



«LA CLASE QUE NUNCA EXISTIO» (Informe NASA)



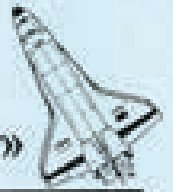
El 28 de enero de 1986, el transbordador Challenger explota a los pocos segundos de ser lanzado en Cabo Cañaveral. Mueren los 7 tripulantes: entre ellos, la maestra de Enseñanza Secundaria CHRISTA McAULIFFE, que iba a conectar con todas las aulas del país para relatar en vivo las experiencias de un viaje espacial. Las oficinas de la NASA, por su parte, habían editado un cuaderno para profesores y alumnos, con el fin de que siguieran técnicamente, paso a paso, cuanto allí iba a acontecer. Desgraciadamente sucedió lo insospechado y «la clase desde el aire» jamás tuvo lugar, nunca existió.

Ahora el tema vuelve a estar de actualidad: a las 08.37 de la mañana, el «Discovery», después de dar 65 veces la vuelta a la Tierra, aterrizaba en la base aérea de Edwards (California). Cerca de 400.000 personas le dieron la bienvenida. Los viajes espaciales se habían reanudado, por primera vez, después de la catástrofe del «Challenger». Todo un éxito. Pero casi nadie se acordó ya de la tragedia que vivieron tantos escolares, esperando su lección insólita. La NASA, por su parte, distribuyó a la nación las «10 lecciones» que ahora reproducimos. La clase nunca existió, pero el libro de texto distribuido podrá ser útil a muchos. El espacio sigue ahí y es necesario traerlo a clase.

Esquema del INFORME NASA

- Historial del Proyecto.
- Cuadro de Términos Técnicos.
- Actividades previas al lanzamiento.
- Lección 1: «Vivir en el espacio».
- Lección 2: «Factores humanos orbitales».
- Lección 3: «Salud y supervivencia».
- Lección 4: «Desarrollo tecnológico».
- Lección 5: «Trabajar y estudiar en el espacio».
- Lección 6: «Derivados de la investigación».
- Lección 7: «Creación de nuevas empresas».
- Lección 8: «Grabar la experiencia espacial».
- Lección 9: «Nuevas formas de comunicación».
- Lección 10: «Dejar constancia de la experiencia espacial».

Actividades previas al lanzamiento del transbordador «Challenger»



1. Procura ampliaciones de la ilustración del «shuttle» espacial, para lo que puede servirte esta Guía. Explica que la profesora-observadora forma parte de la tripulación de siete personas que viven en este «shuttle». Que los estudiantes se centren en la lección «El viaje más remoto»; que calculen el tamaño y que describan todos los detalles posibles del espacio viviente.

2. Utiliza un globo, modelo o dibujo del «shuttle» para demostrar su situación sobre la superficie de la Tierra. Que los estudiantes relacionen la distancia del cohete espacial sobre la Tierra con distancias terrenas que le sean familiares. Por ejemplo, el «shuttle» gira por lo menos a 185-300 kilómetros sobre la superficie de la Tierra - la distancia entre tu ciudad y... Charla sobre el aspecto que presenta la Tierra desde esta distancia.

3. Decirle a los estudiantes que van a ver a la profesora-observadora cuando hable desde el cohete espacial. Razonar con ellos sobre cómo es esto posible. Introducir la idea de los satélites de comunicación y pedirles que se informen sobre ellos.

4. Comentar con los alumnos sobre las planificaciones que hay que hacer para que una misión sea eficaz. Discutir los roles de las tripulaciones de tierra y del «shuttle» para llevar a cabo los experimentos. Razonar sobre la aplicación de estos experimentos después del 51-L.

5. La Profesora del Espacio es el primer ciudadano privado que hace esta prueba. Cuando el Presidente Reagan anunció este Programa de la NASA, subrayó que el ciudadano privado escogido para volar tendría como objetivo comunicar esta experiencia y las actividades del vuelo al público. Discutir por qué el primer ciudadano privado escogido para la misión es un profesor. Discutir los deberes y la responsabilidad que recae sobre ella. Que los estudiantes hagan una lista con los experimentos que les gustaría ver demostrar a Christa en su entorno de micro-gravedad. Que expongan la razón fundamental de sus elecciones.

6. Explicar que la Profesora del Espacio llevará un diario de sus experiencias. Pedirle a los estudiantes que describan el tipo de información que creen debería anotar en él.

7. El mundo comercial anticipa muchos beneficios por la manufacturación en el espacio. Que los alumnos piensen sobre cómo la micro-gravedad podría realmente facilitar la manufacturación de ciertos productos.

8. Una de las justificaciones para el programa espacial han sido los muchos beneficios de la aplicación directa de ideas y productos para la vida en la Tierra. McAuliffe explorará alguno de los experimentos más recientes. Que los alumnos observen los diversos modos cómo estos experimentos podrían ayudar a los seres humanos en la Tierra.

9. Lluvia de ideas con los alumnos sobre títulos y colecciones de música relacionada con el espacio. Juntar los álbumes o cintas y poner ese tipo de música como fondo musical durante la semana de la Misión 51-L. Títulos posibles: «Los planetas», por Gustav Holst; «Pops en el espacio» y «Fuera de este mundo», por John Williams y Boston Pops; la banda sonora de E.T.; «Encuentros en la tercera fase»; «La guerra de las galaxias»; «Trilogía 2001» y las series PBS de televisión de «Vuelo espacial», la «Música real de fuegos artificiales», de Handel e «Ionización», de Varese.

10. Preparar una lista de autores, historias, libros y poesía que traten del espacio (ver Recursos). Leer selecciones con los estudiantes todos los días de la Misión.

11. Antes de leer el pasaje siguiente a los estudiantes, explicar que lo leyó desde el espacio, en voz alta, el astronauta Jeff Hoffman, durante la Misión de abril de 1985. La prosa fue escrita por un escritor francés, René Daumel, en su libro «Mount Analog: aventuras no euclidianas del montañismo». Discutir con los estudiantes lo que el surrealista Daumel pudo haber querido decir cuando escribió estas palabras por primera vez, en la década de los años 20. Discutir después posibles aplicaciones de estas palabras a los vuelos espaciales. ¿Por qué razón escogería un astronauta estos pensamientos para llevarlos consigo al espacio? «Tú no puedes estar en la cumbre para siempre, tienes que descender de nuevo. Por eso, ¿por qué preocuparse por el primer puesto? Precisamente por eso. Lo que está arriba sabe lo que está abajo; pero lo que está abajo no sabe lo que está arriba. Uno escala, ve, descende. Luego, ya no ve nada más. Pero ha visto. Hay un arte de conducirse a sí mismo en las regiones bajas por el recuerdo de lo que uno ha visto en las regiones altas. Cuando no se puede ver ya, se puede seguir sabiendo, por lo menos, que existen las cosas de arriba».

12. Discutir con los estudiantes los problemas especiales que surgen para resolver los problemas de supervivencia en el espacio. Explicar que, además de las explicaciones que dé McAuliffe des-

de el espacio, en sus lecciones vivas, los estudiantes deben leer y enterarse de las necesidades especiales que tienen los astronautas en el espacio, y enterarse también de las posibles soluciones. Asignarle la realización de investigaciones y reportajes sobre las áreas de estas necesidades y su solución.

13. Que los estudiantes preparen una lista de items que les gustaría llevar en el «shuttle» para usar en sus tiempos de ocio. Pedirles que expliquen la importancia de cada item seleccionado.

14. Decirle a los estudiantes que se imaginen que pertenecen a la tripulación del cohete espacial. Que describan un problema que acaba de surgir, el modo de solucionarlo, y el rol de cada individuo en la situación. Que escriban una composición sobre el tema.

15. Levantar una tienda en la clase y designar varias actividades que ayudarían a los estudiantes en la experiencia de trabajar dentro de un espacio reducido.

16. Que los estudiantes piensen en las cocinas y en las comidas de sus casas. Que hablen con sus familias sobre items que no estaban allí antes de que nacieran ellos. Hacer una lista de clase de esos items y procesos. Los alumnos pueden escribir una historia simulada sobre una persona de los años sesenta que trabaja en una cocina de los años ochenta o del año dos mil.

17. Mostrar varios items como un reloj digital, una calculadora, una micro-computadora, una bolsa de plástico, un cierre Velcro. Pedirle a los estudiantes que relacionen los items con el programa espacial. Clasificarlos como beneficios o tecnológicos de la tecnología espacial. Subrayar que, cuando el Congreso estableció la NASA, en 1958, una de las metas u objetivos fue que la agencia espacial viese el modo de transferir tecnologías espaciales a la vida de cada día. Los beneficios son accesibles hoy por medio del Programa de utilización tecnológica de la NASA.

18. Los beneficios relacionados con la fotografía aérea, vía satélite, son también de interés para los estudiantes. A algunos les gustará detectar extensiones de petróleo en el mar, hacer gráficos de glaciares, predecir «runoffs» primaverales para la irrigación, inventariar bosques y extensiones de hierba, evaluar el daño de las inundaciones, valorar el impacto de las labores de minería en el entorno, analizar la mariposa de la polilla «gitanas», detectar las zonas de terremotos potenciales y hacer mapas de las tierras y la utilidad de las aguas.

Cuadro de «Términos Técnicos»

Satélite de comunicación: Nave espacial en órbita que envía mensajes, conecta computadoras y realiza programas de radio y televisión vía microondas.

EMU: Unidad de movilidad extravehicular.

51-L: Número de la misión que tiene como proyecto la profesora del Espacio.

Cubierta del vuelo: Parte superior del cohete que aloja los controles y computadoras para el comandante y el piloto.

Órbita geosíncronica: Camino de 35.680 Km. desde la Tierra en el que la velocidad de un satélite encaja exactamente con la velocidad de rotación de la Tierra, de modo que el satélite permanezca sobre la misma localidad sobre la Tierra todas las veces.

Microgravedad: 1/10.000 de la fuerza de la gravedad de la Tierra.

Middeck: Área donde se vive y trabaja y que está situada debajo de la cubierta de vuelo.

Control de la Misión: Una sala en el Centro espacial Johnson, de Houston, en Texas, desde donde se dirigen las actividades de la tripulación.

Especialista de la Misión: Científico de la tripulación responsable de los experimentos y el despliegue de satélites.

Misión-Watch: Programa diario de transmisión por satélite donde se destacan los acontecimientos de la Misión.

NASA: Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio.

Orbiter: Componente pilotado y reusable del Shuttle espacial; hay 4; la Misión 51-L usa el Challenger.

Payload: carga, equipamiento.

Nave del payload: Amplia sección del Shuttle donde se guardan los equipos.

Especialista del payload: Científico nombrado para el vuelo por una Compañía que es garante del payload; la NASA certifica o aprueba la capacidad de este especialista.

Investigador Principal: (PI) Científico que designa y dirige el experimento de una misión.

Simulador: Equipo de entrenamiento que le da a los entrenados oportunidades para experimentar sensaciones y actividades de vuelo simulado.

Shuttle: Vehículo de cuatro partes: un «orbiter» que se puede volver a usar; un tanque externo propulsor desechable y dos cohetes recuperables y desechables, secundarios. Aunque la traducción de «shuttle» puede ser «trasladador, lanzadera», usaremos siempre el nombre en inglés.

Spartan-Halley: Equipamiento designado para hacer observaciones del espectro ultravioleta del Cometa Halley.

Aplicaciones: Aplicaciones útiles de tecnologías espaciales diferentes de su función aeroespacial.

TDRS (Satélite de rastreo y retransmisión de datos): Un satélite de comunicación desplegado por la NASA por su sistema de comunicaciones.

Historial del proyecto

Los planes para que una profesora fuese el primer ciudadano privado que volase en un cohete espacial comenzaron con el anuncio del programa por parte del Presidente Reagan en agosto de 1984. Christa McAuliffe fue la profesora escogida para ello, y llevaría a cabo su trabajo en la Misión espacial 51-L, señalada para enero de 1986. El vuelo de Christa es parte de un programa de participación en vuelos espaciales de la NASA, designado para ampliar las oportunidades de estas experiencias a un sector más amplio de ciudadanos privados. Entre los desafíos que ofrece está la comunicación de experiencias y actividades del vuelo al público, por medio de programas de información pública y educativa.

La selección de Christa McAuliffe como primera candidata y de Bárbara Morgan como suplente fue la culminación de un proceso coordinado por la NASA en el que se trató de buscar aspirantes a este trabajo. Más de 11.000 profesores fueron candidatos al puesto. De todas estas personas se seleccionaron 104 que trabajan actualmente como embajadores educativos espaciales de la NASA, en sus áreas respectivas.

Los 10 finalistas viajaron al Centro Espacial de Houston, a Texas, a Alabama y al centro de vuelos espaciales Marshall, en Huntsville, para asistir a reuniones y verificar conocimientos. Un Comité de Evaluación de la NASA los entrevistó en Washington D.C. y el Vicepresidente George Bush anunció la selección final en julio del 85. Christa y Bárbara Morgan empezaron su entrenamiento en septiembre, en el Centro espacial Johnson.

Los ocho finalistas restantes trabajarán con la NASA durante un año, en sus Centros de investigación. En agosto se reunieron con Christa y con Bárbara para preparar las lecciones que la primera impartirá desde el espacio. Su preparación continuada creará abundantes materiales relacionados con los vuelos espaciales para la instrucción de la clase.

Historial de la misión

La tripulación: Comandante, piloto, tres especialistas de la Misión, un especialista de carga y una profesora-observadora participante en el vuelo.

El vuelo, carga y experimentos

La misión del cohete espacial 51-L tendrá 6 días de duración. Su lanzamiento está previsto para el 22 de enero de 1986, desde el centro espacial Kennedy, para aterrizar el 28 de enero en el mismo sitio. La misión transporta dos importantes cargas, el TDRS-B (el satélite B de rastreo y transmisión de datos) y el «Spartan-Halley carrier». El primer día de vuelo la tripulación realizará el TDRS-B, y el tercer día el «Spartan-Halley carrier» que se recobrará al quinto día de vuelo. Además, la tripulación llevará a cabo una serie de experimentos científicos durante la misión.

Christa McAuliffe describirá estas actividades en sus lecciones espaciales.

El TDRS-B se unirá al TDRS-1 en órbita geosincrónica para proporcionar comunicación y datos de enlace con el cohete espacial y los satélites. El TDRS-2 (oeste) se estacionará sobre el Pacífico; el TDRS-1 (este) sobre el Atlántico. La misión SPARTAN (Shuttle Pointed Autonomous Research Tool for Astronomy) está preparada para observar el espectro ultravioleta del Cometa Halley. Se mostrarán dos espectrómetros ultravioleta en el «carrier» del Spartan que explorarán la cola del Halley en cada una de sus órbitas. El Spartan será lanzado y recuperado con el Sistema de Manipulación Remota (RMS) para colocarlo luego en la nave durante el resto del vuelo.

El Programa que involucre a los estudiantes en el vuelo espacial, una competición organizada por la Asociación Nacional Científica de Profesores, con la NASA, y que anima a los estudiantes a presentar experimentos que les pueden calificar para volar en misiones futuras, realizará tres experimentos en este vuelo:

A. El desarrollo de un embrión de pollo en el espacio, por John C. Vellinger, de Lafayette, Indiana.

B. Los efectos de la ingravidez en la formación de cereales y la fuerza de los metales, por Lloyd C. Bruce, de St. Louis, Missouri.

C. Utilizar una membrana semi-permeable para dirigir el crecimiento del Cristal, por Richard S. Cavoli of Malboro, New York.

Descripción de las lecciones vivas

El viaje más remoto

Esta lección se basa en una cita hecha por la Profesora del Espacio Christa McAuliffe que describió su oportunidad de viajar al espacio como «el viaje más lejano».

Objetivos de los espectadores:

1. Observar las áreas mayores de la lanzadera y describir sus funciones.
2. Hacer una lista y describir la clase de actividades más importantes que llevan a cabo los miembros de la tripulación a bordo del cohete.
3. Comparar y contrastar las actividades diarias en micro-gravedad con las de la Tierra.

Descripción de las video-lecciones:

Esta lección desde el espacio comenzará en la cubierta del Challenger donde Christa McAuliffe presentará al comandante y al piloto y señalará los controles de lanzamiento, las computadoras y la nave con su carga.

Cuando llegue a la mitad de la cubierta, McAuliffe mostrará a los espectadores las clases de equipos y los procedimientos y métodos empleados para que los seres humanos vivan cómodamente y con seguridad en el entorno de microgravedad.

Dónde hemos estado, a dónde vamos a ir. Por qué

Objetivos del espectador:

1. Explicar las ventajas y desventajas de la manufacturación en un entorno de micro-gravedad.
2. Describir otros beneficios a que ha dado origen el programa espacial.
3. Anotar los modos cómo la estación modular espacial podría cambiar la vida de los seres humanos.

Descripción de las video-lecciones:

Cuando comience esta lección espacial, Christa McAuliffe se referirá al modelo de avión de los hermanos Wright y a la estación espacial propuesta por la NASA para que los espectadores recuerden que tan sólo 82 años separan los primeros vuelos de la vida espacial que puede realizarse hoy.

Christa McAuliffe les explicará las razones que tenemos para vivir y trabajar en el espacio, que abarcan cuestiones de astronomía, observación de la Tierra, experimentos a bordo del cohete, satélites en misión, revelado de materiales y avances tecnológicos.

Enseñanza de acontecimientos relacionados con la Misión 51-L

Lecciones vivas:

Como parte de la Misión 51-L, la profesora del espacio impartirá dos lecciones vivas. Estas lecciones están señaladas para el día sexto de la misión, a las 11:40 a.m. y a la 1:40 p.m.

PBS retransmisión:

El Servicio Público de retransmisión (PBS) transmitirá las dos lecciones vía «Westar IV». La PBS ofrecerá los programas a estaciones miembro que tendrán la exclusiva de ofrecerlas para los programas escolares. Se podrá obtener información específica sobre la transmisión PBS de las estaciones locales PBS, o escribiendo a los Programas Elementales y Secundarios PBS.

Observación de la Misión

(Retransmisión de los satélites a las escuelas).

La NASA hará posible que las escuelas equipadas con antenas «satellite dish» puedan captar las actividades diarias realizadas a bordo de la Misión 51-L. Este esfuerzo estará coordinado por «Classroom Earth», una organización dedicada a transmitir la transmisión por satélite a las escuelas primarias y secundarias. Las escuelas que participen recibirán en avance materiales educativos, horarios de TV, mapas orbitales, así como otras informaciones que prepararán a profesores y estudiantes a seguir todos los aspectos de la Misión 51-L. Bárbara Morgan, la profesora suplente, actuará como moderadora para estas emisiones especiales diarias.

LECCION 1.ª



«Vivir en el espacio»

CONCEPTO: El tamaño de las zonas del apartamento y la nave de carga «payload» del «Shuttle» sirve para determinar las actividades de la tripulación.

ACTIVIDADES

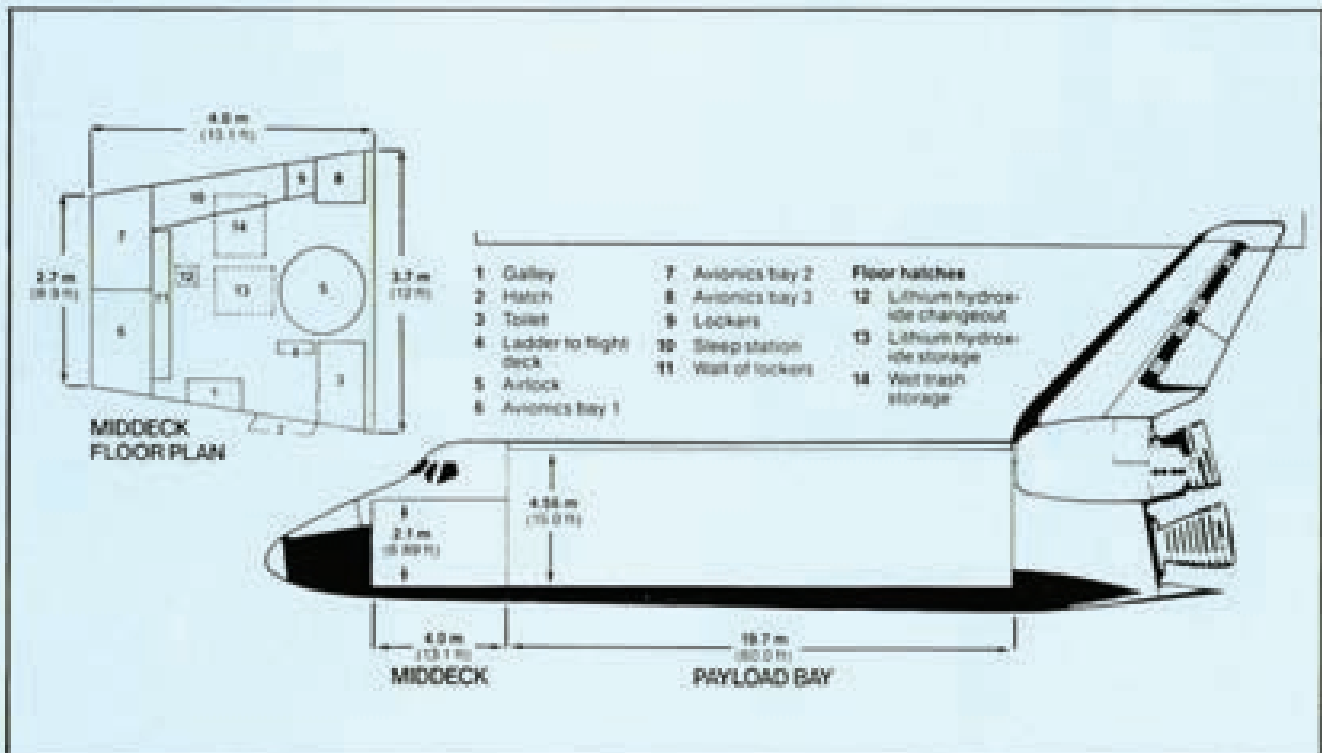
1. Que los estudiantes imaginen que han sido elegidos para una misión espacial. Que hagan una lista de cosas que les gustaría llevar como recuerdo. Informarles después que sus objetos de preferencia personal deben limitarse a 20 items separados que pesen un total combinado de 680 gramos. Pedirles que eliminen todo sobrepeso y que hagan de nuevo una lista con los items que consideran más importantes.

2. Que los estudiantes sugieran algunos objetos familiares grandes, de peso útil, para la nave de carga, y así obtener una idea de tamaño comparativo; por ejemplo, un camión remolque de juguete, un tanque o una bolera.

3. Reunir grandes cajas de cartón de las que se usan para embalar instrumentos y aparatos, para construir un modelo del apartamento. Que los estudiantes midan, corten y construyan un modelo de apartamento donde se pueda entrar. Invitar a las otras clases a ver estos ejemplos de carpintería de cartón.

4. Simular la cantidad de espacio disponible para la tripulación en una misión espacial midiendo y trazando las dimensiones del apartamento y la nave de carga.

5. Experimentar físicamente la cantidad de espacio disponible en el apartamento y en la nave de carga, siguiendo el dibujo adjunto.



1. Cocina
2. Escotilla
3. Servicios
4. Escalera
5. Escotilla
6. Bodega carga 1
7. Bodega carga 2

8. Bodega carga 2
9. Armarios
10. Dormitorio
11. Armarios

- * **Middeck Floor Plan:** Plano de distribución
- * **Middeck:** Entrecubierta
- * **Payload Bay:** Bodega de carga

LECCION 2.ª



«Factores humanos orbitales»

CONCEPTO: La planificación de la vida en estaciones espaciales o en misiones largas del «Shuttle» debe considerar los efectos de los factores humanos orbitales (OHF) en el comportamiento de las personas.

Que los estudiantes trabajen individualmente o en pequeños grupos para estudiar las cuestiones siguientes:

- ¿Cuáles son los efectos fisiológicos de la microgravedad?
- ¿Por qué es el ejercicio tan importante en la microgravedad?
- ¿Qué es la enfermedad del espacio? ¿Cómo puede ésta afectar al trabajo de la tripulación? ¿Cómo se está tratando?

ACTIVIDADES

1. Los «ritmos Circadianos» son algo que se debe tener en cuenta cuando se planifican las misiones espaciales. Los «ritmos Circadianos» son los ciclos de insomnio y descanso que experimenta cada individuo. La mayor parte de las personas, en un ciclo de 24 ó 25 horas, opera con seis u ocho horas de sueño, incluido en el ciclo.

a. Que los estudiantes busquen información general relacionada con el horario de la tripulación en el espacio.

b. Que los estudiantes hagan gráficos de sus propios ritmos circadianos durante una o dos semanas. Cada día deben anotar el tiempo que dedican al sueño, el momento de mayor actividad y cuando están relativamente inactivos. Comparar estos gráficos con los horarios que sigue la tripulación espacial.

c. Que los estudiantes recojan información sobre los efectos de los turnos de trabajo en los humanos, la explicación científica de la tristeza que se experimenta los lunes por la mañana y cuánto sueño necesitan las personas, en realidad. Invitar a un psicólogo o médico para que hable del sueño.

2. Que la clase explique por qué es necesario, para la mayor parte de las personas, inclinarse, para poder dormir bien. Comparar después este comportamiento para el sueño en la Tierra con el sueño en la microgravedad. Insistir en los cambios que supone dormir en microgravedad, pues no es necesario acostarse.

3. Discutir con los estudiantes la clase de atmósfera psicológica que debería existir entre una tripulación para vivir durante 6 ó 9 días en unos habitáculos pequeños de trabajo donde está programado todo, desde la hora de despertar hasta la de dormir.

a. ¿Qué clase de preparación sería necesaria en el entrenamiento del prevuelo para conseguir un equipo de trabajo que funcione bien?

b. ¿Qué otra clase de preparación debería tener este equipo para realizar conjuntamente trabajos de alta técnica?

4. Que los estudiantes inventen actividades recreativas propias de un entorno de microgravedad.

5. Varios de los miembros de la tripulación de la Misión 31-L tienen mucho interés por el arte. Al Comandante Scobee le gusta la pintura al óleo y la ebanistería; el piloto Smith hace trabajos de ebanistería; el especialista de la Misión, Resnick, es un pianista clásico; el especialista de la Misión McNair, es un saxofonista de Jazz; la profesora McAuliffe toca la guitarra, el piano y disfruta cantando, y la candidata suplente Morgan toca la flauta y el violín. Que los estudiantes nos digan cómo estas personas podrían continuar con sus hobbies durante el vuelo. Discutir por qué es muy importante tener hobbies diferentes del propio trabajo. Pedirles que hagan una lista de algunos de los suyos y que discutan los beneficios que reciben siendo miembros de un equipo, club o grupo.

6. Que los estudiantes describan sus actividades favoritas en casa y en el colegio. ¿Podrían disfrutar de estas actividades durante un vuelo espacial? Que busquen un hobby de sustitución.

7. Hacer un mural de clase en el que aparezca el autorretrato de cada uno de los estudiantes realizando su hobby favorito en el «Shuttle». Que representen

tan sólo aquellos que se podrían realizar en espacios pequeños y en microgravedad.

8. Cada miembro de la tripulación del «Shuttle» tiene una cassette stereo transportable con auriculares y puede llevar seis de 60 ó 90 minutos de música en un vuelo. Que los estudiantes seleccionen seis álbumes o cintas para llevar en el vuelo y que escriban un párrafo explicando su elección. Pedirles que escucharan tan sólo esta música durante la Misión 31-L. Al final del vuelo que pongan por escrito su reacción a esta selección. ¿Volverían a hacer la misma elección de nuevo? ¿Por qué? ¿Por qué no?

9. Los exploradores del Ártico y del Antártico tienen escritos detallados sobre la influencia de un entorno de soledad y frío sobre el comportamiento humano. Retar a los estudiantes para que investiguen en estos escritos y que los transmitan a la clase haciendo un paralelo entre sus ideas y los factores humanos orbitales. Discutir si (otros paralelos similares) se podrían trazar otros paralelos similares con exploradores de otros territorios.

10. Que los estudiantes interpreten lo que quiso decir Isaac Asimov cuando dijo: «A través de la historia de la humanidad, hemos extendido nuestro radio de acción por toda la extensión del planeta, cubriendo toda su superficie y llegando desde el fondo del mar hasta los límites de la atmósfera, y más allá de la Luna. Nosotros triunfaremos tan sólo si continuamos ampliando este radio de acción, y aunque el radio de acción potencial no es infinito, es increíblemente amplio. Con el tiempo llegaremos a cubrir todo el sistema solar y después nos dirigiremos hacia las estrellas». Isaac Asimov, en «Our Future in the Cosmos-Space». Conferencia en la NASA.

Que los estudiantes anoten su posición basándose en esta cita. Pedirles que defiendan o refuten la idea de limitar nuestra exploración de la Tierra. Pedirles que definan «nuestro mundo».

LECCION 3.ª



«Salud y supervivencia»

CONCEPTO: La tripulación espacial sigue rutinas específicas para solucionar los problemas de salud y de supervivencia en el espacio.

Describir y demostrar el pequeño espacio ($4 \times 3,7 \times 2,7$ m.) del «middeck» donde vive la tripulación. Que los estudiantes hagan una lista de las necesidades básicas que ellos creen se tienen que cubrir para vivir por un período de 7 días en un entorno de microgravedad. Que expliquen y defiendan sus respuestas.

ACTIVIDADES

1. Planificar el menú de un día, que cumpla los requisitos de la alimentación diaria. Determinar cómo se deben preparar los alimentos para almacenarlos, cómo se deben almacenar y cómo se deben preparar. Planificar un menú para 3 días, que se pueda conservar en la cartera de un niño. Comparar el espacio que ocupan y el peso de alimentos deshidratados, como sopa al instante, naranjadas y manzanas secas con sus equivalentes rehidratados. Hacer un gráfico que muestre los resultados.

2. Visitar o leer algo sobre la cocina o fogón de un barco. Comparar o contrastar con el fogón del Challenger.

3. Cuando se colonice el espacio, será necesario producir parte de las propias comidas. Discutir las implicaciones de la producción de comida en el espacio.

4. Los vestidos de la tripulación son iguales para los dos sexos, con excepción de la ropa interior. Comprende pantalones de algodón, pantalones cortos, camisetas, chaqueta de vuelo, camisas de manga corta y medias-babucha. Los miembros de la tripulación se mueven con frecuencia por todo el «Shuttle» y necesitan llevar y utilizar plumas, linterna, tijeras, tenedores, libreta de notas... Que los estudiantes dibujen vestidos acomodados a los accesorios y movimientos. Que consideren las necesidades vehiculares y extravehiculares. ¿En qué diferirán sus ropas de las que se usan en la Tierra?

5. Los astronautas suelen crecer por lo menos 2,54 ó 3,81 cm. tan pronto como entran en un entorno de microgravedad. Sus trajes espaciales están designados para acomodarse a este crecimiento temporal. Discutir con los estudiantes por qué crece el cuerpo y cómo se expanden en el espacio los espacios entre las vértebras. Investigar los cambios de los fluidos del cuerpo en la microgravedad. ¿En qué afecta esto a las condiciones de la vestimenta?

6. Los «logos» son representaciones simbólicas de los mayores objetivos de la misión espacial. Que los estudiantes se imaginen que a su clase se le ha asignado un viaje espacial. Que diseñen y preparen un «logo» para usar en sus vestidos, y que simbolice esa misión.

7. En el cohete espacial se necesita hacer mucho ejercicio, para que los huesos y los músculos no se deterioren en misiones largas. En un estado de aparente ingravidad, los huesos y los músculos no experimentan la misma resistencia que experimentan en la gravedad. Que los estudiantes comparen sus ejercicios corporales con los 15 minutos que se le recomiendan a los astronautas de ejercicio diario. Discutir por qué los

médicos mandan levantar y caminar a sus enfermos u operados tan pronto como les sea posible.

8. Hacer equipos de estudiantes que tomen la presión sanguínea y el pulso antes y después de tres minutos de fuerte ejercicio, luego, determinar el tiempo que se necesita para volver a un pulso normal y anotar todos estos datos. Invitar a un médico, enfermera, etc., para que ayude a los estudiantes a interpretar los resultados. ¿Qué variables podrían afectar a un cambio en el pulso y en la presión arterial durante y después de un vuelo espacial?

9. Que los estudiantes preparen una lista de ejercicios que no podrían hacer en el espacio y las razones por las cuales no los podrían llevar a cabo.

10. Los miembros de la tripulación del «Shuttle» tienen asignadas unas 2.800 calorías cada día de la misión. Que los estudiantes decidan si ellos creen que la tripulación necesitaría más o menos calorías en el espacio que en la Tierra. Que expliquen y razonen sus decisiones.

11. Estudiar las preguntas siguientes en su relación con necesidades similares en el espacio.

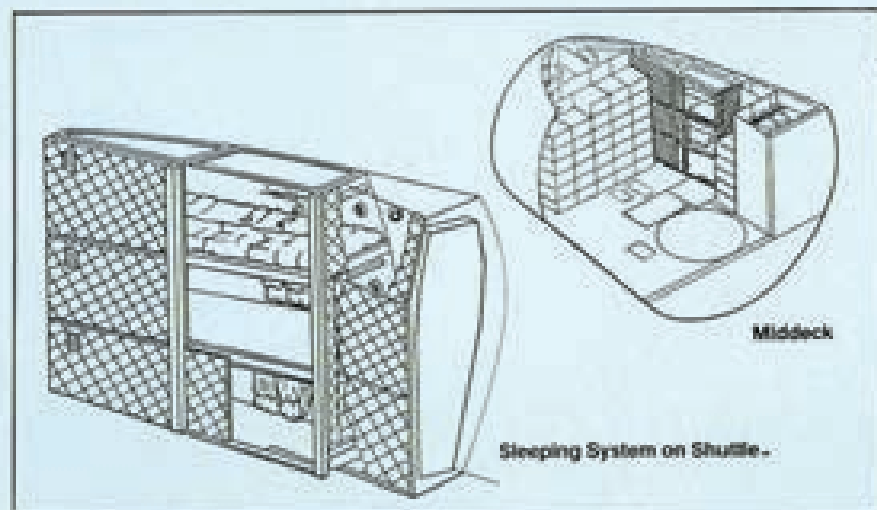
a. ¿En qué podríamos comparar la rutina de mantenimiento de la salud en los miembros de la tripulación del «Shuttle» con la tripulación de un submarino en patrulla activa?

b. ¿Qué clase de dieta equilibrada, ejercicio y sueño necesitas tú para funcionar al máximo en tus deportes y vida académica?

12. Muestra a los estudiantes una pintura o un modelo «Orbiter». Explicar que hay sistemas a bordo del cohete espacial que facilitan su funcionamiento y que mantienen con vida a la tripulación. Discutir con la clase cada uno de los 6 sistemas: alimentos, aire, agua, colocación de los desechos, energía y comunicaciones. Designar un grupo para cada uno de estos sistemas para comenzar un gráfico con la siguiente cabecera: a) nombre del Sistema; b) necesidad del Sistema; c) posibles problemas si el sistema no funciona. Por ejemplo: comida estropeada, pérdida de oxígeno, fuego, etc.; d) soluciones alternativas. Que los grupos comuniquen sus resultados a la clase.

13. Que los estudiantes investiguen los problemas que se encontraron y resolvieron en otros vuelos espaciales. Considerar, por ejemplo, la reparación del «Max Solar» (STS 41-C) y la reparación del «Satélite Syncom» (STS 51-D). Que los estudiantes escriban ensayos en los que expliquen las actividades de resolución de problemas en el espacio.

- **Objetivo:** Comparar las necesidades de la tripulación del «Shuttle» en el espacio con las mismas necesidades en la Tierra, en términos de entradas calóricas, sueño y ejercicio.



Middeck: Entrecubierta
Sleeping System on Shuttle: Dormitorio

LECCION 4.^a



«Desarrollo tecnológico»

CONCEPTO: Una estación espacial está designada para servir a varias funciones que facilitarán los estudios tecnológicos y el desarrollo de toda la humanidad.

Pedirle a los estudiantes que recuerden diferentes clases de estaciones espaciales vistas o leídas en historias de ciencia ficción o películas (Guerra de las Galaxias, Guerra en el Imperio de los astros, etc.). Insistir en que esas son versiones de ficción de algo que nunca ha existido, pero que la Estación Espacial será pronto una realidad.

ACTIVIDADES

1. La estación espacial cumplirá ocho grandes funciones: área viviente, laboratorio para ciencia y tecnología, observatorio permanente de la Tierra, servicio para las naves espaciales, estación para vehículos espaciales y peso útil, facilidades de manufacturación, depósito de almacenamiento y plataforma base para futuras actividades espaciales. Dividir la clase en pequeños grupos para estudiar cada una de las funciones de la estación espacial. Pedirle a los grupos que describan los detalles de su función, para compararla con un lugar o actividad que conozcamos en la Tierra, y que describan su posible aspecto con palabras e ilustraciones. Que los diversos grupos combinen todas las ilustraciones y hagan un collage gigante con este título: «Nuestra casa futura».

2. Los planes del presidente Reagan suponen la colaboración internacional para el uso y el desarrollo de la Estación Espacial. Discutir sobre esta potencial colonia internacional viviendo en el espacio.

3. Algunas de las razones para el establecimiento de una estación espacial incluyen la aventura, el comercio, la libertad, el crecimiento de nueva tecnología, la industria, el transporte, la manufacturación. Que los alumnos aporten otras razones posibles para la colonización del espacio.

4. Que los estudiantes se aventuren a predecir cómo llegarán a la estación los hombres procedentes de la tierra, cuánto tiempo permanecerán allí y cuándo regresarán. Que se ocupen de la posibilidad de que haya tickets en venta para el espacio en el año 2000. Que se imaginen lo que estarían haciendo para entonces y a dónde irán ellos o cualquier otra persona que conozcan. Predecir si la Estación admitirá tan sólo a trabajadores o si se permitirá también la entrada de visitantes.

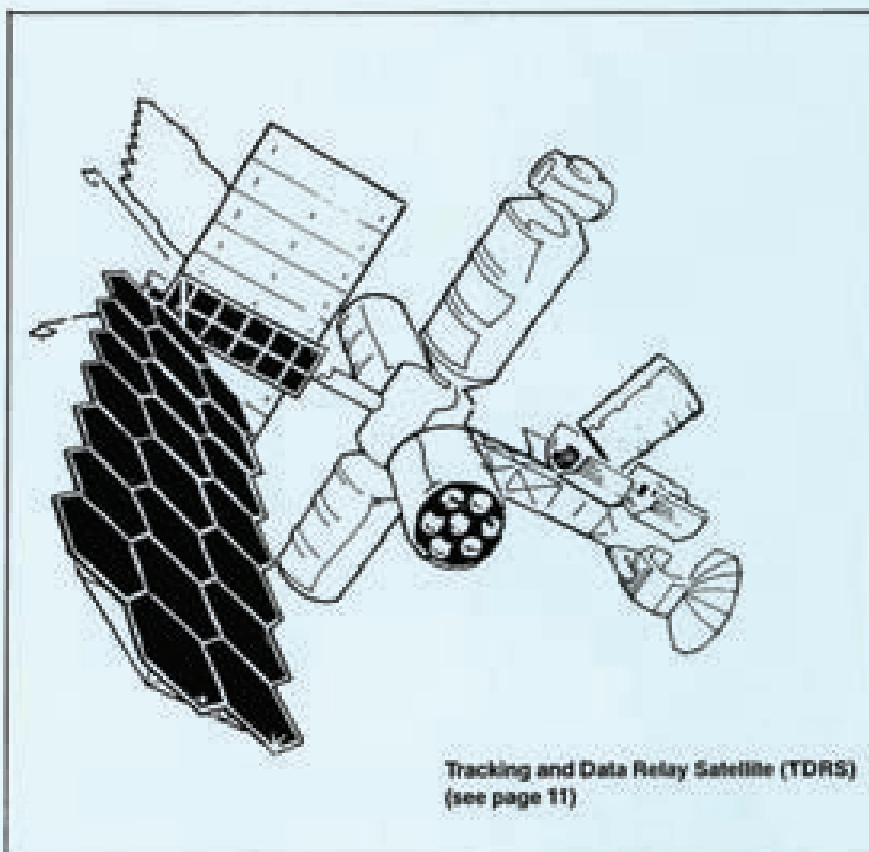
5. Que cada estudiante escriba un relato en primera persona sobre sus impresiones desde la Estación, como si fuese un nuevo habitante de la Plataforma. Que describan su viaje, su nuevo lugar de trabajo espacial y su trabajo concreto. Compartir las composiciones.

6. El concepto de Estación espacial va a ser una realidad para los estudiantes durante su vida. Hablar con ellos

sobre la clase de actividades y responsabilidades que se van a precisar en la Estación espacial. Que traten de conseguir un trabajo en la Estación. Que escriban una carta solicitando el puesto al personal directivo de la Estación.

7. Que los estudiantes consideren la pregunta siguiente: Las migraciones desde la Tierra a la Estación espacial, ¿serán similares a las migraciones que hubo en Europa al comienzo del siglo? Que los alumnos comparen los futuros colonizadores y pioneros del espacio con los primeros colonizadores y pioneros de América. Después de una sesión de «lluvia de ideas», que los alumnos organicen sus ideas para hacer una composición basada en la comparación y en el contraste.

8. Trabajar sobre la hipótesis de que a los estudiantes se les ha dado la responsabilidad de planificar una comunidad en la Estación Espacial. Pueden actuar como los planificadores de algunas famosas ciudades y comunidades americanas. Que hagan una lista con las instituciones, servicios, tareas, actividades, recreos y otras actividades que debería tener la comunidad. Hacer un gráfico amplio para mostrar las relaciones existentes entre los componentes de la comunidad.



Tracking and Data Relay Satellite (TDRS)
(see page 11)

Satélite de rastreo y de Transmisión de datos (TDRS)

LECCION 5.^a



«Trabajar y estudiar en el espacio»

CONCEPTO: Se necesitan diversos oficios para planificar, construir, operar y mantener la nave espacial.

Distribuir a la clase unas hojas con anuncios clasificados. Dividir la clase en grupos pequeños para que redacten las solicitudes para cada uno de los oficios de la tripulación del 51-L. Llevar al correo las solicitudes. Discutir sobre si conocen personas calificadas para llevar a cabo estos trabajos.

ACTIVIDADES

1. Philip Morrison, Profesor de Física en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, hablando en 1976 en un Simposio de la NASA, dijo: «... me parece que la imaginación todavía no ha conseguido transmitir a las personas, en general, qué clase de rol puede desempeñar uno en las exploraciones complejas de hoy día. Hay muchos porteadores indispensables, pero sólo unos pocos son los montañeros intrépidos». Que los estudiantes apliquen esto a la Misión 51-L y al programa espacial.

2. Pedirle a los estudiantes que piensen en lo que les gusta y que escojan dos tareas relacionadas con el espacio que creen les gustaría hacer: trabajar sobre las habilidades y entrenamiento necesarios para este tipo de tareas; deducir posibles aplicaciones de estas tareas; hacer solicitudes para trabajar en el espacio y preparar después una selección preliminar y un proceso de entrevistas para seleccionar dos candidatos para cada tarea.

3. La cooperación interpersonal es un elemento crítico para que la misión tenga éxito. Discutir el tipo de cualidades personales que deben poseer las personas elegidas para una misión y el tipo de cualidades que podrían causar algún problema.

Objetivos

1. Identificar las oportunidades de una tarea en la industria espacial.
2. Aplicar técnicas de toma de decisiones en pequeños grupos.
3. Discutir la interdependencia del personal para completar un proyecto.

1. Introducir el concepto de tareas mostrando dibujos del «Shuttles», de la estación espacial o del satélite. Que los estudiantes hagan una lista con los diversos tipos de trabajos necesarios para dibujar, construir, operar y mantener un «Shuttles», una Estación Espacial o un satélite. Discutir el error de que sólo los trabajos relacionados con el espacio son para los astronautas. Dividir a los estudiantes en grupos pequeños para que hagan una lista de todas aquellas tareas que creen pertenecen a esta categoría. Que cada grupo haga una ficha de todo ello.

2. Copiar cada tarea en una tarjeta índice. En la parte inferior, identificar el trabajo de acuerdo con una de las cuatro categorías y que cada estudiante seleccione una tarjeta para investigar.

3. Que los estudiantes hagan informes orales, en primera persona, sobre los trabajos, incluyendo sus calificaciones y entrenamiento.

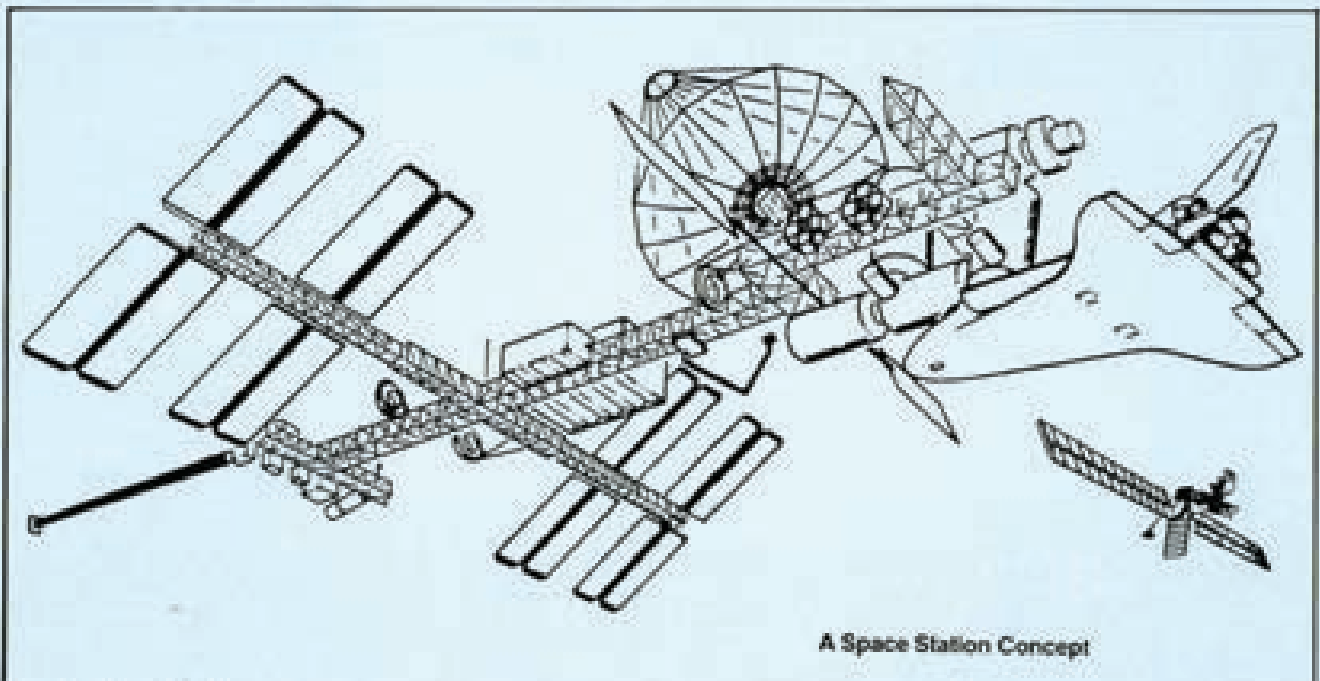
4. Dividir a los estudiantes en grupos teniendo en cuenta la categoría de su trabajo en la astronave. Darle a cada uno una tarea que requiera cooperación e interdependencia. El trabajo podría consistir en dibujar, construir, lanzar y hacer funcionar la nave, y mantenerla antes y después del lanzamiento. Advertir que los grupos tendrán que escoger líderes y otras personas para establecer contacto con los otros grupos, con objeto de mantenerlos todos coordinados. Señalar dos estudiantes para que observen las actividades de los otros cuatro grupos y para que comenten lo siguiente:

- Cómo toman decisiones los estudiantes dentro de sus propios grupos.
- Cómo se comunican los grupos entre sí.
- Si los planes terminados y el trabajo reflejan cooperación y organización.
- Si las personas llevaron a cabo el trabajo que requerían sus trabajos concretos, los que les habían asignado.

Los grupos deben hacer informes escritos de sus ideas y decisiones, hacer listas de tareas, planes boceto y dibujos para exponer y compartir.

5. Que cada grupo presente su trabajo a toda la clase. Que los dos estudiantes observadores presenten también sus comentarios y que acepten explicaciones y refutaciones de los grupos. Que los estudiantes preparen informes orales y escritos sobre los temas siguientes:

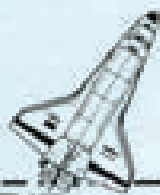
- La importancia de cualquier tarea que completa otros trabajos.
- Cómo se toman decisiones para completar una tarea.
- Cómo los trabajadores individuales realizan sus trabajos con otros mientras tratan de completar una tarea.



A Space Station Concept

Una estación espacial

LECCION 6.^a



«Derivados de la investigación»

CONCEPTO: El programa espacial ha producido beneficios y costes a los habitantes de la Tierra.

Dar algunos ejemplos de «derivados» recientes del programa espacial, incluyendo microminiaturización de electrónica; materiales de peso ligero; paneles solares; inventos computerizados de exploración médica; máquinas portátiles de rayos X; aparatos automáticos para la lectura de contadores; filtros de agua compactos; registradoras automáticas; luces de alta intensidad; «software» de microcomputadoras, etc. Que los estudiantes investiguen su propia lista. Que los estudiantes informen sobre un ítem; si el trabajo que éste realiza era posible antes de su aplicación espacial y cómo cambia este trabajo los estilos de vida en la Tierra. Que los estudiantes ilustren sus informes.

ACTIVIDADES

1. Que los estudiantes sigan investigando con más detalle tecnología «derivada» del espacio. Los profesores pueden localizar materiales por medio de los Centros de Recursos para el Profesorado, de la NASA.

a. Señalar un grupo de estudiantes para que hagan un catálogo de productos «derivados».

b. Que los estudiantes localicen información sobre productos específicos y que informen sobre su relación con el programa espacial; por ejemplo, ropas especiales para atletas que absorben el calor; programas computadora de análisis estructural; cómo soldar el plástico, etc.

c. Retar a los estudiantes a que creen un informe de impacto tecnológico y económico que destaque y analice el impacto de «derivados». Se podría informar de esto en formato oral o escrito, o por medio de un reportaje en video. Que otro grupo de estudiantes trate de crear el escenario opuesto: «¿Qué hubiera pasado si no hubiésemos continuado con el programa espacial?»

Aunque los «derivados» parecen que han mejorado la vida en la Tierra, algunos grupos e individuos creen que la tecnología ha producido también un enorme aumento de los costes. Haz un análisis de coste-beneficio y discute el tema.

2. Los satélites para la meteorología son otro beneficio de la tecnología espacial. Tal vez les guste a los estudiantes investigar e informar sobre las áreas siguientes: previsión del tiempo, informes televisivos, el sistema de satélites meteorológicos, el impacto económico de los satélites meteorológicos, y la posibilidad potencial de controlar el tiempo. Los estudiantes pueden preparar videos, informes, etc., sobre los aspectos controvertidos del tema.

3. Presentar una situación hipotética en la cual tú eres la NASA y quieres alquilar un contratista —cuatro estudiantes— para manufacturar algunas partes del «Shuttle» espacial. Darle a los 4 estudiantes una suma de dinero y un periodo de tiempo para «manufacturar» algunos paquetes de comida para el «Shuttle». Después que ellos dispongan de su dinero en la comunidad económica: el resto de la clase. Utilizar esta actividad para iniciarlos en el concepto del flujo circular de bienes y servicios. Que los estudiantes generalicen sobre el impacto de los gastos de la NASA.

4. Muchos de los impactos económicos de la NASA se sienten primero a nivel local. Las zonas que rodean el Centro Espacial Johnson, en Tejas y el Centro Espacial Kennedy, en Florida, son ejemplos obvios. Los estudiantes pueden generalizar sobre el impacto potencial de la NASA en una Comunidad, discutiendo el incremento de ventas al por menor, empleo, incremento de la renta per cápita y el aumento y aceleración creciente en la construcción de casas y carreteras.

5. Que los estudiantes especulen sobre el impacto económico futuro de los viajes espaciales y la colonización. Pueden utilizar un modelo de toma de decisiones para encontrar una respuesta hipotética, por ejemplo: cómo se establecerá una colonia espacial. El concepto clave podría ser el impacto económico de la colonia.

6. Invitar a los estudiantes a que investiguen la regulación de los satélites de comunicación (órbitas y frecuencias). Pueden enfocar el tema en un contexto económico o legal en el tiempo actual o en un tiempo futuro.

7. Aunque el propio «Shuttle» se puede volver a usar, el equipo y los ítems para la vida de la tripulación a bordo suelen ser objetos que se usan y se tiran. Que los estudiantes hagan una lista de ítems que se usan en el «Shuttle» y que indiquen si se pueden volver

a usar o no. Discutir la diferencia entre los términos «reusable» y «reciclables». Que los estudiantes determinen si alguno de los ítems de usar y tirar se podrían reciclar y discutir la posibilidad de tal idea.

8. Discutir las ventajas y los inconvenientes de los robots en el espacio y en la Tierra.

9. El TDRSS (Sistema de seguimiento y fechas de lanzamiento de los Satélites) es un ejemplo de los beneficios potenciales del vuelo actual. La Misión STS-51-L desplegará el TDRS-B, el segundo de tres satélites de comunicación que permitirá cubrir el vuelo del «Shuttle» y unos 26 satélites más. Presentar varios escenarios que impliquen la comunicación por satélite, una visión amplia de los juegos olímpicos, etc. Discutir cómo la comunicación por satélite está implicada en cada ejemplo y cómo la calidad, la rapidez y la seguridad de las comunicaciones se vería afectada sin el uso de los satélites.

10. Que los estudiantes formulen las preguntas que siguen en pequeños grupos, debates, ensayos escritos o discusiones.

a. ¿Por qué los primeros cohetes espaciales no estaban diseñados para desecharlos después de su uso? (limitaciones tecnológicas, cambios en el presupuesto, incremento de los costes).

b. ¿Qué ventajas proporciona el diseño de este «Shuttle» espacial? (resulta más económico en lo referente a dólares por carga útil, medios de conservación, habilidad para reparar satélites inoperables, dos modos de transporte, etc.)

c. ¿Qué consideraciones, en lo referente a volver a usar los aparatos, están involucradas con la estación espacial o bien otras facilidades espaciales «permanentes»? (consideraciones económicas similares).

d. Enumerar productos y modos de embalar materiales que se utilizan en la vida diaria y que deberían ser reciclados.

11. Que un grupo de estudiantes prepare un collage o mural donde aparezca tecnología espacial funcionando en la propia comunidad. Las comunidades deben permitir que esos murales se expongan o se pinten en los propios escaparates.

LECCION 7.ª



«Creación de nuevas empresas»

CONCEPTO: El programa espacial genera experimentos en diversos campos científicos.

Proporcionar a los alumnos algunos conocimientos en el uso de cristales en la comunicación. Explicar que el programa espacial ha aumentado las oportunidades para que los científicos estudien y cultiven cristales útiles. Discutir los beneficios potenciales de cultivar cristales en un entorno de microgravedad.

Objetivos:

1. Describir la estructura y comportamiento del cometa Halley.
2. Dibujar un cometa y poner por escrito sus partes diversas.
3. Explicar que las radiaciones de la luz ejercen presión.
4. Colocar radiación ultravioleta de un modo correcto en el spectrum electromagnético, y comparar su longitud de onda con la de la luz.

ACTIVIDADES

1. Que los estudiantes defiendan o ataquen la siguiente afirmación de Asimov: «Otra clase de estructura en el espacio abierto son las factorías o fibricas. No hay ninguna razón que impida que una buena parte de nuestras fibricas se establezcan en órbita. La contaminación que producen se puede descargar en el espacio».

Estudia las siguientes preguntas:

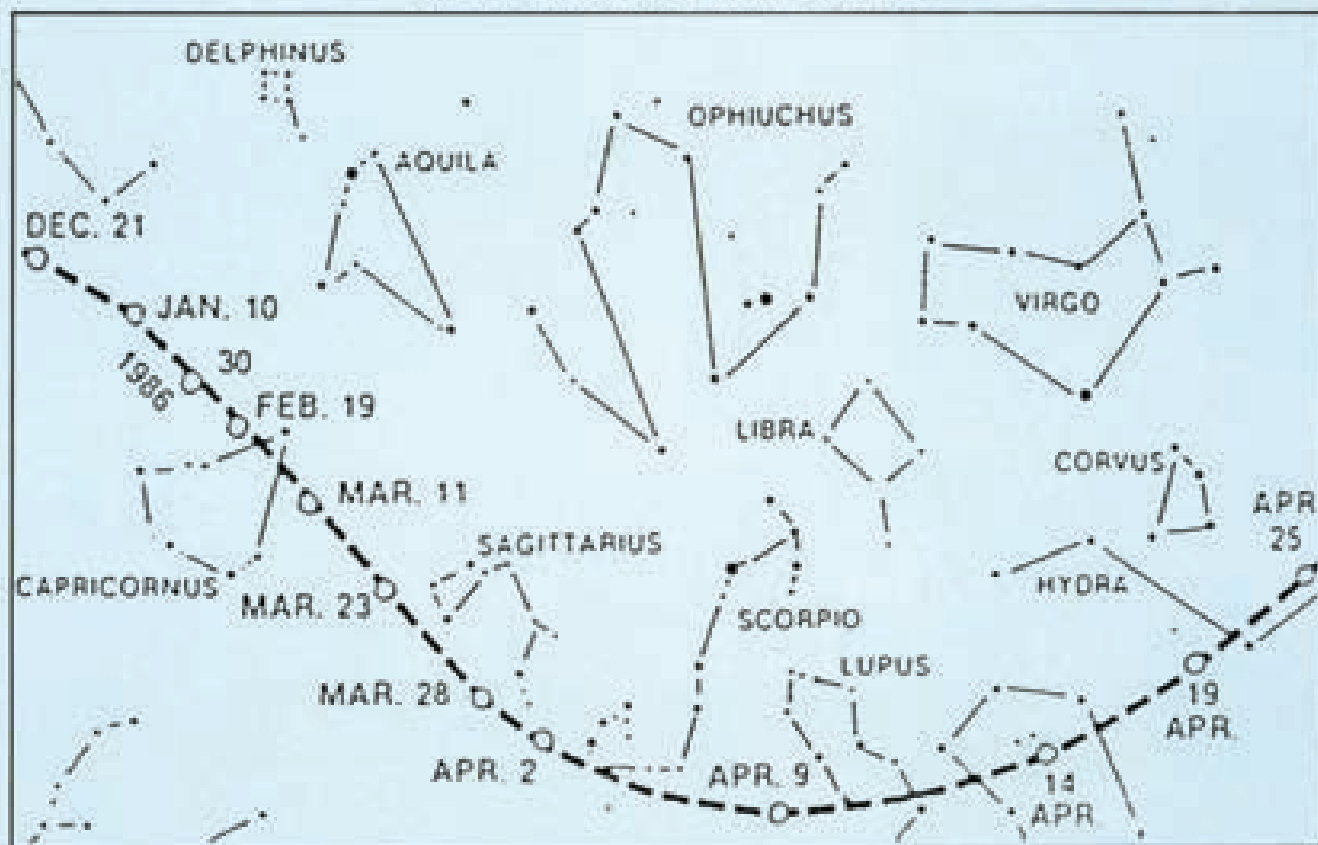
- a. ¿En qué se diferencia el proceso de cultivar un cristal de germanium o silicio (silicio) del proceso de cultivar cristales de azúcar o sal?
- b. ¿Cómo actuaría la microgravedad para purificar los metales con más facilidad?
- c. ¿Por qué algunos minerales forman cristales y otros no?

2. Pedirle a los estudiantes que preparen dos anuncios para convencer a los fabricantes que hagan experimentos a bordo del «Shuttle». Un grupo puede hacer un anuncio para una revista, el otro, anuncios para la radio, TV, etc. Las ideas pueden surgir en una sesión de «lluvia de ideas».

3. Explicar a los estudiantes que en el vuelo del día 3, el instrumento astronómico espartano se desplegó desde la zona del peso útil para examinar la cola del Cometa Halley. En este momento, la presión radioactiva procedente del Sol realizará la sublimación de materiales desde la cabeza del Cometa. Los espectrómetros ultravioleta que hay en el Espartano grabarán la radiación del Cometa invisible para el ojo humano. La unidad Espartana fue recobrada por el «Shuttle» en el vuelo del día 5. Cuando regrese a la Tierra, los datos serán analizados y comparados con otros datos ultravioleta recogidos por Laboratorios espaciales y satélites para ayudarnos a comprender el Universo.

4. Que los estudiantes que han contemplado recientemente el planeta Halley describan sus observaciones a los miembros de la clase. Hacer listas pertinentes en el encerado. Mostrar un gráfico o diagrama de la estructura y órbita del Cometa. Que los estudiantes usen el gráfico para localizar la posición del Cometa en referencia con la órbita del Sol-Tierra en el día de la observación.

TRAYECTORIA DEL COMETA «HALLEY»



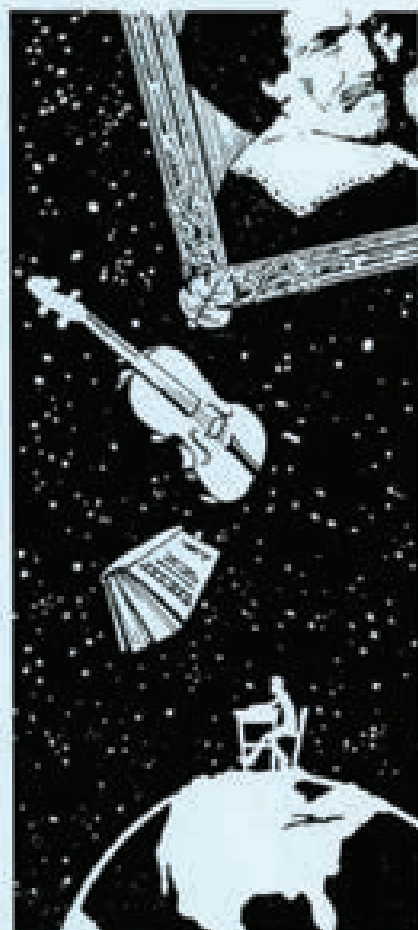
LECCION 8.ª



«Grabar la experiencia espacial»

CONCEPTO: El entorno espacial es un catalizador para expresiones creativas en arte, música y literatura.

Revisar con los estudiantes la música que a través de la historia ha sido resultado de la exploración, emigración y conquista: la salmodia del mar, canciones folklóricas de los Apalaches, Negros Espirituales, baladas del Oeste. Trazar el desarrollo de cada uno de ellos desde sus orígenes hasta el siglo XX, con las diversas interpretaciones. Que los estudiantes compongan o creen un tipo de música semejante para el espacio. Que escriban un párrafo sobre las razones que han tenido para escoger el estilo, la instrumentación y la letra.



ACTIVIDADES

1. Que los estudiantes músicos se imaginen que han sido nombrados para componer el tema musical de una misión espacial. Que identifiquen su estilo musical. Que señalen después el momento adecuado para que comience su composición = lanzamiento, entrada en órbita, sueño, paseo espacial. Que tarareen después la música o que expliquen el sentimiento de una pieza que muestre mejor la clase de trabajo que están dispuestos a componer. Que compongan un número determinado de compases.

2. Para conmemorar el 50 aniversario de la Sociedad Nacional de Ingenieros Profesionales, Richard Bales compuso para orquesta «El Espíritu de la Ingeniería». Que los estudiantes consideren qué clase de música sería capaz de captar el Espíritu de la Exploración, de la Ciencia, del Aprendizaje, o de la Misión 51-L (música de cámara, una marcha, una coral, etc.).

3. Que los estudiantes investiguen e informen sobre «¿Qué efectos ha tenido la exploración espacial sobre la música?» incluyendo una discusión sobre técnicas de grabación mejoradas como una función de tecnología electrónica avanzada y el uso de la electrónica en la composición y en la interpretación musical.

4. Leerle a los estudiantes la historia de la ópera de Gian Carlo Menotti: *Help, Help, The Globolinks!* y discutir con ellos las cualidades que hicieron de ella una ópera de la era espacial. Los estudiantes de Bachillerato podrían consultar con una Asociación local de Ópera sobre la posibilidad de representarla.

5. Que los estudiantes muestren su acuerdo o desacuerdo con los comentarios del novelista James Michener en un symposio de la NASA sobre el tema «Por qué explora el hombre». «Yo siempre he creído que un acontecimiento no ha tenido lugar hasta que ha pasado por la mente de un artista creativo, capaz de explicar su significado». Que expongan sus ideas en un trabajo persuasivo.

6. Después de discutir los módulos de una estación espacial, que los estudiantes dibujen sus propios conceptos y desarrollen sus propias ideas desde los diseños preliminares hasta los más detallados, para terminar con cuadros o impresos.

7. Que los estudiantes dibujen una Estación Espacial en diferentes estilos pictóricos (por ejemplo: realismo, expresionismo, género abstracto). Que pinten dos vistas: (1) La Estación Espacial vista desde el «Shuttle» y (2) la vista desde la Estación Espacial. Que escojan después una de las composiciones para explorar diversas técnicas = aguada, óleo, témpera y collage.

8. Hacer equipos de estudiantes de 5 u ocho personas (el número de la tripulación espacial) para que dibujen los

cortes transversales del interior del área del apartamento del «Shuttle» espacial. Que cada equipo escoja un color y un motivo decorativo para usar en su dibujo. El interior de la órbita del «Shuttle» es blanco. Discutir los gustos de las personas sobre colores y cómo algunos colores afectan al carácter de las personas y al sentido del espacio. Que los estudiantes comparen los colores de su clase, de la cafetería, del gimnasio y de una sala de su casa y discutan las razones por qué se escogen colores específicos. Que cada estudiante describa su preferencia personal por el diseño interior del «orbiter» y después, qué modificaciones se deberían llevar a cabo para acomodar los gustos de los otros miembros de la tripulación.

9. Discutir cómo los artistas interpretan su conocimiento del mundo: algunos pintan directamente de la naturaleza; otros pintan valiéndose de la experiencia y de la memoria; otros por medio de bosquejos de la naturaleza, y otros por medio de la imaginación. Que los estudiantes piensen en cómo debería trabajar un artista durante un vuelo espacial.

10. Leer poemas que mencionen cuerpos celestiales, personalidades aeroespaciales y objetos espaciales, desde canciones de cuna a poemas modernos, y comparar la literatura fantástica con los hechos reales.

11. Leer la obra de Gore Vidal «Visita a un pequeño planeta» y discutir si el visitante extranjero se parece o no a los «Earth-lings». Leer «Cyrano de Bergerac», de Edmond Rostand. ¿Son verosímiles algunos de los recursos para vuelos espaciales inventados por Cyrano?

12. Hablar con los estudiantes sobre autores de ciencia ficción —Isaac Asimov, C. S. Lewis, Julio Verne, H. G. Wells, Arthur C. Clarke—. Leer pasajes de alguno de sus libros y fijar alguno de ellos para información. Discutir con los estudiantes si alguna de las ideas predichas por los autores se han hecho realidad en nuestros días.

13. El astronauta Jeff Hoffman es un astrónomo. Que los estudiantes escuchen su descripción del espacio y que discutan su elección de palabras y secuencias de detalles que enriquecen la narración. «La vista de las partículas de hielo frente al «Shuttle» es como ... luciérnagas ... Son de colores diferentes. Algunos de aquellos colores son rojos ... la mayor parte son blancos ... algunos muy brillantes ... Y cuando el Sol se pone en el «Orbiter» los cristales de hielo desaparecen. Los últimos, antes de desaparecer, se vuelven rojos. Luego se esfuman». Más tarde dice: «Cuando uno mira afuera y ve la negrura del espacio y los cristales de hielo siguiéndonos todo alrededor, y la salida y puesta del Sol cada hora y media, cuando se mira al exterior y se ven las tormentas de luz lanzando sus rayos ... flotando sobre los Himalayas como hicimos nosotros anoche, las dos últimas órbitas, entonces es cuando sé que estoy realmente en el espacio».

LECCION 9.^a



«Nuevas formas de comunicación»

CONCEPTO: El programa espacial engendra relatos, informes, historias y otras formas de comunicación.

Que los estudiantes representen el papel de un periodista corresponsal al que se le ha asignado el trabajo de cubrir el vuelo de la Profesora espacial. Pedirles que escriban la relación de estas noticias y un pequeño trabajo escénico basado en una fase del acontecimiento.

Objetivos

1. Escribir artículos que se pueden publicar en un periódico estudiantil.

2. Publicar un periódico estudiantil sobre el espacio y sobre la Profesora del Espacio.

1. Las mejoras tecnológicas en la comunicación por medio de satélites ha facilitado a los editores imprimir periódicos con gancho nacional. La TV y la radio reciben y envían sus mensajes vía satélite y microondas, haciendo posible con esto que todos nosotros podamos seguir los acontecimientos mundiales. El Proyecto de la Profesora espacial no es una excepción. Mientras que los mass media comerciales transmiten el acontecimiento, los estudiantes pueden seguir la misión desde su propia perspectiva, en su propio periódico.

2. Distribuir periódicos actuales a grupos de estudiantes. Discutir las funciones de varias clases de historias y tratar de que los estudiantes identifiquen las partes del periódico: comentarios de noticias, editoriales, comics, anuncios, etc. ¿Serán los periódicos diferentes o similares, en el futuro?

ACTIVIDADES

1. El astronauta Jeff Hoffman mantuvo un audio-diario de su misión de abril de 1985. Discutir si esto es un ejemplo de historia oral. Hablar con ellos sobre la función de la historia oral. Pedir una copia de esta cinta en el Fichero de la Radio Nacional Pública. Después de escucharla, discutir si resulta más interesante oír que leer sus palabras.

2. La comunicación oral es una función vital del esfuerzo por conquistar el espacio. Que los estudiantes te ayuden a hacer un gráfico sobre las clases de roles y funciones de la comunicación oral durante el lanzamiento, el orbitaje y regreso del «Shuttle». Hacerles comprender que por cada rol de comunicación hay también un rol de escucha.

3. Hacer una «lluvia de ideas» sobre los modos en que se usan las habilidades de comunicación en lectura, escritura, escucha y uso de la palabra durante las actividades de entrenamiento para la misión y mientras se está llevando a cabo.

4. La profesora McAuliffe va a llevar un diario sobre sus experiencias espaciales. Haz una lista de personajes que lo hayan llevado también. Discutir por qué los diarios son importantes para las generaciones posteriores.

5. El segundo participante en el vuelo espacial va a ser un periodista. Que los estudiantes consideren las razones por las cuales se ha seleccionado para el vuelo a un profesional de la escritura, y por qué también les gustaría participar en él a otros escritores (poetas, autores de ciencia ficción). Preguntarle a los estudiantes qué otras profesiones relacionadas con la comunicación deberían estar también representadas en el programa de participación espacial, y hacer una lista de ellas en orden de importancia.

6. El lanzamiento de una misión y su cobertura continua expone a los estudiantes a la jerga del espacio. Con los estudiantes, comienza a hacer una lista de todos los términos que han sido «acuñados» por el programa espacial. Colocar cada término o sigla con su definición en un fichero. Colocarlos en torno a la clase, añadiendo los nuevos por orden alfabético.

7. A medida que la misión 51-L progresa, que los estudiantes recojan todos aquellos artículos, dibujos y cualquier otro detalle gráfico que encuentren. Al final de la Misión, hacer un collage para la clase, subrayando los detalles que los estudiantes encuentren más significativos.

8. Pedirle a cada uno de los estudiantes que escojan su parte favorita de la misión que haya aparecido en las lecciones vivas. Permitirles que seleccionen su mejor modo de información comunicativa sobre esa parte: informe oral, párrafo escrito, reportaje, dramatización, role-playing, etc.

9. Identificar acontecimientos clave en la historia del vuelo espacial y expresarlos con una cronología práctica. Especular sobre acontecimientos futuros del espacio.

10. Usar el Cometa Halley como un trampolín para la investigación histórica. Los datos de referencia de sus retornos son 1652, 1758, 1835-1836, 1910, 1986 y 2062. Pregunta clave: ¿cómo era la vida durante las venidas pasadas del Cometa Halley? ¿Cómo crees que será la vida cuando aparezca de nuevo en 2062?

II. Proyectos posibles:

a. Método del tiempo-cápsula. Que los estudiantes creen un tiempo-cápsula que refleje la vida en los EE.UU. en 1986. Que comparen el contenido de su cápsula con los contenidos esperados de otros años de referencia utilizando listas inventario.

b. Método del tiempo-marco. Que los estudiantes imaginen que se está haciendo un vídeo titulado «Historia del mundo. Parte I». Se incluirá en él todo lo sucedido desde el principio hasta los momentos actuales. Su tarea es preparar bien sea de un modo visual, oral, por escrito, en parodia o en vídeo-viñetas los marcos o escenarios de aquellos años de referencia en los que estaba presente el Cometa Halley. Los temas en estos marcos del tiempo pueden incluir estilos, vivienda, tecnología, alimentación y agricultura, moneda, fabricación, gente y acontecimientos importantes, clases de gobierno, ciencia médica, condiciones sociales y económicas, música, danza y entretenimientos.

12. Discutir la relación de los acontecimientos siguientes con temas históricos:

a. ¿Crees que hay una raza espacial? ¿Por qué y cómo se desarrolló?

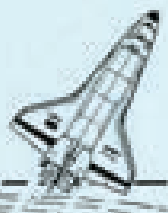
b. ¿Qué otros temas y acontecimientos corren pareja con la raza espacial?

c. ¿Qué temas sociales están relacionados con la historia espacial?

d. ¿Qué evidencia hay de que la competición internacional ha sido sustituida por la cooperación?

e. ¿Cómo han afectado los temas económicos a las actividades espaciales?

LECCION 10.ª



Dejar constancia de la experiencia espacial

CONCEPTO: A medida que aumenta en el espacio la presencia humana, se necesitan nuevas leyes y toma de decisiones.

Hacer una lista de problemas potenciales sobre leyes y gobierno del espacio: derechos de los viajeros espaciales, repatriación de astronautas, problemas sobre responsabilidades, pertenencia o control sobre áreas o cuerpos celestes. Averiguar las leyes actuales sobre el espacio. Para introducir el tema, presentar el problema siguiente:

Varios satélites geosincrónicos giran sobre la Tierra. ¿Quién determina el derecho de elegir las órbitas de estos satélites y quién asigna la transmisión de frecuencias? (Las Naciones Unidas, La Unión Telefónica Internacional, ITU, tiene un brazo especial, el WARC (Conferencia Administrativa Mundial de Radio) para hacer esas asignaciones).

Designar estudiantes para que investiguen la red de U.N. y las agencias espaciales intergubernamentales que son las que establecen y refuerzan las leyes espaciales.

ACTIVIDADES

1. Que los estudiantes investiguen las orientaciones y principios existentes para el gobierno del espacio. Repartir copias de las estipulaciones del Tratado sobre «Principios que regulan las actividades de los Estados para la Exploración del Espacio Exterior, con inclusión de la Luna y otros Cuerpos celestes». Discutir con los estudiantes por qué se llama a esto la Carta Magna del Espacio.

2. Dar ejemplos específicos de circunstancias que los estudiantes podrían clasificar valiéndose de la estipulación adecuada del Tratado. Por ejemplo:

«Un país no puede reclamar territorio alguno en el espacio». «Todo país debería regular las actividades espaciales de sus ciudadanos».

3. Que los estudiantes hagan editoriales, comentarios o viquetas relacionados con problemas especiales de la ley del espacio.

4. Que los estudiantes inventen un régimen para el espacio exterior tal como creen que debería de funcionar. La «Star Trek Federation» es un buen ejemplo hipotético. Algunas consecuencias en torno al tema de la creación de un régimen puede ser una nación —un voto «versus» votos basados en contribución, imposición, jurisdicción y salas de justicia.

«Esta noche doy órdenes a la NASA para que desarrolle una estación espacial, habitada permanentemente, con intención de llevarlo a cabo dentro de una década». (Ronald Reagan, enero 25, 1984).

Preguntarle a los estudiantes por qué el Presidente tomó esta decisión, comprometiendo enormes cantidades de dinero nacional en unas circunstancias en que los déficits del presupuesto eran elevados.

Introducir el concepto de un modelo o proceso de toma de decisiones. Usar ejemplos de otras decisiones espaciales clave, tales como el aterrizaje en la Luna, o preguntarle a los alumnos qué ideas tienen sobre el tema u otras decisiones históricas. Reforzar los conceptos de metas, alternativas y resultados esperados.

5. Usar el modelo «Spaceship Decision-Makings», que aparece en la ilustración de la página 4, para «pasear a través» de la «Space Station decisions» con la clase. Aplicar el modelo a diversos problemas de orientación espacial. Se pueden investigar y evaluar decisiones históricas, en lo referente a la «exactitud». Las decisiones de actualidad se pueden seguir muy de cerca, las futuras se pueden considerar. Esto se puede hacer individualmente, en grupos pequeños o toda la clase.

a. Decisiones históricas:

- 1) Creación de la NASA.
- 2) Triunfo de Kennedy al alcanzar la Luna antes de 1970.
- 3) Participación de otros países en los esfuerzos espaciales primitivos.
- 4) Continuación del Apolo después de las muertes de 1967.
- 5) Inclusión de mujeres astronautas.
- 6) Apolo/Soyuz, misión conjunta.

b. Decisiones actuales:

- 1) Compartir datos científicos con otras naciones.
- 2) Utilización por los gobiernos de los datos de observación de satélites desde la Tierra.

3) Factores de Coste.

4) Misiones espaciales tripuladas versus misiones espaciales no tripuladas.

c. Decisiones Futuras:

- 1) Colonización espacial.
- 2) Fabricación espacial o facilidades de explotación.
- 3) Empresas espaciales internacionales.
- 4) Aterrizaje en otros planetas.

6. Un tratado de Principios de Gobierno para las actividades de los Estados en el Uso y Exploración del espacio exterior, con la inclusión de la Luna y otros cuerpos celestes. El tratado se firmó en enero de 1967. Este «Tratado para el espacio exterior» o «Carta espacial» es conocido por muchas personas como la Carta Magna del espacio. Las estipulaciones del Tratado declaran que:

1) A las actividades espaciales se aplicará la ley internacional y la Carta de las Naciones Unidas.

2) El espacio exterior y los cuerpos celestes son propiedad de la Humanidad, y sólo se utilizarán para objetivos pacifistas y para beneficio de todos los hombres.

3) Se prohíben en el espacio las armas nucleares, las armas de destrucción masiva, las bases militares y las maniobras.

4) El espacio exterior será libre para la exploración, uso e investigación científica.

5) No se admitirán reclamaciones de soberanía o territorio por parte de las naciones sobre terrenos espaciales «por medio del uso u ocupación o por cualquier otro medio».

6) La jurisdicción sobre objetos espaciales lanzados desde la Tierra pertenecerá al Estado que los ha lanzado.

7) Se le reconoce libertad a los intereses privados para actuar en el espacio, pero esto mientras que un gobierno o un grupo de gobiernos de la Tierra lo autorice y ejerce una supervisión continua sobre sus actividades. Las potencias firmantes del acuerdo (78, con la inclusión de los EE.UU. y la Unión Soviética) tienen con todo el deber de supervisar las actividades de otros ciudadanos y las empresas comerciales en el espacio.

8) Los gobiernos son responsables de los daños causados en la Tierra por sus objetos espaciales.

9) Los astronautas son «Enviados de la Humanidad» y tienen derecho a no sufrir interferencias y a todo tipo de asistencia en situaciones difíciles.

10) El estorno natural de los cuerpos celestes no se debe desbaratar de un modo grave, y la Tierra no debe ser contaminada por organismos extraterrestres.

SUPLEMENTO PEDAGOGICO AL «INFORME NASA» (Documento de la Revista PM)

La enseñanza de las ciencias experimentales en un centro educativo



El Proyecto Educativo de un Centro Escolar debe contemplar con todo detalle la enseñanza de las Ciencias Experimentales. Aportamos al «INFORME NASA» un Documento de la Revista PM que ha sido elaborado en un Congreso organizado por los padres y profesores como aportación al currículum escolar en el que las ciencias experimentales deben un lugar determinante en la formación de los alumnos. Tal como suele hacerse en la técnica de redacción de Proyectos, señalamos en primer lugar una serie de hipótesis básicas (1.ª parte) y, en segundo lugar, los objetivos concretos que han de tenerse en cuenta (2.ª parte).

1. PRESUPUESTOS BASICOS

1.1. Necesidad de una cultura científica.

1.1.1. Una sociedad que cambia rápidamente como consecuencia de los avances científicos exige una educación científica en consonancia con el reto que plantea el cambio.

Los alumnos que tenemos hoy en nuestras aulas serán los hombres que tomarán las decisiones en el año 2000, y entonces muchos de los problemas de la sociedad y sus posibles soluciones están ligados al conocimiento de la realidad y el progreso de las ciencias.

1.1.2. A medida que la ciencia se integra más ampliamente en los distintos aspectos de nuestra cultura, se hace más relevante su importancia como parte de la educación de la persona.

Y muchas veces el problema radica en que nuestra sociedad es notablemente tolerante con la *incultura científica de los ciudadanos*, al tiempo que exigente con el nivel cultural en áreas artístico-literarias. Esta posición pronto nos resultará incómoda, aunque sólo sea por pragmatismo. Al lado de la necesidad de una cultura humanística se sitúa la necesidad de una educación científica, dadas las implicaciones continuas de la técnica y la ciencia en la vida material, social e intelectual de nuestros días.

1.1.3. La cultura científica de los alumnos ha de capacitarles para *resolver (buscar solución a) problemas reales*, en donde los enunciados no son unívocos, los planteamientos pueden ser divergentes, las respuestas pueden ser varias y normalmente no existe nadie que pueda decirnos si nuestra solución es o no correcta.

Por muy incómodo que este planteamiento nos pueda resultar, si la escuela ha de preparar al alumno para la vida, es bueno que en ella el alumno comience a aprender a plantearse problemas tal como los presenta la vida.

1.2. La ciencia como realidad cambiante, producto de la actividad humana.

1.2.1. Las leyes, principios, teorías, modelos, que ha elaborado la ciencia, deben presentarse como *provisionales* que son, y no como *verdades irrefutables*.

La enseñanza de las ciencias, por tanto, debe basarse en aquellas informaciones que tienen capacidad de supervivencia, así como en las estrategias y modos de investigación que faciliten la adaptación de los conocimientos de las nuevas demandas de la sociedad.

Durante siglos se diseñó el programa de ciencias con la idea de que el mañana no sería muy diferente del ayer. En el mundo científico esto ya no es posible, hay que educar al alumno sin dogmatizar la realidad científica presente, mentalizándole para asimilar y generar críticamente el cambio.

1.2.2. Es el hombre quien ha elaborado la ciencia, y el niño debe vivir esta *experiencia de creación científica*. Aunque no descubra cosas nuevas para la humanidad, siempre descubrirá cosas nuevas para él.

Una tarde fundamental de la educación científica es, por tanto, *enseñar a investigar*, de forma que el alumno alcance las técnicas y habilidades de investigación que sean los instrumentos de su aprendizaje individual.

Al tener como objetivo de la enseñanza la formación de una cultura científica, las estrategias para el aprendizaje deben estar en función de aquellas condiciones que lleven a una comprensión de la estructura del conocimiento científico y de las formas de investigación. De esta manera, el método de enseñanza, la selección de los materiales de trabajo, los distintos tipos de actividades están en estrecha relación con el que se alcancen los objetivos de la educación científica. En este orden de cosas debe recordarse que las palabras facilitan el desarrollo de los conceptos sólo cuando se entienden las ideas que aquellas simbolizan. La verbalización sin compren-

sión es estéril, sin sentido y muchas veces frustrante.

1.2.3. *El trabajo de laboratorio y de campo es esencial en la enseñanza de las ciencias*. Para alcanzar su gran valor educativo el trabajo de laboratorio debe proporcionar a los alumnos ocasiones para que interpreten por sí datos y observaciones. Un laboratorio es un lugar para investigar sobre ideas, comprobar teorías y plantear preguntas.

1.3. La ciencia como método y actitud.

1.3.1. La ciencia implica una actitud que se concreta en un deseo de *conocer y comprender (curiosidad)*, dado que el conocimiento es deseable *per se*, y suponiendo que, aunque las preguntas son infinitas, las respuestas son finitas.

1.3.2. La ciencia es también un *dudar de todas las cosas*, un *necesitar y exigir pruebas (espíritu crítico)*, dado que en ciencia no existe el conocimiento perfecto (la verdad) ni nadie que lo posea.

Los datos (hechos) y las generalizaciones son formas del conocimiento, y, como tales, pueden ser asimiladas y contrastadas, pero las hipótesis, leyes y teorías sólo tienen sentido en función de unas pruebas. *La búsqueda de pruebas es un acto altamente creativo*.

1.3.3. La ciencia implica un *respeto a la lógica*, como instrumento abierto para la evaluación del razonamiento de uno por parte de los demás.

1.2.4. La actitud científica también consiste en un *saber considerar los propios condicionantes y limitaciones*, tanto externos como internos (aquellas predisposiciones y paradigmas que configuran nuestro pensamiento), así como las consecuencias e implicaciones de las ideas, tanto en la estructuración del conocimiento como en la interacción con la sociedad.

1.3.5. La ciencia es también un *método* que implica procesos como *observar y medir, descubrir, buscar regularidades, elaborar hipótesis y verificarlas, generalizar, enunciar leyes y teorías, proponer modelos y aplicar las generalizaciones deducidas*.

OBJETIVOS DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

- | | |
|---|--|
| <p>A-1 Conocimiento de hechos concretos</p> <p>A-2 Conocimiento de terminología científica</p> <p>A-3 Conocimiento de conceptos científicos</p> <p>A-4 Conocimiento de convenios</p> <p>A-5 Conocimiento de clasificaciones y criterios de clasificación</p> <p>A-6 Conocimiento de técnicas y procedimientos científicos</p> <p>A-7 Conocimiento de principios, hipótesis y leyes</p> <p>A-8 Conocimiento de teorías y modelos</p> <p>A-9 Identificación de un conocimiento en un contexto distinto</p> <p>A-10 Paso del conocimiento de una forma simbólica a otra</p> <hr/> <p>B-1 Observación de hechos, objetos y fenómenos</p> <p>B-2 Descripción de las observaciones usando el lenguaje adecuado</p> <p>B-3 Medición de propiedades y cambios</p> <p>B-4 Selección de los instrumentos adecuados de medida</p> <p>B-5 Idea del error cometido en la medida. Medidas estimativas</p> <hr/> <p>C-1 Comprensión de un problema</p> <p>C-2 Formulación de una hipótesis de trabajo</p> <p>C-3 Selección de pruebas para la verificación de la hipótesis</p> <p>C-4 Planificación de experiencias adecuadas</p> <hr/> <p>D-1 Recogida de datos experimentales</p> <p>D-2 Elaboración de relaciones a partir de los datos</p> <p>D-3 Interpretación de los datos y observaciones experimentales</p> <p>D-4 Interpolación, extrapolación y predicción</p> <p>D-5 Evaluación de una hipótesis a la luz de los datos obtenidos</p> <p>D-6 Formular generalizaciones garantizadas por las relaciones encontradas</p> <hr/> <p>E-1 Reconocer la necesidad de un modelo teórico</p> | <p>E-2 Formulación de un modelo apropiado</p> <p>E-3 Especificación de los hechos y fenómenos explicados por el modelo</p> <p>E-4 Deducción de nuevas hipótesis a partir del modelo</p> <p>E-5 Interpretación y evaluación de las pruebas que avalan un modelo teórico</p> <p>E-6 Formulación de un modelo revisado</p> <hr/> <p>F-1 Aplicación a nuevos problemas en el mismo aspecto de la ciencia</p> <p>F-2 Aplicación a otros problemas en otros campos científicos</p> <p>F-3 Aplicación a problemas no científicos</p> <hr/> <p>G-1 Desarrollo de habilidades en el manejo de instrumentos de laboratorio</p> <p>G-2 Uso de las técnicas de laboratorio con destreza y seguridad</p> <hr/> <p>H-1 Manifestación de actitudes favorables hacia el mundo de la ciencia</p> <p>H-2 Aceptación del método científico como una vía de conocimiento</p> <p>H-3 Adopción de «actitudes científicas»</p> <p>H-4 Satisfacción en el aprendizaje por la experiencia</p> <p>H-5 Desarrollo del interés por actividades científicas</p> <p>H-6 Desarrollo del interés por seguir una carrera científica</p> <hr/> <p>I-1 Relacionar y distinguir las diferentes formas del conocimiento científico</p> <p>I-2 Reconocer las limitaciones de una explicación científica y la influencia de la investigación científica en la filosofía</p> <p>I-3 Valoración de la perspectiva histórica de la Ciencia</p> <p>I-4 Valorar la relación entre la Ciencia, la Tecnología y la Economía</p> <p>I-5 Valorar las repercusiones sociales de la investigación científica y sus consecuencias</p> |
|---|--|

KLOPPER, L. E., «Evaluation of learning in Sciences», en B. S. BLOOM et al., *Handbook on formative and summative evaluation of Student learning*, Nueva York, McGraw Hill, 1971, pp. 562-563.