proceso, o se modifica la hipótesis. La frecuencia de estas tres posibilidades varía según los autores (Maya, 2002).

La tipología de las hipótesis depende mucho de cada autor y del criterio de clasificación. Sin embargo, parece haber un consenso sobre los elementos que las componen, a saber: la unidad de análisis y las variables. La primera se refiere al objeto sobre el que se quiere tener una respuesta (sujeto de la investigación), tal como grupos de personas, sistemas de comunicación, etc. Las segundas son los atributos que pueden estar presentes o no en nuestro objeto de estudio y presentarse con modalidades diferentes y en distintos grados y medidas.

En función de lo anterior, una hipótesis debe contar, por lo menos, con una variable dependiente y otra independiente (Maya, 2002). La independiente es el elemento, fenómeno o situación que explica, condiciona o determina la presencia de otro, en tanto que la dependiente es el fenómeno o situación explicada que está en función de otro. La(s) variable(s) independiente(s) a su vez que es considerada como la causa posible del fenómeno que se estudia, que origina diversos efectos (variables dependientes) relacionados entre sí y que pueden repercutir bajo ciertas Circunstancias en las causas (Rojas Soriano en Maya, 2002).

Una variable es una propiedad o atributo cuya variación es susceptible de medirse y adquiere valor para la investigación científica en la medida en que pueden ser relacionadas con otras al formar parte de una hipótesis o de una teoría (Hernández Sampieri, 1998) .

Las hipótesis que se formulan al momento de elaborar un protocolo son susceptibles de ser modificadas durante el proceso de investigación, en la medida en que se va profundizando en el conocimiento y aprehensión del tema (Maya, 2002).

METODOLOGÍA

Para la elaboración de una tesis o algún otro documento similar, la sección dedicada a la metodología aclara –en forma muy detallada los pasos y procedimientos utilizados para llevar a cabo la investigación. Así mismo, debe incluir paso a paso la explicación de todos los aspectos necesarios para reproducir o repetir la investigación. En esta sección del documento –

dedicada a la metodología debe quedar muy claro el ‘como’ de la investigación.

Sin embargo, la forma en que debe trabajarse la metodología varía sustancialmente dependiendo del tipo de documento que se está elaborando. Al desarrollar el protocolo –o la propuesta para la investigación, la metodología se constituye en el diseño de la investigación. En esta sección debe explicarse claramente la forma en que se desarrollará la investigación. Por lo tanto, en el protocolo, la metodología se escribe en futuro, como una ‘promesa’ o propuesta de lo que se va a hacer y –sobre todo– como se va a hacer. Por otra parte, al escribir la tesis o al publicar los resultados de la investigación, la sección de la metodología debe escribirse en pasado, explicando como se llevó a cabo la investigación.

En resumen, la metodología debe explicar todos los pasos a seguir para desarrollar la investigación. Se escribe en futuro al desarrollar el protocolo y su escritura cambia al pasado cuando se escribe la tesis o el reporte final de la investigación.

En términos muy sencillos, elaborar un protocolo –también identificado como propuesta o proyecto de investigación requiere de una estructura para organizar cada sección del mismo. En esta estructura, la sección conocida como metodología cumple varias funciones. Como aspecto primordial, la metodología debe explicar el diseño de la investigación. Primero debe esbozar la forma en que se desarrollará todo el proceso, con el mayor número de detalles posible. Sin embargo, como todo en la planificación, esto no está escrito en piedra; sino que se puede modificar en algunos aspectos durante la investigación. Si esto sucede, la persona que desarrolla la investigación debe explicar claramente cuáles fueron las modificaciones y las razones de peso que se tomaron en cuenta para variar la metodología.

Como ya se aclaró líneas arriba, todo en el protocolo son promesas planteadas por la persona que presenta la propuesta y compromisos adquiridos. Estos compromisos se adquieren ante un cuerpo colegiado, comité de tesis, comisión revisora, cuerpo directivo, árbitros, grupo de sinodales o alguna otra entidad involucrada.

Como parte de la metodología, a partir del objetivo general de la investigación definido de acuerdo a los lineamientos citados en el apartado correspondiente, se sugiere hacer un ejercicio de reflexión para establecer los objetivos particulares, los específicos y los metodológicos, de acuerdo a lo siguiente:

Objetivos particulares: Los pasos estratégicos a seguir. Nos dicen el orden se van a resolver las incógnitas.

Objetivos específicos: Pasos tácticos a seguir. Señalan las actividades que se deben cumplir para avanzar en la investigación y lo que se pretende lograr en cada una de las etapas de ella, por ende, la suma de los resultados

de cada uno de los objetivos específicos integran el resultado de la investigación.
 Objetivos metodológicos: Apunta las herramientas técnicas o recursos prácticos que nos han de llevar a la consecución de los objetivos específicos.

Es conveniente elaborar un esquema similar al siguiente, con el objeto de obtener una panorámica general de las actividades que se deben realizar a lo largo del proceso de investigación:

NOMBRE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS PARTICULARES	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS METODOLÓGICOS
Enunciado que manifiesta el objetivo general, es decir, la meta y los alcances de la investigación	1. Primera incógnita a resolver que llevará a lograr el objetivo general; ej., ubicar el área de estudio. 2. Segunda incógnita a resolver; ej., delimitar el estudio en términos del tiempo. 3. Tercera incógnita a resolver; ej., conocer los usos del suelo del territorio en cuestión, en un determinado periodo. 4. Cuarta incógnita a resolver; ej., acopio de datos estadísticos. 5. y así sucesivamente	1.a. Visitar predio 1.b. Recabar cartografía existente. 2.a. 2.b. 3.a. Recabar información en dependencias oficiales 4.a.	1.a.1..... 2.a.1. 3.a.1. Elaborar un fichero para registrar la información obtenida 4.a.1. 4.a.2.

La definición de estos tres tipos de objetivos y la elaboración de un cuadro similar al anterior es de mucha utilidad para elaborar el cronograma, pues habiendo determinado para cada uno de ellos las actividades a realizar y metas a lograr, es factible ubicarlas en el tiempo con una mayor precisión y con ello, sensibilizarse en cuanto a la viabilidad de la realización de la investigación en el tiempo previsto.

CRONOGRAMA.

Siempre que se prepara un protocolo, una propuesta o un proyecto de investigación, resulta muy importante agregar un cronograma y un diagrama para conocer los periodos de desarrollo para la investigación explicando detalladamente las etapas del proyecto. En este desarrollo, deben presentarse, agrupadas en bloques, las actividades que el investigador y su grupo de trabajo desarrollarán. Este cronograma debe acompañarse por una sección breve a manera de introducción y explicando su contenido o bien, hacer referencia al cuadro mostrado en la sección de metodología. Lo más conveniente es presentar los grupos de actividades por periodos utilizando unidades de tiempo similares como las semanas o los meses. Así, los lectores pueden entender rápidamente el tiempo total que abarcará la investigación y cuanto tiempo se llevará cada etapa de la misma.

RECURSOS

Recursos, la descripción incluye un listado de las actividades del proyecto que requerirán apoyos como material, equipo, salarios, etc., Se encuentra en relación directa con el presupuesto.

DEFINICIONES BÁSICAS Y GLOSARIO DE TÉRMINOS

Glosario de términos. En orden alfabético, a manera de un diccionario, el glosario define el significado de términos técnicos o especializados, pertenecientes a una jerga determinada que el investigador supone no son familiares para el lector. Para advertir que una palabra que aparece en el texto de la obra puede ser consultada en el glosario, debe subrayarse en el original con el fin de que, ya publicado, aparezca en un tipo de letra diferente.

CITAS Y BIBLIOGRAFÍA

A continuación se definirá el estilo para citar y bibliografía. Al elaborar todo escrito o documento académico, deben agregarse referencias, en el texto, para indicarle al lector en que autores o trabajos similares apoyamos el nuestro. Siempre es necesario, sobre todo en la revisión de la literatura o en el marco teórico, referir nuestro trabajo a otras investigaciones desarrolladas por autoridades en la materia, especialistas o autores con experiencia en el tema. A esto se le denomina citar. Específicamente, al hecho de informar en el texto, sobre otros autores o publicaciones relacionadas con el tema, se le llama 'citar en el texto'. Por ejemplo, para

desarrollar estas notas me refiero al trabajo desarrollado por autores como Raúl Rojas Soriano (2002); anotando su primer apellido, una coma y el año en que se publicó su trabajo (Rojas, 2002).

Aunque existen muchas formas y estilos para lo que conocemos como citas y referencias bibliográficas, los investigadores y académicos en cada disciplina o especialidad acostumbran utilizar una específica. Esta forma o estilo se define, principalmente, por los lineamientos editoriales de las revistas especializadas o consejos editoriales de los órganos que publican los trabajos. En particular, explicaremos en este documento el estilo que se utilizará para todos los trabajos –sobre todo el de tesis– a desarrollar en la Maestría en Planificación y Desarrollo Urbano.

Este estilo para citar e indicar las referencias bibliográficas se basa en el sistema Harvard. Se prefiere este estilo por ser uno de los sistemas más fáciles y prácticos; además de ser uno de los más utilizados.

El sistema Harvard se basa en dos componentes:

Citas: cuyo objetivo es proporcionar en el cuerpo del texto breves datos acerca del autor y de la fecha de publicación del trabajo al cual se alude.

Referencias bibliográficas: Es la lista, al final del documento, de todas las referencias utilizadas, con datos adicionales proporcionados a fin de ayudar a identificar cada fuente documental.

Para el formato general:

Apellidos del autor, nombres. Título del libro o artículo. País donde se publica: Nombre de la editorial, año de la publicación. Páginas cuando se trate de artículo en revista.

Cuando se trata de un libro completo:

Apellidos y nombre del autor o autores, (año de la publicación), “Título del libro”, edición, Nombre de la editorial, lugar de publicación.

López M., Raúl, (1984), Los edificios y la arquitectura, Siglo XXI, México.

Cuando se trata de un capítulo de libro. Al reportar un documento publicado como capítulo de un libro:

Apellidos y nombre del autor o autores, (año de la publicación), “Título del capítulo”, En: apellidos y nombre del autor –o autores- del libro (ed o eds), “Título del Libro”, edición, Nombre de la editorial, lugar de publicación.

Ejemplo:

Blaxter, P. (1976), Social health and class inequalities, En: Carter, C. & Peel, J. (eds) Equalities and Inequalities in Health, 2nd ed, Academic Press, London.

Artículo en publicación periódica –revista arbitrada o “journal”–. Al reportar un artículo publicado en una revista periódica:

Apellidos y nombre del autor o autores. “Título del artículo”. En: Nombre de la revista, número, volumen, fecha. Número de páginas.

Se agrega la palabra “En:” antes del nombre de la publicación o revista.

Comte, Arnold G. “Regla de cálculo, uso en arquitectura”. En: “Nóesis”, núm. 78, vol. 19, julio-diciembre del 2002. Pp. 39-54.

Artículo publicado en un diario o periódico:

Apellidos y nombre del autor o autores, (Año de publicación), “Título del artículo”, Nombre del periódico, volumen, número, día y mes de publicación, pp. Número de páginas en que aparece el artículo.

Ejemplo:

Withrow, R. & Roberts, L.(1987), "The videodisc: Putting education on a silver platter", Electronic Learning, vol. 1, no. 5, 22/Jun, pp.43-44

Cuando en la lista de referencias se incluyen dos o más trabajos del mismo autor, sólo se ponen los datos del autor en el primer trabajo; en los siguientes se inicia con una línea larga:

Livingston, Frances M. “Economic geography on the border region”. En: Catalina A. Spielerman (ed.). Traders and geographers. Tucson, AZ: The University of Arizona Press, 1995. Pp. 155-169.

_____ . Arquitectos y urbanistas en el siglo XX. México: Alfa. 1999.

Koltz, Esteban y otros. “Utopía, arquitectura y tráfico de drogas: consideraciones sobre el auge de la narcoarquitectura”. Estudios arquitectónicos, núm. 14, vol. 5, mayo-agosto 1996. Pp 283-302.

Cuando se hace referencia a un documento (memoria, comunicado, ponencia, ...) presentado en una Congreso, Conferencia, Seminario, etc.:

Apellidos y nombre del autor o autores, (Año de publicación), “Título del documento”, En: Nombre y apellidos del responsable(s) de la edición, (ed o eds), Título del Congreso o evento, Fecha del Congreso o evento, Nombre de la editorial, lugar de publicación. pp. Número de páginas en que aparece el documento.

Ejemplo:

Anderson, J.C. (1987) 'Current status of chorion villus biopsy', En: Tudenhope, D., Chenoweth, J., (eds) Proceedings of the Fourth Congress of the Australian Perinatal Society, Sept. 3-6 1986, Australian Perinatal Society, Brisbane, Queensland, pp. 190-6.

Conviene aclarar que algunos estilos para citas y referencias, permiten omitir los números de las páginas. En cualquier caso, cuando existan

dudas o para otro tipo de documentos, se recomienda consultar algún manual de referencias en la disciplina correspondiente o bien, preguntar con los responsables de la publicación, editorial, consejo editorial o instancia similar.

Para la referencia de un documento tomado de una página de Internet (webpage) puede haber algunas dificultades, ya que no siempre se cuenta con toda la información necesaria. En la medida de lo posible se sugiere utilizar el siguiente formato:

Apellidos y nombre del autor(es) o responsable(s) de la publicación, (ed o eds, según el caso), (última actualización o fecha del copyright)
Título de la página internet (Título del sitio internet), Disponible:
URL (Consultado: fecha de consulta).

Ejemplo:

Hudson, P. (1998, Septiembre 16 – última actualización), "PM, Costello liars: former bank chief", (The Age), Disponible: <http://www.theage.com.au/daily/980916/news/news2.html> (Consultado: 1998, Septiembre 16).

Informes de investigación, Oxford University Press, México, D. F.

En resumen, estos son los puntos mas importantes de un anteproyecto:

TÍTULO

- Referencia al tema
- Delimitación espacio-temporal
- Debe ser concreto y corto
- Original, creativo, atractivo (interesante)
- No generar falsas expectativas
- Subtítulo, sólo si es indispensable para claridad

I Introducción

- Breve referencia del tema
- Perspectivas del enfoque
- Reseña del documento
- Motivaciones
- Delimitación espacio-tiempo

II Planteamiento del Problema

- Describir exactamente el tema y la problemática a estudiar
- Conceptuarlo (problematizando) adecuadamente
- Presentar evidencias (fotos, croquis, estadísticas, ...)
- Dimensionarlo

- Definir los conceptos eje
- III Justificación
- Porqué es importante?
 - A quién le sirve?
 - Para qué le sirve?
 - Cómo se van a aplicar los resultados?
 - Que sea original, pertinente, significativo, factible y viable
- IV Objetivos
- Cuantificar, valorar, determinar, proponer, recomendar,
 - Presentar el objetivo general y, en su caso, los particulares.
- V Pregunta de investigación e hipótesis
- No se deben plantear preguntas de ignorancia
 - Se deben presentar preguntas de investigación
 - La hipótesis es la respuesta que consideramos correcta a la pregunta de investigación
- VI Antecedentes
- Constituye el marco teórico, de lo que se ha investigado con anterioridad y de lo que hablan los autores.
 - Establecer “un diálogo” entre los autores mencionados, resaltar coincidencias y divergencias y tomar una posición al respecto
- VII Metodología
- Descripción de la manera de abordar los objetivos metodológicos
 - Indicar las metodologías generales y particulares que se utilizarán así como las técnicas
 - Ligar las metodologías y técnicas a utilizar con los objetivos
- VIII Cronograma
- Graficar la relación detallada de actividades a desarrollar, con sus respectivos plazos
 - Arrancar el cronograma en marzo 2005 y concluirlo con la defensa de la tesis ante el jurado. Incluir los plazos necesarios para la redacción de reportes de avance así como los plazos de revisión de las versiones finales.
- IX Recursos
- Tiempo, Dinero, Equipos, Herramientas, Mano de obra
- X Definiciones básicas y glosario de términos
- Definir de manera clara y precisa todos aquellos conceptos y términos de uso poco frecuente o aquellos que revisten una connotación o significación particular, ya sea para el medio, para una corporación o incluso para el propio autor.
- XI Bibliografía
- Indicar la bibliografía que se utilizará, cuidando que haya obras actuales y que se consideren inclusive las revistas y publicaciones especializadas. La bibliografía debe derivarse de los antecedentes y complementarlos ampliamente. Se registrará de acuerdo sistema Harvard.

Proyecto de Investigación (con Metodología Cualitativa)

Miguel Martínez Miguélez.

El **PROYECTO DE INVESTIGACION** es exigido por las autoridades universitarias de pre y postgrado para garantizar que el graduando o tesista esté trabajando sobre algo serio, sensato y original, y que lo esté haciendo con la rigurosidad metodológica requerida.

En estas páginas se expone el esquema y las líneas generales para realizar un proyecto de tesis, cuando se desarrolla siguiendo la orientación de la metodología cualitativa, entendida en *sentido estricto*. Se supone que el tesista ya sabe **sobre qué área** concreta trabajar, pero no conoce bien **cómo** hacerlo.

La *opción de la metodología cualitativa implica* también el hecho de que se ha considerado como **la más apropiada** para el estudio del fenómeno en cuestión. Esto, a su vez, como veremos, se fundamenta en una opción previa *epistemológica* (teoría del conocimiento) y *ontológica* (teoría sobre la naturaleza de la realidad).

Una idea general, que nunca se debe olvidar, es que quien escribe algo lo hace para alguien (el destinatario), al cual hay que tener siempre presente. En este caso, es el evaluador del proyecto o de la tesis. Estas personas tienen *su visión* de las cosas y nuestro diálogo es *con ellas*.

Las ideas que se exponen a continuación constituyen un esquema *estándar*; por consiguiente, no será el mejor para todo tipo de investigaciones cualitativas, especialmente si son atípicas en alguno de sus aspectos. El mejor traje será siempre el que se hace *a la medida*; por esto, el tesista deberá introducir los cambios requeridos por *su* investigación.

Un buen proyecto no debiera exceder las 20 ó 30 páginas. Cuando se escriben 60 u 80, es porque *se desarrolla* el "marco teórico" u otras partes que son ya propias de la tesis en sí. Esto aleja y distrae la atención del evaluador de su tarea específica.

A continuación, se exponen las **partes fundamentales** de un buen proyecto, el orden en que *preferiblemente* pudieran ir y las ideas centrales de cada parte, quedando siempre en pie el hecho de que **hay muchas formas buenas** de hacer las cosas; todo depende de **cómo** se entrelazan sus elementos.

1. Resumen

Un resumen inicial del proyecto es importante y debe dar al lector-evaluador una idea general del fenómeno que se va a estudiar, señalando su problemática, la urgencia y relevancia para una determinada comunidad (nacional, regional, institucional, etc.), los objetivos que se espera alcanzar, el enfoque y la metodología que se van a emplear y otros elementos que se consideren importantes. Este resumen no debiera exceder de una página, ya que es suficiente para cumplir su misión.

2. Introducción

El fin principal de la introducción es "introducir" al lector-evaluador en *la problemática* que se desea investigar. Para ello, es necesario hacer una **descripción** de los rasgos fundamentales que configuran dicha realidad (el fenómeno en su contexto) y la necesidad de estudiar un sector descuidado o no atendido suficientemente hasta el momento o, también, un tema ya estudiado pero no en nuestro medio o con enfoque o metodología diferentes. La calidad de esta descripción es muy importante, ya que **determinará** el enfoque epistemológico y metodológico que se empleará para abordarla, los objetivos a lograr, la relevancia de la investigación y su posible originalidad. Su amplitud podría ser de 2 ó 3 páginas.

3. Marco teórico-referencial

Esta parte tiene por finalidad exponer lo que se ha hecho hasta el momento para esclarecer el fenómeno que nos ocupa. Debe referir las principales investigaciones sobre el área o áreas cercanas: autores, enfoques y métodos empleados, conclusiones e interpretaciones teóricas a que llegaron y otros elementos de importancia. En las ciencias humanas, es necesario dar mayor énfasis a lo más cercano (lo regional, lo nacional, lo latinoamericano), ya que comparte más nuestra cultura e idiosincasia. Lo extranjero, especialmente si es anglosajón, podría distorsionar la comprensión de *nuestra* realidad. En cualquier caso, este "marco" es sólo "teórico-referencial", es decir, **fuentes de información y nunca modelo teórico** en el cual ubicar nuestra investigación. Servirá para **contrastar**, después, nuestras conclusiones con las de esos autores y, así, entenderlas mejor, pero nunca para forzar e imponer una interpretación.

De todos modos, esto no indica que no se pueda hacer una investigación partiendo ya de una teoría sólida (por ej. el psicoanálisis u otra) y aceptándola, inicialmente, como auténtico marco teórico. El inconveniente de esto es que nos impone ya desde el principio todo un mundo teórico, conceptual e interpretativo que **pudiera no ser el más adecuado** para entender la realidad que estamos estudiando. Y su falta de lógica está en el

hecho de que da en gran parte por resuelto lo que todavía no se ha estudiado.

Por esto, muchos marcos teóricos son constreñidores, ya que instalan lo nuevo en moldes viejos, imposibilitando la emergencia de lo novedoso, de lo original, de la innovación.

Esta parte pudiera extenderse por espacio de 5 ó 6 páginas.

4. Objetivos de la Investigación

Solución de un Problema. La orientación metodológica cualitativa **no** suele partir del planteamiento de **un problema específico**, sino de un **área problemática** más amplia en la cual puede haber muchos problemas entrelazados que no se vislumbrarán hasta que no haya sido suficientemente avanzada la investigación. Por esto, en general, el partir de **un** problema, cierra el posible horizonte que tienen las realidades complejas, como son todas las realidades humanas. Esto, de ninguna manera quiere decir que, en un caso específico, no sea útil o conveniente partir de un problema concreto, si eso es particularmente lo que se desea investigar.

Verificación de una Hipótesis. Tampoco se formula **una** hipótesis a verificar, ya que se está abierto a **todas** las hipótesis plausibles y se espera que la **mejor** emerja del estudio de los datos y se imponga por su fuerza convincente. Es muy difícil que el investigador tenga la mejor hipótesis a la vista: si fuera así, no haría falta hacer la investigación. Por ello, es necesaria una gran apertura hacia todas las hipótesis que se vayan revelando consistentes. Las hipótesis se consideran, más bien, **provisionales** y se van modificando durante el proceso, para no estrechar nuestra visión y perspectiva de la realidad. En general, no estamos tan interesados en verificar una determinada hipótesis cuanto en que la mejor se revele claramente. Pero también aquí, puede ser que un investigador esté interesado en "verificar" una hipótesis específica, en cuyo caso es lógico que parta de ella.

Logro de unos objetivos. Sin embargo, sí se fijan unos **objetivos** a lograr: algunos son más bien, generales y otros específicos, pero todos deben ser **relevantes** para las personas interesadas en la investigación. A veces, es preferible fijar sólo los objetivos generales, y determinar los específicos durante la marcha, para no buscar metas que quizá resulten triviales. Estos objetivos determinarán, en parte, las estrategias y procedimientos metodológicos. No obstante, tampoco los objetivos serán intocables. También aquí se sigue el famoso principio de *"Los tres príncipes de Serendip"*: "si estás buscando una cosa buena y encuentras otra mejor, deja la primera por la segunda".

5. Metodología

Como la metodología es, por definición, el camino a seguir para alcanzar conocimientos seguros y confiables y, en el caso de que éstos sean demostrables, también ciencia, la elección de una determinada metodología implica la aceptación de *un* concepto de "conocimiento" y de "ciencia", es decir, una *opción epistemológica* (teoría del conocimiento) previa; pero esta opción va acompañada, a su vez, por otra opción, la *opción ontológica* (teoría sobre la naturaleza de la realidad). Lamentablemente, muchos académicos no toman suficiente conciencia de esto, y ello conlleva una serie de consecuencias desorientadoras.

La metodología cualitativa está muy consciente de estas dos opciones. Por ello, no debiera omitirse una breve referencia a las mismas exponiendo la idea central de cada una (ver "*La Investigación Cualitativa Etnográfica*", cap.I-II). Se puede hacer en un pequeño sector aparte de 2 ó 3 páginas, con el nombre de *marco epistemológico*.

5.1 Marco Epistemológico

La teoría del conocimiento o filosofía de la ciencia en que se apoya la metodología cualitativa, rechaza el "**modelo especular**" (positivista), que considera al sujeto conocedor como un espejo y esencialmente pasivo, al estilo de una cámara fotográfica. Acepta, en cambio, el "**modelo dialéctico**", considerando que el conocimiento es el resultado de una dialéctica entre el sujeto (sus intereses, valores, creencias, etc.) y el objeto de estudio. No existirían, por consiguiente, conocimientos estrictamente "objetivos".

El objeto, a su vez, especialmente en el área de las ciencias humanas, es visto y evaluado (opción o supuesto **ontológico**) por el alto nivel de **complejidad** estructural o sistémica, producida por el conjunto de variables bio-psico-sociales que lo constituyen. En general, se considera que toda realidad, desde el átomo hasta la galaxia, está configurada por sistemas de muy alto nivel de complejidad, donde cada parte interactúa con todas las demás y con "el todo".

Estas dos ideas conceptualizadoras (lo dialéctico y lo sistémico) cambiarán la mayoría de los conceptos metodológicos que se apliquen. El enfoque cualitativo de investigación es, por su propia naturaleza, *dialéctico y sistémico*. Estos dos presupuestos, *epistemológico* y *ontológico*, conviene hacerlos explícitos, en todo proyecto o desarrollo de investigación, para evitar malentendidos en los evaluadores de los mismos. En efecto, la mayoría de los evaluadores de proyectos o investigaciones cualitativas, suelen hacerlo desde el marco epistemológico del "**modelo especular**" (científico-positivista), razón por la cual la evaluación falla por la base.

5.2 El Método

El **método cualitativo específico** que se vaya a emplear depende de la naturaleza de la *estructura* a estudiar. La metodología cualitativo-sistémica dispone de una serie de métodos, cada uno de los cuales es más sensible y adecuado que otro para la investigación de una determinada realidad. A continuación, ilustramos la idea central que los caracteriza y diferencia.

El Método Hermenéutico-Dialéctico. En sentido amplio, éste es el método que usa, consciente o inconscientemente, todo investigador y en todo momento, ya que la mente humana es, por su propia naturaleza, interpretativa, es decir, hermenéutica: trata de observar algo y buscarle significado. En sentido estricto, se aconseja utilizar las reglas y procedimientos de este método cuando la información recogida (los datos) necesiten una continua hermenéutica, como sería el caso, por ejemplo, del estudio del crimen organizado, de sujetos paranoicos, etc., donde la información que se nos da puede tratar expresamente de desorientar o engañar. Sin embargo, este método tiene un área de aplicación mucho más amplia: es adecuado y aconsejable siempre que los datos o las partes de un todo se presten a diferentes interpretaciones.

El Método Fenomenológico. Este método es el más indicado cuando no hay razones para dudar de la bondad de la información y el investigador no ha vivido ni le es nada fácil formarse ideas y conceptos adecuados sobre el fenómeno que estudia por estar muy alejado de su propia vida, como, por ejemplo, el mundo axiológico de los drogadictos, las vivencias de las personas atracasadas que estuvieron a punto de morir, la ruptura de una relación amorosa cuando no se ha vivido, una experiencia cumbre (Maslow), etc.

El Método Etnográfico. Es el de mayor preferencia para entrar a conocer un grupo étnico, racial, de ghetto o institucional (tribu, raza, nación, región, cárcel, hospital, empresa, escuela, y hasta un aula escolar, etc.) que forman un todo muy *sui generis* y donde los conceptos de las realidades que se estudian adquieren significados especiales: las reglas, normas, modos de vida y sanciones son muy propias del grupo como tal. Por esto, esos grupos piden ser vistos y estudiados holísticamente, ya que cada cosa se relaciona con todas las demás y adquiere su significado por esa relación. De ahí que la explicación exige también esa visión global.

El Método de Investigación-Acción. Es el único indicado cuando el investigador no sólo quiere conocer una determinada realidad o un problema específico de un grupo, sino que desea también *resolverlo*. En este caso, los sujetos investigados participan como coinvestigadores en todas las fases del proceso: planteamiento del problema, recolección de la información, interpretación de la misma, planeación y ejecución de la

acción concreta para la solución del problema, evaluación posterior sobre lo realizado, etc. El fin principal de estas investigaciones no es algo exógeno a las mismas, sino que está orientado hacia la concientización, desarrollo y emancipación de los grupos estudiados.

El Método de Historias de Vida. Se aconseja este método para los estudios longitudinales de ciertos grupos sociales, donde la visión diacrónica de la realidad constituye una gestalt en el tiempo que no se puede fraccionar sin perder las relaciones esenciales que la configuran como tal. Se concentra en una familia, y a veces en una sola persona, estudiada a lo largo de un amplio período de sus vidas. El ejemplo más clásico de la misma lo tenemos en *Los Hijos de Sánchez*, de Oscar Lewis, obra que revolucionó los métodos de investigación sociológica y dio aportes como ninguna antes había hecho.

Una ilustración amplia y pormenorizada de los supuestos epistemológicos, estrategias, técnicas e instrumentos de cada uno de estos métodos puede verse en Martínez M.: *Comportamiento Humano: nuevos métodos de investigación*, 2ª edic. (1996) y en *La Investigación Cualitativa Etnográfica*, 2ª edic. (1994).

Es también de máxima importancia que se haga énfasis en la naturaleza específica de cada uno de los tópicos que señalamos a continuación.

Recolección de la información: Los **instrumentos**, al igual que los procedimientos y estrategias a utilizar, los dicta el método escogido, aunque, básicamente, se centran alrededor de *la entrevista semi-estructurada y la observación directa*. Hay que describir los que se vayan a utilizar y justificarlos. Sin embargo, la metodología cualitativa entiende el método y todo el arsenal de medios instrumentales como algo *flexible*, que se utiliza mientras resulta efectivo, pero que se cambia de acuerdo al dictamen, imprevisto, de la marcha de la investigación y de las circunstancias.

La Muestra: Cada uno de los métodos señalados tiene su forma propia de entender la muestra que nos ofrecerá la información necesaria para realizar la investigación. Pero, en general, la *opción ontológica* asumida por todos ellos (que es estructural-sistémica) nos exige una muestra que no podrá estar constituida por elementos aleatorios *descontextualizados* (como es, la mayoría de las veces, la información recogida a través de cuestionarios preconcebidos), sino por "un todo" sistémico con vida propia, como es una persona, una institución, una etnia o grupo social, etc. Por ello, *se impone la profundidad sobre la extensión* y la muestra se reduce en su amplitud numérica, y se explicitan los criterios conceptuales para su escogencia, según su relevancia para los objetivos de la investigación. Sin embargo, conviene escogerla de forma que estén representadas de la mejor

manera posible las variables de sexo, edad, nivel socioeconómico, profesión, etc., según el caso, ya que su información puede ser diferente y hasta contrastante.

Las Categorías. No hay categorías preconcebidas, previas a la investigación. Si el investigador las tiene en su mente, es porque las ha tomado de *otras* investigaciones, de *otras* muestras, realizadas por *otros* investigadores en *otros* lugares. Las verdaderas categorías que conceptualizarán *nuestra* realidad deben emerger del estudio de la información que se recoja, al hacer el proceso de "categorización". No obstante, se podría partir de un grupo de categorías preestablecidas, con tal de que se utilicen con mucha cautela y como algo provisional hasta que no se confirmen, y no se deje uno llevar por la tendencia (cosa muy fácil y natural) de rotular la nueva realidad con viejos nombres.

Las Variables. Tampoco hay variables (ni dimensiones) preconcebidas, ya sea que se consideren independientes o dependientes, pues provendrían, igualmente, del estudio de realidades exógenas a la nuestra. Las verdaderas variables de *nuestra* realidad *emergerán* también cuando, después de la categorización, iniciemos el proceso de *teorización*, es decir, cuando se analicen-relacionen-comparen-y-contrasten las categorías.

La Categorización y la Teorización. Estos dos procesos constituyen la esencia de la labor investigativa. Una buena investigación no puede quedar al *nivel empírico*, pues no sería **investigación** propiamente dicha; "la ciencia consiste en crear teorías", solía decir Einstein. El fin de la teorización (y de la categorización que le precede) es lograr estructurar una imagen representativa, un patrón coherente y lógico, un modelo teórico o una auténtica *teoría o configuración* del fenómeno estudiado, que le dé sentido a todas sus partes y componentes. También aquí, hoy día, están disponibles más de una docena de programas de computación que facilitan la *parte técnica* de ambos procesos: programas que manipulan, ordenan, organizan y hasta tratan de interpretar y teorizar con los datos cualitativos (ver Martínez M., 1994a, p.77).

Los Resultados (Informe Final). Los resultados de una investigación cualitativa se exponen en lo que se llama el "Informe Final". Este informe no se limita a exponer unos resultados aislados de la investigación como tal, sino que también ilustra el proceso por medio del cual se llegó a las **estructuras particulares** de los casos estudiados y a la **estructura general**, o estructuras generales, que los integran.

6. Cronograma de actividades y costos

Este breve sector ayuda a poner los pies en tierra. Algunas personas siempre los tienen, pero hay otras para las cuales este punto puede jugar

un papel determinante en todo el proceso de su trabajo y le puede evitar momentos desagradables y hasta traumáticos. Por ello, no conviene omitirlo.

7. Bibliografía

La bibliografía debe ser *suficiente y actualizada* para demostrar que se exploró el área respectiva en forma adecuada. En el estudio de las realidades humanas, deben figurar, sobre todo, los autores que han estudiado **nuestra** realidad, aunque no tengan la autoridad o renombre de los extranjeros que estudiaron **su** realidad. Esto es debido al hecho, ya señalado, que las realidades humanas están constituidas por un entramado tan complejo de relaciones y variables, que configuran entidades singulares y únicas y, por lo tanto, las conclusiones de otras investigaciones lejanas no son transpolables a nuestro medio.

Como **conclusión** general, podríamos dar la siguiente idea: **hay muchas formas de hacer las cosas bien**. Para lograr una de ellas, es necesario que el investigador, especialmente si es muy joven, no se sienta presionado en una determinada dirección que le impida usar su mejor dotación y la riqueza que lleva dentro de sí. El mismo Bridgman –fundador del *operacionalismo* y Premio Nobel de física– dice, paradójicamente, que "no existe un método científico como tal (...); el rasgo distintivo más fértil de proceder del científico ha sido el utilizar su mente de la mejor forma posible y sin freno alguno".

Bibliografía

Bogdan R. y Biklen S. (1982). *Qualitative research for education*. Boston: Allyn y Bacon.

Drass K.A. (1980). A computer program for the analysis of qualitative data. *Urban Life*, 9, 332-353.

Erickson F. (1986). "Qualitative methods in research on teaching". En Wittrock M.: *Handbook on research on teaching*. Nueva York: Macmillan.

Fetterman D. (ed) (1988). *Qualitative approaches to evaluation in education: the silent scientific revolution*. Nueva York: Praeger.

---, (1989). *Ethnography: etep by step*. Newbury Park, CA: Sage.

Glaser B. y Strauss A. (1976). *The discovery of grounded theory*. Chicago: Aldine.

- Goetz J. y LeCompte M. (1984). *Ethnography and qualitative design in educational research*. Nueva York: Academic Press.
- Kirk J. y Miller M. (1985). *Reliability and validity in qualitative research*. Beverly Hills, CA.: Sage.
- Lincoln Y. y Guba E. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Lofland J. (1971). *Analyzing social settings: a guide to qualitative observation and analysis*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Martínez M. (1982). *La Psicología Humanista: fundamentación epistemológica, estructura y método*. México: Trillas.
- , (1983). "Una metodología fenomenológica para la investigación psicológica y educativa". *Anthropos*, 6, 110-134.
- , (1984). "La investigación teórica: naturaleza, metodología y evaluación". *Perfiles (USB-NUL)*, 15, 33-52.
- , (1986). "La capacidad creadora y sus implicaciones para la metodología de la investigación". *Psicología (UCV)*, XII(1-2), 37-62.
- , (1988). "Enfoque sistémico y metodología de la investigación". *Anthropos*, 16, 43-56.
- , (1989a). "El método hermenéutico-dialéctico en las ciencias de la conducta". *Anthropos*, 18, 85-111.
- , (1989b). *Comportamiento Humano: nuevos métodos de investigación*. México: Trillas.
- , (1993a). "El proceso creador a la luz de la neurociencia". *Comportamiento (USB)*, 2, 1, 3-22.
- , (1993b). "La etnografía como alternativa de investigación científica". *Simposio Internacional de Investigación Científica: una Visión Interdisciplinaria*. Bogotá.
- , (1993c). *El Paradigma Emergente: hacia una nueva teoría de la racionalidad científica*. Barcelona: Gedisa.
- , (1994a). *La investigación cualitativa etnográfica en educación. Manual teórico-práctico*. 2ª edic. México: Trillas.
- , (1994b). La investigación interdisciplinaria. *Argos*, N° 19, 143-156.

---, (1996a). El desafío a la racionalidad científica clásica. *I Congreso Internacional Multidisciplinario sobre los Desafíos del Siglo XXI*. Universidad Central de Venezuela.

---, (1996b). *Comportamiento humano: nuevos métodos de investigación*. 2ª edic. México: Trillas.

Miles M. y Huberman A. (1984). *Qualitative data analysis: a sourcebook of new methods*. Beverly Hills, CA: Sage.

Pfaffenberger B. (1988). *Microcomputer applications in qualitative research*. Newbury Park, CA: Sage.

Polkinghorne D. (1983). *Methodology for the human sciences: systems of inquiry*. Albany: State Univ. of New York Press.

Radnitzky G. (1970). *Contemporary schools of metascience*. Göteborg: Akademiförlaget.

Reason P. y Rowan J. (eds) (1981). *Human inquiry: a sourcebook for new paradigm research*. Chichester (Ingl.): Wiley.

Smith L. (1983). Publishing qualitative research. *American Education Research Journal*, 24, 2, 173-183.

Spindler G.D. (ed) (1988). *Doing the ethnography of schooling: educational anthropology in action*. Nueva York: Holt.

Strauss A. y Corbin J. (1990). *Basics of qualitative research*. Beverly Hills, CA.: Sage.

Taylor S. y Bogdan R. (1990). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados*. Buenos Aires: Paidós.

Tesch R. (1990). *Qualitative research. Analysis types and software tools*. Philadelphia, PA: Falmer Press.

Van Maanen J. (ed) (1983). *Qualitative methodology*. Beverly Hills, CA: Sage.

Etapas de un proyecto de investigación

1.- El Problema. Enunciado en forma operacional, señalando los alcances y límites.

- Marco teórico o estado del conocimiento. Incluye revisión preliminar de las fuentes de información.
- Hipótesis de trabajo, preguntas y directrices.

2.- Objetivos de la Investigación

- Objetivos generales
- Objetivos específicos

3.- Niveles de la Investigación

- Exploratoria
- Descriptiva
- Explicativa

4.- Metodología y Técnicas

4.1 La observación

- La observación documental
- Método de análisis de contenido
- Análisis de citas bibliográficas

4.2 La observación de campo

- Muestreo
- Cuestionarios
- Entrevistas
- Encuestas de opinión

4.3 La observación experimental

- Muestra experimental
- Muestra de control

5.- Los Recursos

- Recursos humanos
- Recursos materiales y presupuestarios

- Calendario de actividades (Carta Gantt)

6.- Esquema o diseño de la investigación

7.- Recopilación de Datos

- Revisión Selección Análisis

8.- Verificación de Hipótesis

9.- Solución de Hipótesis

10.- Elaboración del trabajo

- Desarrollo del texto de acuerdo al esquema de la investigación
- Preparación y presentación de los datos
- Redacción del trabajo
- Revisión del trabajo
- Evaluación del trabajo

11.- Presentación del Trabajo

Temas para seleccionar un proyecto científico-tecnológico, para que el alumno lo desarrolle en el transcurso del semestre dependiendo la materia

Aquí te presentamos algunas ideas y títulos que te pueden ayudar a seleccionar el tema de tu trabajo. Recuerda que lo más importante es que te interese el tema. Busca algo que siempre te haya despertado la curiosidad, algo que desees aprender o algo que te parezca importante.

Ambientales:

- Investiga sobre la calidad del agua en tu comunidad, ya sea la que sale del grifo, la que venden embotellada o la de los ríos y lagos.
- ¿Hay derrumbes durante la época de lluvias? Investiga las distintas capas del suelo y su capacidad para absorber agua.
- ¿Se reportan muchos casos de asma y alergias en tu escuela? Realiza una investigación sobre el aire en tu escuela. Oriéntate en la SSA de tu localidad por ejemplo centros de salud, consultorios, doctores etc.
- Investiga que tan contaminadas están las aguas de playas o ríos cercanos a tu hogar.

Zoología

- Insecticidas naturales. La ruda (una hierba) como repelente de insectos. Pregunta a tu abuela, probablemente ella conozca algunas otras plantas, hierbas y arbustos, que puedas estudiar.
- Polinización animal. En los parques, cerros, etc. De tu comunidad, o cercana a esta, investiga las mariposas y las plantas que estas visitan.
- Especies invasoras. Investiga sobre el efecto de las especies invasoras en las especies nativas tanto en plantas y animales ¿Qué efecto tiene sobre nuestro medio ambiente? ¿Sobre otras especies de animales o plantas?
- Realiza un inventario de los animales: pueden ser reptiles (lagartijas y culebras), mamíferos (tlacuache, zorros) etc, que hay en tu localidad o región (si quieres abarcar todo un municipio por ejemplo).

Botánica:

- Factores que afecten el crecimiento de una planta. (Terreno, agua, temperatura, luz, contaminantes ...)
- Factores que afecten la germinación.
- Factores que aceleren la fotosíntesis.

- Actividades humanas y su efecto en las plantas. Ejemplo: limpiar con detergentes, fumar cerca de plantas, fumigar ...)
- Reacciones de una especie a cambios ambientales.
- Coevolución entre especies de plantas y animales que las polinizan. Ejemplo: la relación que existe entre las hormigas y las acacias que viven en potreros y acahuales.

Clima:

- ¿Cómo la topografía de tu región geográfica afecta las condiciones del tiempo en el área donde vives?
- ¿Cómo se relacionan entre sí los factores que determinan el tiempo?
- Efectos ecológicos de los huracanes.
- Diseña un aparato para medir condiciones del tiempo como presión atmosférica, temperatura, humedad, etc.

Física:

- Investiga la eficiencia de distintos lubricantes en máquinas simples.
- Compara la fortaleza de distintas sustancias.
- Construye un circuito eléctrico, y muestra factores que los afecten.
- Investiga materiales que funcionen como aisladores de electricidad en la naturaleza.
- Construye un modelo de un juguete que se mueva o funcione con energía solar.
- Diseña un artefacto que de alguna manera sirva para economizar agua en el hogar.
- Investiga combustibles y sus propiedades, eficiencia, contaminantes, etc.
- Sonido y sus propiedades, su efecto en plantas y animales.

Química:

- El efecto de los rayos solares en distintas sustancias: agua destilada, alimentos, tintas, pinturas, etc.
- Comparar el pH de champús, cremas de belleza, etc.
- Estudiar catalizadores naturales.
- Investigar indicadores de acidez naturales como el repollo.
- Detergentes naturales.
- Removedores de manchas.
- ¿Afecta la maduración de una fruta su cantidad de vitamina C?

¡¡¡¡¡Y RECUERDA¡¡¡¡¡

Antes de comenzar con tu proyecto repasa los siguientes pasos, de manera que puedas estar claro y organizado:

1. **Selecciona el tema de tu proyecto.** Oriéntate con tus maestros o con otros profesionales de tu comunidad.
 2. **Busca información sobre el tema seleccionado.** Consulta en la biblioteca, y busca información tanto en libros como en revistas. Quizás debas visitar la biblioteca de alguna universidad y revisar los abstractos de investigaciones realizadas sobre temas parecidos al tuyo.
 3. **Utiliza el método científico.** Establece un problema o pregunta, luego plantea una posible respuesta o hipótesis a la pregunta que hiciste.
 4. **Diseña uno o varios experimentos** que te permitan conseguir información para probar tu hipótesis. (O refutarla.)
 5. **Escribe tus observaciones y los datos** obtenidos en los experimentos en una libreta o diario y organízalos en tablas y gráficas.
 6. **Escribe un informe escrito** sobre tu investigación.
 7. **Construye tu exhibición.** Para eso emplea recursos audio visuales como carteles, modelos, grabaciones de sonido, videos, etc. En los carteles incluye fotos, dibujos y especímenes y muestras. Trata de que la información esté presentada en forma clara y sencilla pero también atractiva y divertida. No olvides que debe estar el título y propósito de tu proyecto.
-

PROYECTO DE INVESTIGACION (un ejemplo)

Titulo: *“Inventario Preliminar de las Plantas Vasculares en el municipio de Xico, Veracruz” (puede ser también Plantas comestibles, medicinales, toxicas, etc.) (Escribir la localidad, zona, región etc., el sitio específico o lugares en los que se llevará a cabo dicha investigación)*

Materiales: Prensa botánica (pueden fabricar una), cuaderno de trabajo, papel periódico en cantidad suficiente, cartón, etc.; cartoncillo, pegamento, etiquetas, una por hoja colectada, etc. (anexo 1) cordón, bolsas de plástico, lápiz; Opcional: cámara fotográfica, de video.

Pasos

1. Investigar en libros, Internet, que es una planta vascular, que tipos hay, donde encontrarlas etc.
2. Identificar y de ser posible, tomar algunas fotos de los componentes vivos (hojas, semillas, frutos etc.)
3. Colecta de las hojas en plantas vasculares.
4. Realizar la colecta en algún jardín o patio de casa-habitación, parque, vegetación riparia (cerca de ríos o cuerpos de agua), en el monte, acahual, pezmatal, cafetal, cañal etc., selva o bosque que haya en tu localidad.
5. Cortar hojas verdes de cada planta colectada, (de preferencia 2 de cada planta).
6. El periódico hay que doblarlo en 4 partes iguales.
7. Entre cada periódico doblado, hay que colocar las hojas que vayan colectando, y asignar un número a cada hoja que se va guardando.
8. En el cuaderno se debe anotar el número asignado a la hoja: su forma, color, lugar y fecha de colecta, observaciones generales.
9. Amarrar fuertemente las tablas de la prensa botánica y dejar secar aprox. Y dependiendo las condiciones ambientales semana y media.

10. Una vez secas las hojas deberán colocarlas en el papel cartoncillo cortado en 4 partes adhiriéndolas con pegamento.
11. Usar una etiqueta por cada ejemplar.
12. Reconocer los problemas causados por el hombre en estas plantas (tala, quema, extracción con fines lucrativos, de colección etc.)
13. Como pueden ayudar a conservar este grupo de plantas en tu comunidad?
14. Plantear otras cuestiones importantes.
15. El proyecto puede ser a corto, mediano o largo plazo, depende los alcances del mismo, pueden coleccionar e identificar las plantas durante una estación: verano, puede ser por semestre, o anual.

ANEXO 1

FECHA _____

COLECTOR _____

NOMBRE VULGAR _____

NOMBRE CIENTIFICO _____

LUGAR DE COLECTA (CERCANO A, EN EL LUGAR, JUNTO A, ETC)

HABITAT _____

OBSERVACIONES (SE ENCONTRABA JUNTO A..., DE SUS FLORES SE ALIMENTAN INSECTOS Y AVES, DE QUE TIPO. ETC...)

ANEXO 1

FECHA _____

COLECTOR _____

NOMBRE VULGAR _____

NOMBRE CIENTIFICO _____

LUGAR DE COLECTA (CERCANO A, EN EL LUGAR, JUNTO A, ETC)

HABITAT _____

OBSERVACIONES (SE ENCONTRABA JUNTO A..., DE SUS FLORES SE ALIMENTAN INSECTOS Y AVES, DE QUE TIPO. ETC...)

ORGANIZAR FERIAS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

En este apartado, es importante que los trabajos de investigación (proyectos científicos-tecnológicos) desarrollados por los alumnos durante el semestre o el ciclo escolar; los den a conocer a la comunidad educativa de telebachillerato, organizándose y reuniéndose con los coordinadores y supervisores de la zona o región, para que de común acuerdo, lleven a cabo un encuentro de ciencias y tecnología, en algún telebachillerato o comunidad, y en la cual expondrán brevemente sus investigaciones desarrolladas, el método experimental propuesto, las hipótesis y conclusiones de los mismos, si se trata de algún proyecto innovador tecnológico, explicar en que consiste, y como se puede aplicar en su escuela, localidad, o en su propia vivienda.

Para lo cual se pueden auxiliar para sus ponencias, con carteles, los cuales pueden hacerse con cartulinas gruesas, o cartroncillo, pegados en mamparas, o pared, y deben llevar implícita la información de su trabajo de investigación, (puede ser un resumen), en donde expongan y expliquen los pasos del método científico. Se pueden auxiliar de fotos, dibujos, esquemas etc, para darle mayor realce al proyecto.

También pueden exponer sus trabajos en acetatos (proyector), diapositivas (transparencias), computadora y cañón.

Si el proyecto se llevo a cabo en el campo (ejemplo) cultivo de hortalizas orgánicas sin el uso de insecticidas químicos, tomar fotos, videos etc. de la parcela escolar o de traspatio que se haya realizado, y de ser posible llevar muestras de sus resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL PARA CONSULTA

- *La ciencia para todos*. (antes la ciencia desde México). Fondo de Cultura Económica. Colección.
- Sánchez Mora, Ana María. *La divulgación de la ciencia como literatura*. Colección: Divulgación para los divulgadores. Dirección General para la divulgación de la ciencia. UNAM.
- Sagan, Carl. *Cosmos/ contacto/ La ciencia como una luz en la oscuridad / Los Dragones del edén/ el mundo y sus demonios/ Murmullos de la tierra/ El cometa/* Temas. Astronomía, física, matemáticas y pensamiento científico.
- *Revista de la Facultad de Ciencias*. UNAM. (Temas: Biología. Física, matemáticas, biofísica, evolución, etc.)
- Investigación y ciencia. *Revista del Politécnico*. (Temas varios).
- **¿cómo ves?** *Revista de divulgación de la ciencia para jóvenes*. UNAM.
- Investigación y ciencia. *Revista, versión en español del Scientific American*.
- *Muy interesante*. Revista.
- *Discovery*. Revista.
- *Mundo científico*. Revista.
- *Discovery*. Revista.
- QUO. Revista.
- **Periódicos:** *La Jornada* (La sección de ciencia los días lunes), *Reforma* (Página de ciencia los días jueves), *Crónica* (Columna de ciencia de los lunes), *Excelsior* (artículos de ciencia en el suplemento cultural)
- Caamaño, A. *los trabajos prácticos en ciencias experimentales, en aula*. Barcelona, Vol.9. 1192, pp. 61-68.
- Comisión de nuevos programas del área de ciencias experimentales. *Acerca del método científico experimental en el Bachillerato del colegio de Ciencias*. Cuadernillo No. 39, México, UNAM., CCH. Enero, 1995
- Gómez, C. M. *Contribución teórico-metodológica a la enseñanza de la ciencia en el marco de los programas actualizados del Colegio de Ciencias y Humanidades*. Tesis de Doctorado, Facultad de filosofía y Letras, UNAM., 1997.
- Izquierdo, M. La “V” de Gowin. Un instrumento para aprender a aprender (y a pensar), en *Alambique*. (Didáctica de las ciencias). Barcelona No. 1. 1994, pp. 114-116.
- Conocer la Ciencia—Revista científica
- Ciencia y desarrollo—Revista

PAGINAS EN INTERNET CONSULTADAS Y RECOMENDADAS:

- <http://www.monografias.com/>
- vicfab@servidor.unam.mx (Recursos informáticos para el aprendizaje de la Secretaría de servicios de Apoyo al aprendizaje, UNAM)
- <http://www.Nationalgeographic.com>
- <http://www.Sciam.com> (Scientific American)
- <http://es.wikipedia.org> (enciclopedia virtual)
- www.science/english/science/method.htm/
- www.educa.rcanaria.es (pagina española de ciencias)
- www.discovery.com
- www.ipn.mx/contenido/investigacion (pagina del politecnico nacional)
- www.gennio.com/web/experimentos/2
- www.amazings.com/ciencia/boletines
- www.omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia
- www.caosyciencia.com
- www.cambioclimatico.com
- www.monografias.com/trabajos
- http://www10.gencat.net/agaur_web/rym/ (pagina interactiva para los alumnos, son juegos de la ciencias, tipo “maratón”.)
- www.cienciorama.unam.mx
- www.ciencia.nasa.gov/headlines
- www.dh.lahora.com.ec/paginas/ciencia/clonacion.htm

Paginas de los institutos y centros de investigación:

- <http://www.ecologia.edu.mx/inecol2005/inecol.htm>
- www.uv.mx/CITRO/
- www.itmar1.edu.mx
- www.uv.mx/iib/

Nota: Tanto el alumno como el maestro, pueden acceder a otros temas, revistas, libros y sitios en internet, que tengan que ver con cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología, por ejemplo y particularmente en internet, con el solo hecho de escribir la palabra, tema, etc. que uds. quieran “cultivo de hongos”, “algunos reptiles y anfibios del estado de Veracruz” etc., existen muchas ligas de este tipo para tal efecto.

CRÉDITOS

COORDINACIÓN GENERAL
Tomás Montoya Pereyra

SUBDIRECTOR TÉCNICO
Cándido Navarro Ramírez

SUBDIRECTORA DE EVALUACIÓN ESCOLAR
Rosa Edith Ferrer Palacios

JEFE DEL DEPARTAMENTO TÉCNICO-PEDAGÓGICO
José Manuel Rivera Arau

JEFE DE LA OFICINA DE PLANEACIÓN EDUCATIVA
Gonzalo Jácome Cortés

ENCARGADA DE LAS ACTIVIDADES DE PARAESCOLARES
Beatriz Alejandra Higuera Cerecedo

COORDINACIÓN Y REVISIÓN
Isaura Morales Rueda

COMPILACIÓN Y CAPTURA
Jorge Medrano Barrena

DISEÑO DE PORTADA
Araceli Citlalli Morales Pensado
Bertha Violante Villanueva
Rafael Rodríguez González

FORMATEO
Adolfo Aróstegui Pérez