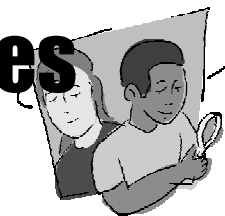


S4: Interpretando las Razones para el Cambio Estacional



Objetivo General

Comprender las causas de las estaciones, con especial énfasis en la inclinación de la Tierra y su forma esférica.

Visión General

Los estudiantes estudian cómo se propaga la luz del sol sobre la Tierra, en diferentes épocas del año, poniendo énfasis en los solsticios y los equinoccios. Investigan el efecto de la inclinación de la Tierra ante la irradiación de la luz del sol, creando diferentes modelos de inclinación mediante poliedros tridimensionales, construidos en papel. Realizan cálculos de la intensidad relativa del sol que reciben los Hemisferios Norte y Sur, para comprender las diferencias estacionales entre ambos hemisferios.

Objetivos Didácticos

Los estudiantes pueden explicar correctamente cómo la inclinación de la Tierra es la causante de las estaciones.

Pueden interpretar también el efecto de esta inclinación sobre las estaciones y el clima global, en diferentes escenarios.

Pueden utilizar visualizaciones en color y modelos espaciales para comprender los fenómenos u solucionar problemas.

Conceptos de Ciencias

Ciencias del Espacio y de la Tierra

Las estaciones son el resultado de las variaciones de la radiación solar, como consecuencia de la inclinación del eje de rotación de la Tierra.

El sol es la fuente principal de energía de la superficie de la Tierra.

La radiación solar es la que dirige la circulación atmosférica y del océano.

El sol es una fuente principal de energía para los fenómenos que se dan lugar en la superficie Tierra.

Ciencias Físicas

El sol es una fuente principal de energía para los cambios que se dan en la superficie Tierra.

Ciencias de la Vida

La luz del sol es la fuente principal de energía para los ecosistemas.

La energía para la vida proviene principalmente del sol.

Los sistemas vivos necesitan un aporte continuo de energía para mantener sus organizaciones físicas y químicas.

Habilidades de investigación científica

Crear modelos y analizar cómo cambian con el tiempo las relaciones tridimensionales

Analizar patrones en visualizaciones en color

Crear un modelo tridimensional desde un solo plano

Usar herramientas y técnicas apropiadas. Desarrollar explicaciones y predicciones basadas en la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Uso de matemáticas apropiadas para el análisis de datos.

Compartir resultados y explicaciones.

Tiempo

Dos o tres clases de 45-minutos

Nivel

Medio, Secundario

Materiales y Herramientas

Un Globo (si no es posible, se puede utilizar cualquier tipo de esfera, como un balón por ejemplo)

Retroproyector de transparencias para el debate en clase.

Cartulina para formar un poliedro tridimensional, una hoja para transportar un círculo de luz solar, unas tijeras, una cinta adhesiva para cada grupo.

Preparación

Colocar una cuadrícula (*Figura EA-S4-3*) sobre una transparencia.

Formar un poiledro tridimensional con una plantilla de papel.

Dividir a los alumnos en grupos de 2-3.

Requisitos Previos

Los alumnos se deben familiarizar con el uso de visualizaciones en color. Se recomiendan Aprender a utilizar Visualizaciones: Ejemplo de Altitud y Temperatura y Actividades de Aprendizaje de Realiza tus Propias Visualizaciones del capítulo de Atmósfera.

Antecedentes

La mayoría de las zonas de la Tierra experimentan variaciones estacionales durante el año: dependiendo de de la estación, puede hacer frío, calor, puede llover, o haber sequía, en diferentes lugares. También puede variar la cantidad de horas de luz solar: las latitudes cercanas a los polos experimentan casi 24 horas de luz en pleno verano y casi 24 horas de oscuridad en el invierno. Los animales y las plantas de todo el mundo están adaptados a los tipos de variación estacional que experimenta su propia región.

¿Qué causa las estaciones? Estas variaciones, incluyendo la temperatura y la cantidad de horas de luz, indican que la luz del sol que recibe la Tierra varía durante todo el año y en latitudes diferentes. Pero las razones pueden ser difíciles de entender.

La primera explicación que se da para el cambio estacional, es que el sol se encuentra a distancias distintas de la Tierra, debido a las posiciones que ésta ocupa en su órbita elíptica. Parece tener sentido que es en verano cuando la Tierra se encuentra más cerca del sol, y por lo tanto recibe más energía solar, y en invierno cuando se encuentra más lejos; es normal que se sienta más calor cuanto más cerca se esté del fuego. Pero ¿Cómo se explica entonces el hecho de que las estaciones sean las contrarias en el Hemisferio Norte que en el Sur, y mucho más extremas en latitudes altas que en el Ecuador?

De hecho la causa principal de las estaciones es la inclinación de la Tierra. Esto, junto con la forma esférica de la Tierra, se unen a la intensidad con la que la luz solar es recibida en las distintas latitudes y en las diferentes épocas del año. Puesto que la inclinación de la Tierra no es algo que podamos experimentar directamente, sus efectos son más fáciles de entender si se utilizan técnicas de visualización. En esta actividad, se utilizarán visualizaciones de color y modelos tridimensionales para saber de qué forma la inclinación de la Tierra y su esfericidad, son la causa de las estaciones.

Primero, veamos algunos conceptos importantes:

1. La Tierra recibe la energía del sol en forma de radiación solar.

Los científicos denominan a la energía que viene del Sol insolación (en inglés, INSOLATION, INcoming SOLar radiaATION). Esta energía proporciona a la Tierra luz y calor. A medida que la Tierra gira cada día sobre su eje, (la línea invisible que une los dos polos), la cara que se enfrenta al sol recibe una radiación directa y por lo tanto experimenta el día (la luz del sol y el calor), mientras que la cara oculta al sol experimenta la noche.

2. La Tierra tiene una inclinación de unos 23.5°, mientras gira alrededor del sol.

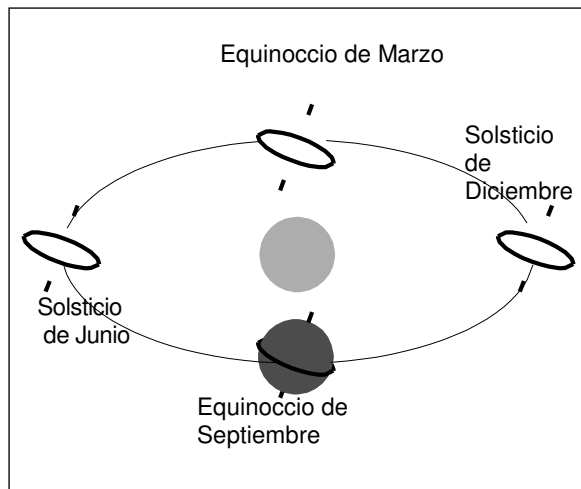
Cuando la Tierra realiza su traslación anual alrededor del sol, no lo hace de forma recta, sino que el eje de la Tierra no está exactamente en posición vertical. Los científicos explican esto de forma matemática, exponiendo que la Tierra está inclinada unos 23.5° sobre el plano de la órbita alrededor del sol.

3. La inclinación de la Tierra permanece constante mientras gira alrededor del sol.

La inclinación de la Tierra afecta a la cantidad de radiación que reciben determinadas latitudes de la Tierra. Por ejemplo, hay épocas durante el año en las que el Polo Norte está inclinado hacia el sol (*Véase Figura EA-S4-1*, solsticio de Junio), y otras veces al lado contrario (*Véase Figura EA-S4-1*, solsticio de Diciembre). Véamos este efecto en dos épocas importantes del año. El equinoccio y el solsticio..

Equinoccio (noches iguales): Experimentamos los equinoccios de primavera y de otoño, como los dos días al año, en el que la duración del día y la noche son iguales en todo el planeta. En el Hemisferio Norte, el equinoccio de primavera ocurre sobre el 21 de Marzo y el de otoño sobre el día 23 de Septiembre. En el Hemisferio Sur, sucede al contrario: el equinoccio de otoño es el 21 de Marzo, y el de primavera el 23 de Septiembre.

Figura EA-S4-1: Efecto de la Inclinación



La distancia entre el sol y la Tierra permanece esencialmente constante durante todo el año. La inclinación de la Tierra también es constante. En los solsticios, el hemisferio que da la cara al sol se encuentra en verano

En estas fechas, los dos hemisferios reciben la misma cantidad de radiación solar. Observar la Figura EA-S4-1. En los equinoccios, el sol ilumina los dos hemisferios por igual. Si se mira la Tierra desde el punto de vista del sol, se podrá observar a la vez partes iguales de los dos hemisferios, partidos por el ecuador. Esta es la razón por la que en un equinoccio, cada hemisferio disfruta de la misma cantidad de luz solar.

Solsticio (detención): Solsticio es la época en la que un hemisferio disfruta del día más largo, y el otro el más corto. Tiene lugar dos veces cada año, el 22 de Junio y el 21 de Diciembre. La palabra "solsticio" proviene de "sol" y del vocablo "stice", que significa "parada". Esto es así, porque el sol parece que se detiene cuando alcanza el punto más alto a mediodía (en verano) o el más bajo (en invierno).

El solsticio es el resultado de la inclinación. En la Figura EA-S4-1, observar la imagen identificada como solsticio de Diciembre. En este caso, el polo Norte está inclinado con respecto al sol, por lo que aunque la Tierra

gira alrededor de su eje, el Polo Norte nunca recibe la luz directa del Sol. Mientras tanto, el Polo Sur está inclinado hacia el Sol, por lo que disfruta del día más largo del año. En el solsticio de Junio, ocurre lo contrario: el Polo Norte se inclina hacia el Sol, y el Polo Sur no.

4. La energía del sol se expande irregularmente por la Tierra debido a su forma esférica.

Si los polos tienen días de 24 horas de luz solar durante su verano, ¿por qué son muchos más fríos que el Ecuador? La razón es que la intensidad de la luz solar no es la misma en todas las partes de la Tierra. La luz se difunde sobre una esfera, no sobre una superficie plana. Si la Tierra fuera un círculo que siempre estuviera expuesto al sol, recibiría siempre una cantidad igual de energía en todos sus puntos. Pero, a causa de su forma esférica, la misma cantidad de luz solar que incidiría perpendicularmente sobre 1 metro cuadrado de esa hipotética Tierra, cubre un área mucho mayor en la Tierra real, porque incide en un ángulo más superficial.

5. La radiación solar es más fuerte donde la luz del sol incide sobre la superficie de la Tierra en un ángulo de 90 grados.

En un momento dado, la Tierra recibe la radiación solar más directa en aquella latitud en donde los rayos de sol caigan en un ángulo perpendicular. Cuando el ángulo no sea de 90° , la misma cantidad de energía se extiende por un área mayor, por lo que disminuye la energía por unidad de superficie.

En el equinoccio (ver Figura EA-S4-1), la luz del sol alcanza la Tierra en un ángulo de 90° en el Ecuador. En el solsticio, en el lugar donde la Tierra se inclina o no hacia el sol, la luz solar alcanza la Tierra de manera más directa a una de las latitudes del Trópico (23.5° N or 23.5° S).

En la siguiente actividad, se utilizará un modelo físico para estudiar de qué forma la inclinación de la Tierra y su forma esférica influyen en la cantidad y en la intensidad de la luz que se recibe en una determinada latitud, que a su vez es la causa de los cambios estacionales.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

En esta actividad, los estudiantes examinan el efecto de la inclinación de la Tierra, utilizando un modelo tridimensional, calculando la forma en que, las distintas inclinaciones, cambiarían la cantidad de radiación solar que soportan los Hemisferios Norte y Sur, durante las diferentes estaciones.

1. Preguntar a los estudiantes por sus ideas iniciales sobre las causas de los cambios estacionales.
2. Llevar a cabo un debate en el aula para introducir los conceptos de la inclinación de la Tierra, y cómo se propaga la luz sobre la esfericidad de la Tierra
3. Presentar la actividad mediante un icosaedro de papel (un poliedro de 20 caras) como modelo de la Tierra.
4. Cada grupo de estudiantes debe formar un icosaedro.
5. Trabajando en grupos reducidos, los estudiantes usan sus modelos y sus *Hojas de Trabajo* para comparar los efectos estacionales que se esperaban sobre varios escenarios, con respecto a la inclinación de la Tierra: sin inclinación, la inclinación real (23.5°), y una inclinación mayor (45°).
6. Analizar los resultados como tema de una clase.

Esta actividad se puede realizar en 2 o tres periodos de clase. A continuación sugerimos cómo llevarla a cabo, utilizando dos clases y media:

- Realizar el paso 1 en un solo periodo de clase, y asignar como deberes la lectura de la sección *Antecedentes*.
- Completar los pasos 2-4 en el segundo periodo y los pasos 5-6 en el tercero.

Paso 1. Pedir a los Estudiantes que expresen sus Ideas.

Abrir un debate con el tema del cambio estacional, por medio de la observación de las diferencias estacionales en su área geográfica, pidiendo a los estudiantes que expresen sus ideas sobre las causas que dan lugar a estos cambios. Ya que el cambio estacional está tan ligado a las experiencias de la gente en la mayoría de los climas existentes, muchos estudiantes tendrán ya alguna idea de cual podría ser la causa. Enumérelas y discútalas; al final de la actividad se pueden volver a revisar, y ver si algunas deben delimitarse. A continuación se exponen varias ideas intuitivas:

- A causa de su órbita elíptica, la distancia entre la Tierra y el sol varía a lo largo del año.

Parece lógico creer que el verano tiene lugar cuando la Tierra está más cerca del sol, y el invierno, cuando se encuentra más alejada. Cuestiones a considerar: ¿Son las estaciones

iguales en los hemisferios Norte y Sur (lo que implica esta interpretación)? La Tierra se encuentra relativamente cerca del sol en dos puntos de su órbita; ¿por qué no hay dos veranos al año?

- La inclinación de la Tierra es la causante de las estaciones. Si los estudiantes creen esta afirmación, hay que profundizar un poco más.

Con frecuencia la creencia que subyace se relaciona aún con la distancia relativa al sol: será verano en el hemisferio que está inclinado y que se encuentra más cercano al sol, porque los rayos del sol se hacen más intensos a medida que aumenta la proximidad. Otros estudiantes pueden creer que la inclinación de la Tierra “tambalea”, lo que causa de las fluctuaciones estacionales.

Paso 2. Introducir los Conceptos de Inclinación y Propagación de la Energía Solar sobre el Globo.

Esta introducción posee tres partes:

- Presentación de visualizaciones en color de los cambios estacionales.
- Utilizar un globo para demostrar el efecto de la inclinación de la Tierra en su órbita alrededor del sol.
- Utilizar un proyector de transparencias para ilustrar cómo se propaga la radiación solar sobre la Tierra.

1. Introducir imágenes de color de los cambios estacionales.

Con una copia en color de la Figura EA-S4- 2, orientar a los estudiantes a esta visualización global de la radiación solar que reciben las latitudes durante los solsticios (Junio y Diciembre) y los equinoccios (Marzo y Septiembre).

Observaciones:

- La máxima energía se acerca a los 500 Watts por metro cuadrado- el equivalente a la energía de cinco bombillas (focos) de 100 Watts por cada metro cuadrado-y el mínimo es 0 Watts.
- El Ecuador recibe mucha más energía solar durante todo el año que los polos: un efecto de la esfericidad de la Tierra, como se demostrará en breve.
- La distribución de la radiación solar en los dos hemisferios es aproximadamente la contraria en los solsticios, donde en un hemisferios es invierno y en el otro verano.

Esto es un efecto de la inclinación de la Tierra, (representado en la *Figura EA-S4- 1*). El efecto de la inclinación se demostrará a continuación.

2. Utilizar un globo para demostrar el efecto de la inclinación de la Tierra en su órbita alrededor del sol.

Para esta demostración, se utiliza un globo terráqueo o una pelota con el Ecuador y los polos marcados. El globo debe ser sujetado con una inclinación aproximada de 23.5° en la dirección de las agujas del reloj: la mayoría de los globos ya vienen con esta inclinación.

Esta demostración mostrará cómo la luz del sol que reciben diferentes lugares del planeta varía con la órbita de la Tierra. Los estudiantes representan en clase el “sol” y “emiten su luz” sobre las partes del globo que ellos pueden ver. (Cuando la cuestión de la inclinación resulte confusa, el pensar en un vista de la Tierra desde la perspectiva del sol, puede resultar una buena herramienta). Si la configuración del aula hace que la demostración sea difícil, se puede realizar una órbita alrededor de un sólo estudiante sentado al principio de la clase, y pedirle que describa lo que ve.

- Situándose al frente de la clase, sujetar el globo en posición vertical, y después inclinarlo 23.5° en la dirección de las agujas del reloj, para que lo vean los estudiantes. Así se representa el equinoccio de Septiembre. Los estudiantes (en su papel de sol) deberían ver con claridad ambos polos, y tener una visión similar de los dos hemisferios. A continuación se hace girar globo sobre su eje, para representar la rotación diaria de la Tierra.

- Ahora, sin cambiar la inclinación del globo, desplazarse hacia la derecha $\frac{1}{4}$ de la distancia de la clase. Es importante que a medida que se haga el desplazamiento por la clase, se mantenga la misma dirección. La Tierra ha completado $\frac{1}{4}$ de su órbita, y ahora se representa el solsticio de Diciembre. Ahora los estudiantes deberían tener una mejor vista del Hemisferio Sur. El Polo Sur apunta hacia ellos, por lo que pueden ver el polo aunque el globo esté girando. (en el apogeo del verano, el sol nunca se oculta en el polo) En contraste, el Polo Norte les da la espalda, por lo que aunque gire sobre su eje los estudiantes nunca tendrán una

vista adecuada del Polo Norte.

- Completar la órbita con un desplazamiento hacia atrás (equinoccio de Marzo) y hacia la izquierda (solsticio de Junio) de la clase, siempre mirando en la dirección del desplazamiento.

- Dirigir la atención del estudiante hacia la Figura EA-S4-2. ¿Arroja alguna luz esta demostración sobre las razones de cómo se distribuye la energía de la radiación solar, en cada una de las orientaciones del globo terráqueo representadas?

3. Utilizar un retroproyector para ilustrar cómo se propaga la radiación solar sobre la Tierra

La inclinación de la Tierra explica la diferencia estacional en los dos hemisferios, pero no así las diferencias de la intensidad de la luz solar entre latitudes del mismo hemisferio. Observar de nuevo la Figura EA-S4-2: ¿Por qué son más frías las áreas situadas por encima y por debajo de los trópicos, que la que está situada alrededor del ecuador?

La razón es que la luz del sol se propaga irregularmente sobre una esfera. Para demostrar este punto, utilizar una transparencia de una cuadrícula. Véase la *Figura EA-S4-3*. En esta cuadrícula, cada cuadrado representa una unidad constane de energía solar.

- Primero, proyectar la imagen de la transparencia directamente sobre una pantalla o una pared plana, con una distorsión mínima. Las casillas proyectadas sobre la pared deberían tener la misma forma y tamaño. Si la Tierra fuera plana, todas las áreas de la Tierra, que fueran “visibles” para el sol en cualquier momento, recibirían la misma cantidad de radiación solar.

- Ahora proyectar la imagen sobre un globo terráqueo o sobre una pelota. La luz se propaga irregularmente sobre la superficie curva del globo, por lo que cada casilla muestra un tamaño diferente. Esto significa que “una” unidad de energía solar se propaga sobre una mayor superficie en latitudes altas.

- Las cuadrículas deberían ser más pequeñas, (indicando mayor intensidad en la radiación) allí donde la luz incide perpendicularmente sobre el globo. Si éste se mantiene en posición vertical, el punto de mayor intensidad de luz es el ecuador.

- Volver a las visualizaciones de la *Figura EA-S4-2*, y pedir que los estudiantes interpreten las figuras con respecto a la propagación de la luz solar. Si hay tiempo, dividir a los alumnos en grupos reducidos para que interpreten las figuras, y luego las discutan con toda la clase. En los equinoccios, ¿Dónde es más intensa la radiación solar? (En el ecuador) ¿Y en los solsticios? Puede que sea difícil interpretar de forma exacta las visualizaciones, pero la intensidad mayor se da en los 23.5° N (Trópico de Cáncer) durante el solsticio de Junio, y en los 23.5° S (Trópico de Capricornio) durante el solsticio de Diciembre. Los estudiantes deberían ser capaces de relacionar estos datos con las imágenes de la inclinación de la Tierra: durante los solsticios, la luz del sol alcanza la Tierra perpendicularmente, pero no en el ecuador, sino en uno de los Trópicos.

Una forma alternativa de llevar a cabo esta demostración, se incluye en la sección de Investigaciones Posteriores.

Paso 3. Presentar la Actividad del Alumno.

Para este paso, necesitará una figura de icosaedro (un poliedro de 20 caras), para que sirva de modelo de la Tierra, de la *Figura EA-S4-4*. Véase el paso 4 de esta actividad para las instrucciones de ensamblaje. En grupos reducidos de alumnos, los estudiantes formarán sus propios icosaedros de la Tierra, y los utilizarán para calcular la intensidad relativa de la luz del sol a distintos e hipotéticos grados de inclinación de la Tierra, como se demostrará a continuación.

También se necesitará un transportador (*Figura EA-S4-5*) que cuelgue de la pared, un círculo de luz solar (*Figura EA-S4-6*), y una copia de la *Tabla EA-S4-1* trasladada a una transparencia para que toda la clase la pueda rellenar a la vez.

Ya se ha demostrado y debatido el efecto de la inclinación de la Tierra sobre la radiación solar recibida en las distintas latitudes en diferentes épocas del año, que a su vez es la causa del cambio estacional. En este ejercicio, los alumnos cuantificarán ese efecto, calculando la intensidad relativa en los dos hemisferios, cuatro veces al año en cada uno de estos supuestos: sin inclinación, inclinación real (23.5°), y mayor que la real (45°). Toda la clase observará el supuesto de la inclinación real; y a continuación se completarán los otros supuestos en grupos reducidos de alumnos y pronosticarán como serían las estaciones si la Tierra estuviera más o menos inclinada de lo que está.

Dirigir esta actividad como sigue (los alumnos pueden seguir las instrucciones paso a paso en sus *Hojas de Trabajo*)

1. Explicar que el círculo de luz solar en la *Figura EA-S4-6* representa la intensidad de la luz del sol sobre una esfera (el globo). Al igual que la cuadrícula que se utilizó previamente en el proyector de transparencias, el círculo de luz solar está dividido en sectores, y cada uno representa la misma cantidad de energía solar. El círculo es una representación plana de lo que les pasaría a las casillas de la cuadrícula, cuando fueran proyectadas sobre el globo. Cerca de los polos, la energía se proyecta sobre una mayor superficie: de aquí el alargamiento de los sectores más extremos del círculo de luz solar.

2. Colocar el icosaedro para que muestre la inclinación correcta de la Tierra, utilizando el transportador de la pared. Alinear los polos del modelo de la Tierra con la marca de los 0° del transportador; el ecuador debería estar horizontal. Ahora girar la Tierra 23.5° en la dirección de las agujas del reloj, como ha sido medido por el transportador.

3. Comenzar representando el solsticio de Junio. Posicionar el sol (representado por el círculo de luz) en su orientación adecuada a la inclinación de la Tierra (véase la *Figura EA-S4-7*, paso A y B). Sujeta el círculo de luz perpendicular al transportador y a la derecha del icosaedro. Desplazar el círculo de luz hacia el modelo de la Tierra hasta que lo toque en un punto.

4. Es útil que los estudiantes piensen en el círculo de luz solar, como una sección de la luz que la Tierra recibe del sol. La *Figura EA-S4-7a*, del Paso C muestra cómo la luz representada por el círculo se proyectaría sobre la Tierra esférica. Durante el solsticio de Junio, se puede ver que la mayor cantidad de luz la recibe el Hemisferio Norte, y que el polo Sur no recibe ninguna luz en absoluto.

Relaciones entre la Tierra y el Sol

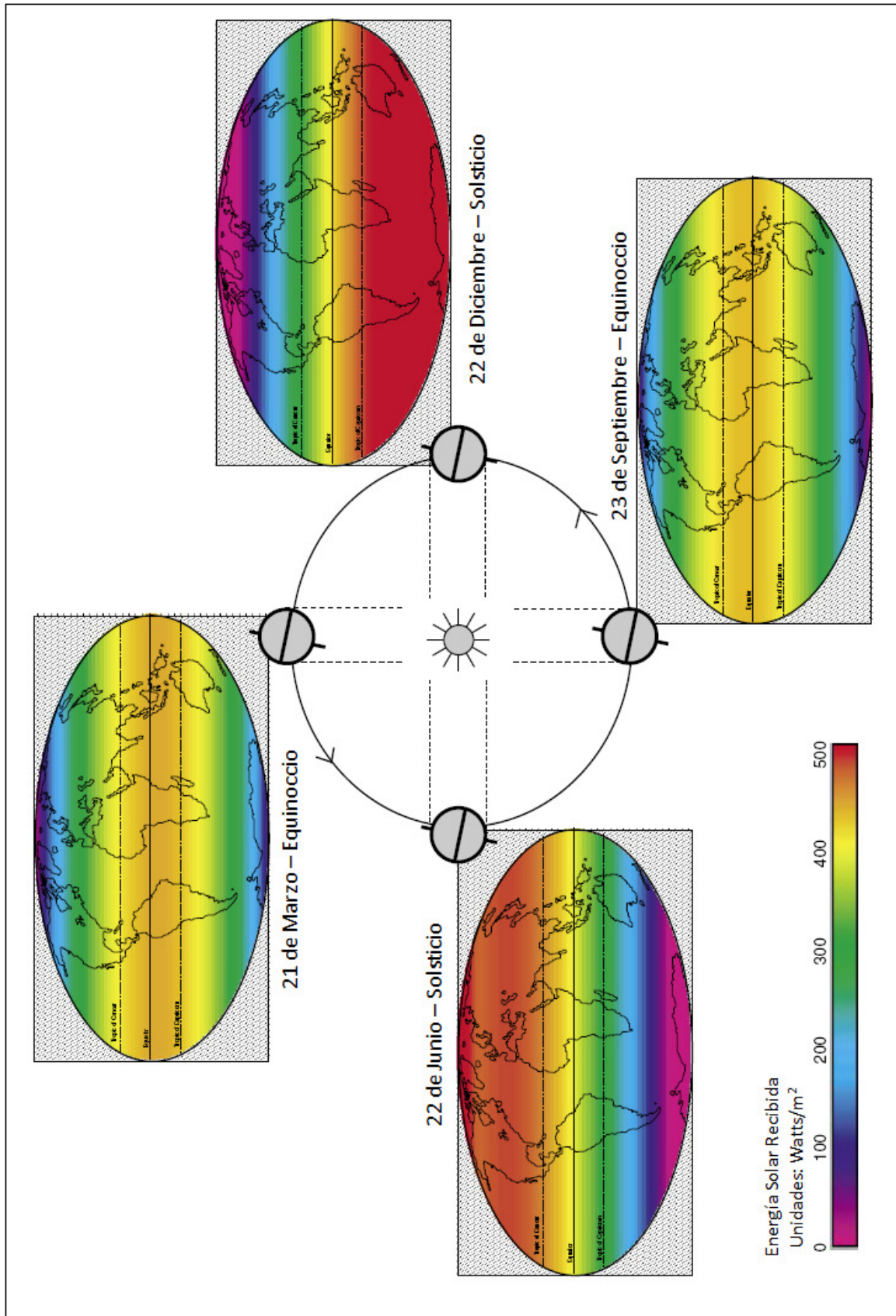


Figura EA-S4-2: Relaciones entre la Tierra y el Sol: Phy

Figura EA-S4-3: Cuadrícula para la Demostración del Paso 3, Mostrando la Propagación de la Luz del Sol Sobre una Esfera

Cuadrícula

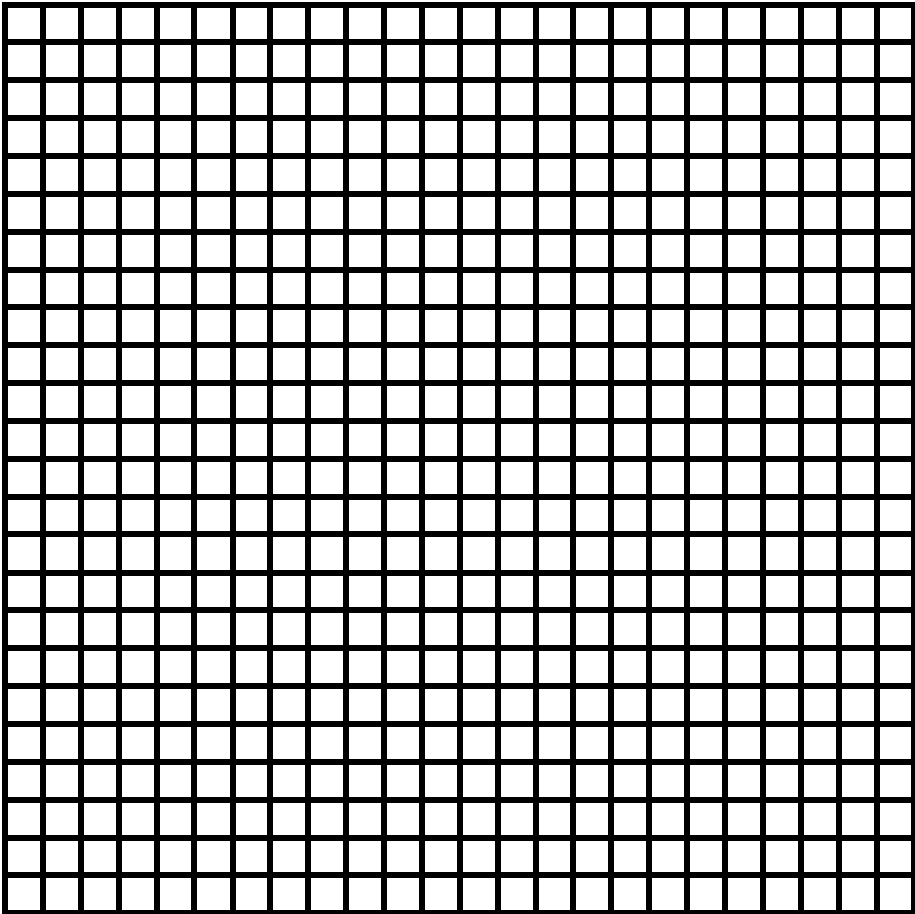
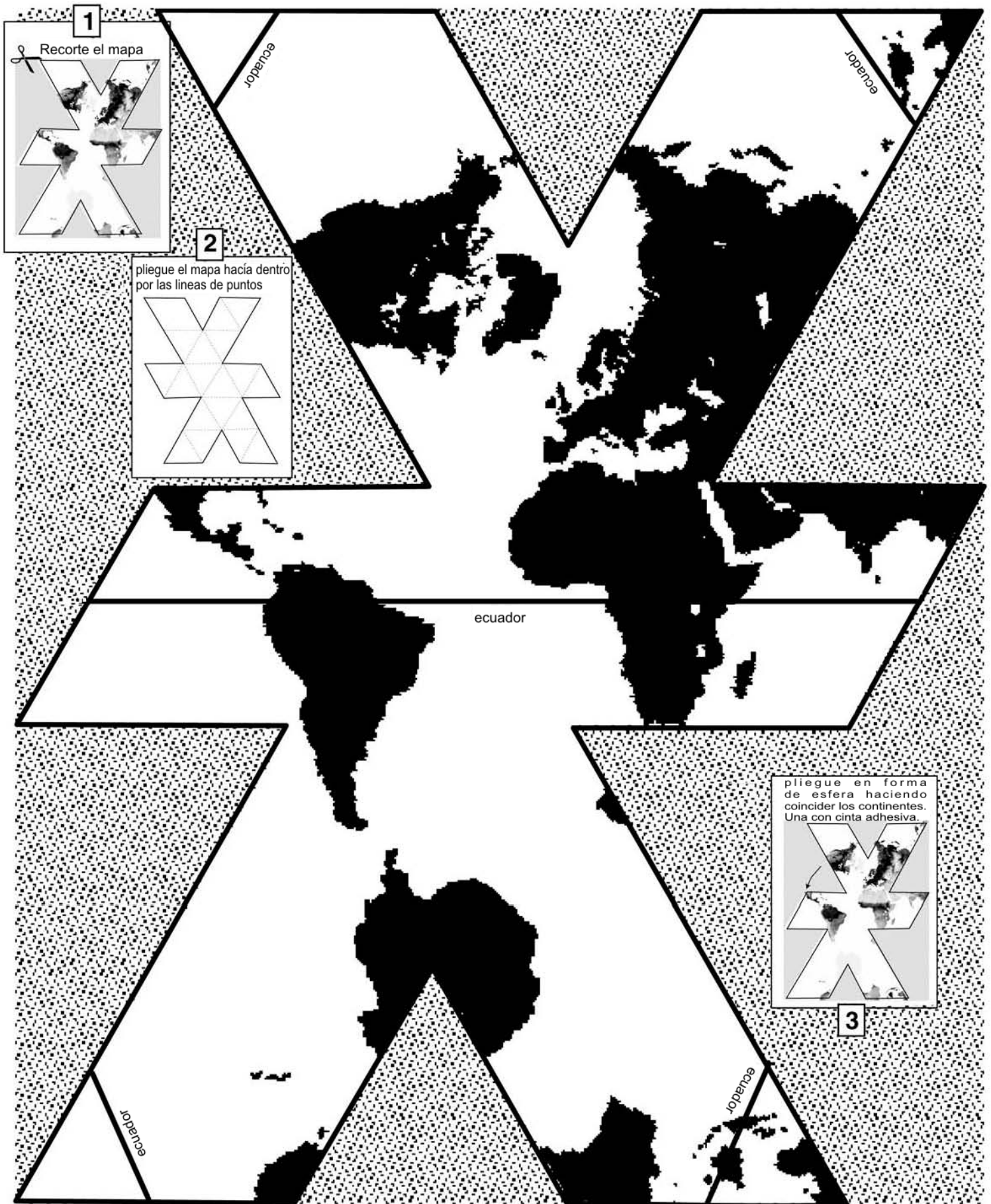


Figura EA-S4-4 1(cortar el mapa) 2(doblarlo por la zona de puntos) 3(plegarlo en forma de esfera, que coincidan los continentes)



5. Para comparar la radiación solar relativa que reciben los hemisferios, necesitará saber donde se tocan el Ecuador y el círculo solar. Desplazar la Tierra hacia el círculo hasta que el ecuador lo toque (*Figura EA-S4-7a*, Paso D), pida que los alumnos hagan una marca con el lápiz en ese punto (debería estar situado cerca o sobre las líneas más oscuras que se marcaron previamente en el círculo solar).

Utilizando la *Figura EA-S4-7b*, Paso E, como guía, dibujar una línea curva que simbolice el Ecuador sobre el círculo solar.

6. Contar los sectores de energía sobre el círculo que están por encima y por debajo de la línea dibujada del Ecuador. Hay un total de 80 sectores, Para los sectores de energía que la línea del Ecuador ha dividido, contar las unidades de energía dentro del hemisferio que cae en el sector superior. (*Figura EA-S4-7b*, Paso F). Rellenar los valores en la *Tabla EA-SR-1* para la línea que dice solsticio de Junio.

7. Repetir el cálculo para el equinoccio de Septiembre, el solsticio de Diciembre y el equinoccio de Marzo. Para cada época del año, la inclinación de la Tierra es la misma – 23.5° en la dirección de las agujas del reloj sobre el transportador- pero el círculo de luz solar está en una posición diferente: detrás de la Tierra en el equinoccio de Septiembre, a la izquierda en el solsticio de diciembre, y directamente enfrente en el equinoccio de Marzo. Para ayudar a explicar la orientación correcta, se puede pedir a los alumnos que piensen en la demostración en la que ellos veían cómo el Globo orbitaba alrededor de ellos. ¿donde se encontraba el sol, con respecto a la Tierra, en cada época del año?

8. ¿Que nos dice la *Tabla EA-S4-1*? Relacionar los valores de la tabla con las visualizaciones de la *figura EA-S4-2*, y con lo que los alumnos han aprendido anteriormente. Pueden comenzar a observar patrones: por ejemplo, la intensidad de la radiación solar en los equinoccios es la misma en ambos hemisferios, y en los solsticios es la contraria.

Paso 4. Los grupos de alumnos ensamblan un icosaedro.

Que los alumnos se dividan en grupos reducidos de 2-3, y que tengan a mano, Tijeras, cinta adhesiva, una copia de la Hoja de Trabajo, y una copia del icosaedro. Esta contendrá los continentes y 3 pasos para su ensamblaje, que sera muy útil para la observación de destrezas de construcción, como para la demostración de cómo una proyección plana se convierte en un objeto de tres dimensiones.

Guiar a los estudiantes en los siguientes pasos:

1. Cortar las líneas del frente del icosaedro.
2. Doblar por la líneas de puntos que se muestran en las instrucciones. Las formas de los continentes deberían situarse hacia afuera. Cada doblez constituye un triángulo equilátero.

3. Pegar todas las formas impresas.

- Se comienza desde en centro hacia afuera, colocando cinta adhesiva en el interior de la figura hasta los extremos.
- Que los extremos coincidan sin que monten; utilizar la línea del Ecuador y los contornos del continente como guía para que encaje como un rompecabezas.

4. Antes de pegar el último lado, insertar un lápiz en el icosaedro y muy despacio empujar cualquier lado aplanado para darle la forma deseada.

5. Pegar el ultimo lado desde fuera.

Paso 5. Resolviendo los Problemas en Grupo

Siguiendo las instrucciones de la Hoja de Trabajo, los estudiantes pueden ahora completar las *Tablas EA-S4-2* y *EA-S4-3* para representar la radiación relativa con inclinación de 0° y de 45° . Antes de comenzar, que predigan lo que van a encontrar. ¿Qué inclinación es la causante de que en el Hemisferio Sur los inviernos sean más fríos? ¿Y en el Hemisferio Norte?

Observar que las instrucciones en la Hoja de Trabajo les pide que comiencen por representar la inclinación de 23.5° y rellenen la *Tabla EA-S4-1*, en caso de que no elija este supuesto para representarlo en el aula. Si ya ha completado la *Tabla EA-S4-1*, instrúyales para que continúen con las *Tablas EA-S4-2* y *EA-S4-3* en sus grupos.

Mientras los estudiantes llevan a cabo la actividad, pueden necesitar ayuda para entender la orientación correcta de la Tierra, y que muestre las respectivas inclinaciones, y la adecuada orientación del círculo de luz solar en una determinada época del año. La Tierra debería siempre girar como las agujas del reloj, con el ángulo apropiado en cada supuesto. Cuando trabaje con cada grupo, ayúdeles a pensar sobre las implicaciones de lo que están anotando ¿Cómo se comparan las variaciones estacionales en los distintos supuestos?

El paso final de la Hoja de Trabajo pide a los alumnos que realicen un gráfico de los resultados de los tres supuestos, y predigan las consecuencias que tendrían las diferencias sobre el clima y la cobertura terrestre en los polos y en el ecuador.

Paso 6. Presentaciones y Análisis en Grupo

Que cada grupo presente sus ideas sobre cómo el clima, la cobertura Tierra, y las adaptaciones de los animales serían diferentes con una inclinación de 0° y de 45° . A medida que vayan exponiendo sus ideas, anímeles a que apoyen estas ideas con evidencias de gráficos y de lo que ellos ya conozcan sobre el clima y los hábitats. Además, anímeles a que utilicen modelos tridimensionales y visualizaciones de la *Figura EA-S4-4*. ¿Cómo variarían los colores en los distintos supuestos?

Investigaciones Posteriores

El sitio Web GLOBE, permite crear una tabla (u hoja de cálculo) de visualizaciones, permitiendo contrastar una variedad de visualizaciones, por ejemplo, para observar la energía solar en diferentes épocas del año. Los estudiantes pueden utilizar esta característica para llevar a cabo investigaciones posteriores, por ejemplo, cómo varía la radiación solar con el tiempo. El Póster del sistema Tierra GLOBE, proporciona una tabla excelente que permite que las visualizaciones de radiación, sean comparadas y contrastadas con visualizaciones de otras variables, como la temperatura y el vigor de la vegetación.

Esta actividad explica dos causas fundamentales del cambio estacional teniendo en cuenta, por qué las estaciones se experimentan de forma

diferente en latitudes distintas. Las Actividades de Aprendizaje del Cambio Estacional sobre Tierra y en el Agua, exploran los efectos de grandes masas de tierra sobre áreas locales que experimentan el cambio estacional.

El Paso 3 de esta actividad ofrece un mecanismo para demostrar la forma en que la luz del sol alcanza la Tierra debido a su esfericidad. Una demostración alternativa se presenta a continuación:

- Copiar la cuadrícula de la Figura EA-S4-3 sobre una transparencia, y usar un retroproyector para proyectarlo en una hoja de papel pegada a la pared. Representar cómo la energía del sol alcanzaría la Tierra, si la Tierra fuera de dos dimensiones, como el papel.

- Pedir a un alumno que marque la cuadrícula sobre el papel, con un lápiz o rotulador.

- A continuación, envolver un globo, una pelota u otro objeto esférico, con otro papel, asegurándose de que el papel envuelve por lo menos la mitad del objeto. Ahora, proyectar la cuadrícula sobre el globo, y que un alumno dibuje el contorno de la cuadrícula sobre el envoltorio. Indicar también en este papel, dónde se encuentran el ecuador y los polos.

- Desenvolver el papel del globo y comparar los dos dibujos. ¿Qué es diferente y por qué?

¿Cómo es el tamaño de la cuadrícula proyectada, con cada segmento representando áreas que reciben cantidades similares de energía, que están relacionados con el cambio estacional?

- Ahora, se inclina la Tierra a unos 23.5° , para que uno de los polos se enfrente al sol (el proyector) y el otro polo se incline hacia fuera. ¿Qué ocurre con los tamaños de las cuadrículas en los dos hemisferios? ¿Qué implicación tienen en cuanto a los patrones de temperatura?

Figura EA-S4-5: Representar la Inclinación de la Tierra en Varios Supuestos

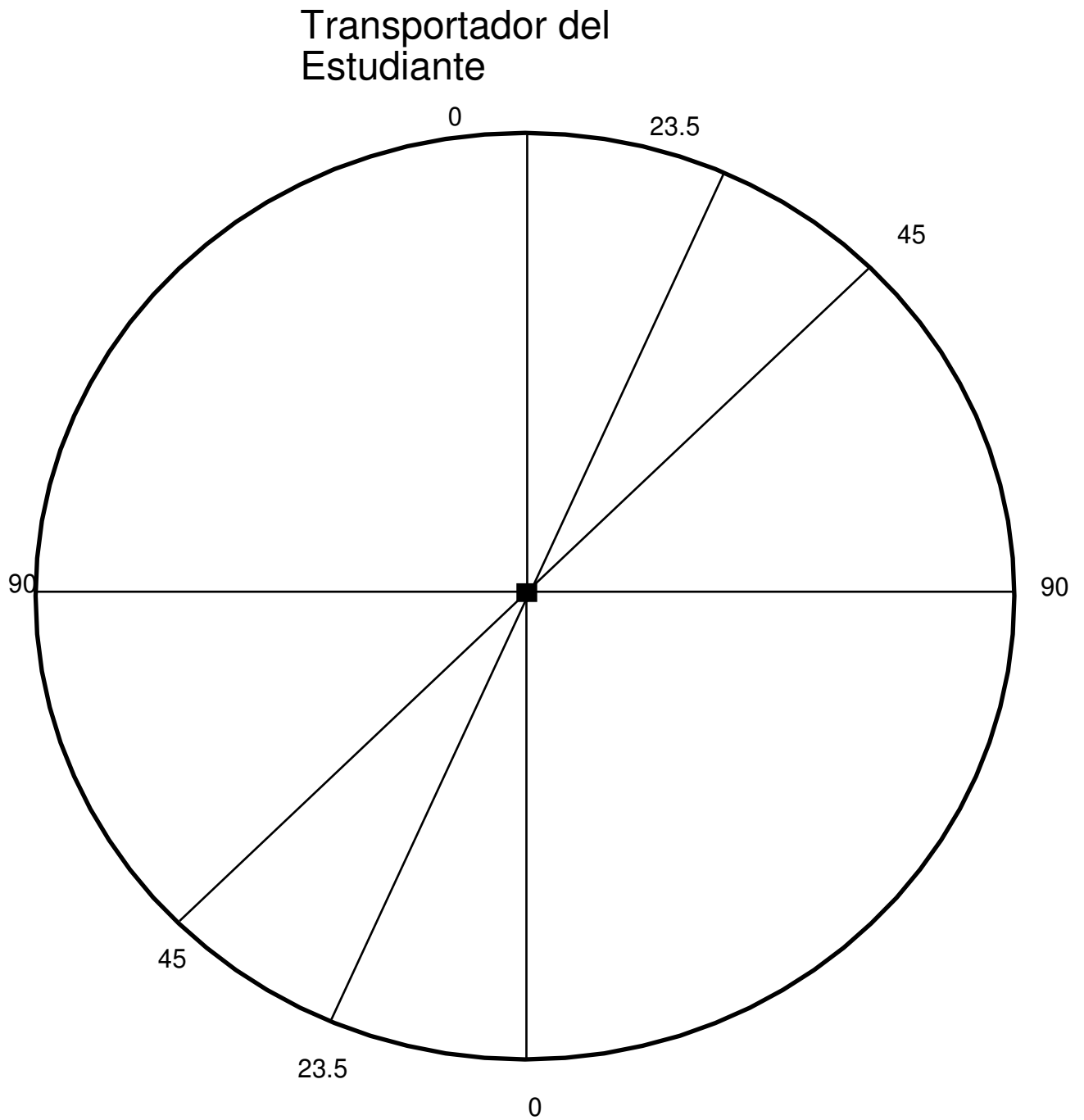
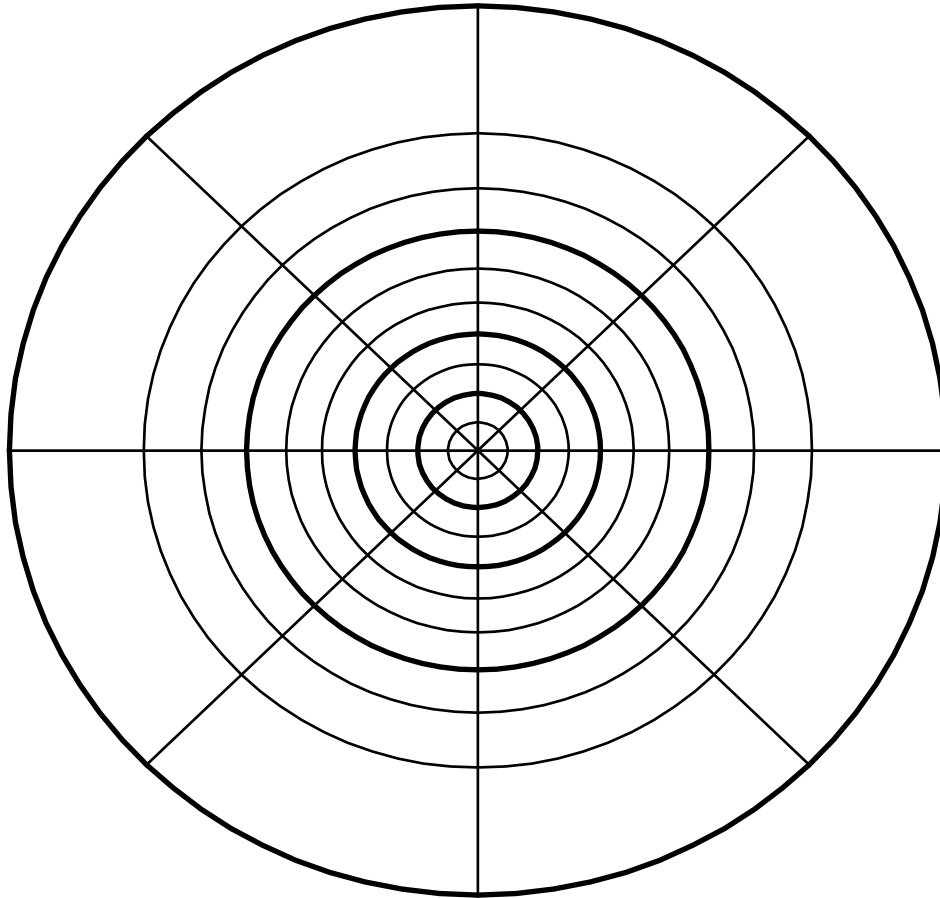


Figura EA-S4-6: El Ciclo de Luz Solar Representa la Distribución de la Luz Sobre la Esfera de la Tierra.

Círculo de Luz Solar

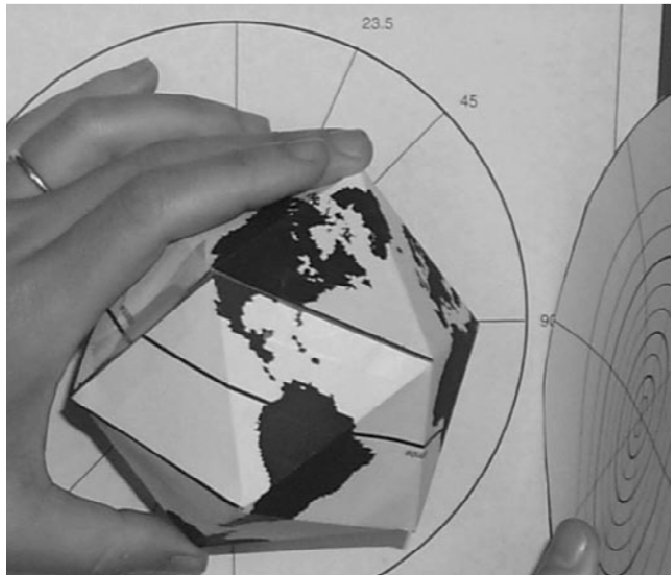


Nota: El círculo de luz solar muestra cómo se propaga la luz del sol sobre la esfera de la Tierra. Cada sección del círculo representa una cantidad equivalente de energía solar. La energía solar es mayor en el lugar donde la luz solar tiene un ángulo de 90° (representada por los sectores más pequeños).

A medida que el ángulo de incidencia de la luz varía, la intensidad disminuye, porque la misma cantidad de energía se extiende sobre un área mayor de la esfera (representada por los sectores más grandes)

Figura EA-S4-7a

Cómo Usar un Icosaedro y el Círculo de Luz Solar

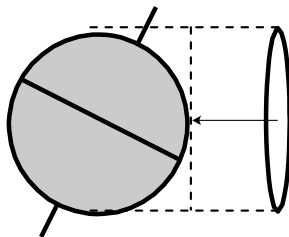


Paso A/B

Orientar el Globo.

Sujetar el Globo con el Polo Norte en los 0° del transportador.

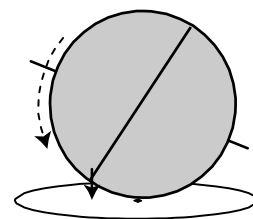
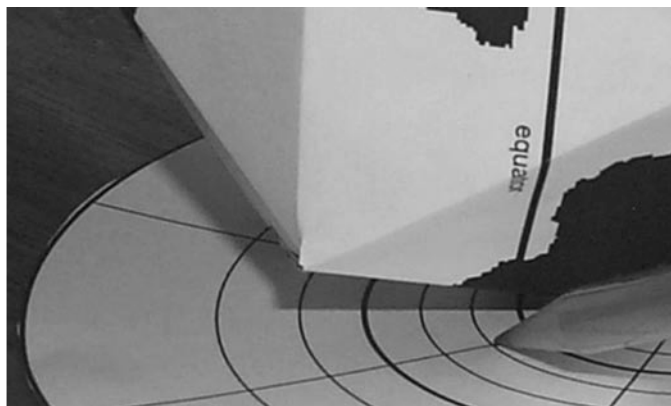
Girar el globo en dirección de las agujas del reloj hasta el ángulo de inclinación deseado.



Paso C

Orientar el círculo de luz solar

Sujetar el círculo perpendicular al transportador para representar el equinoccio.

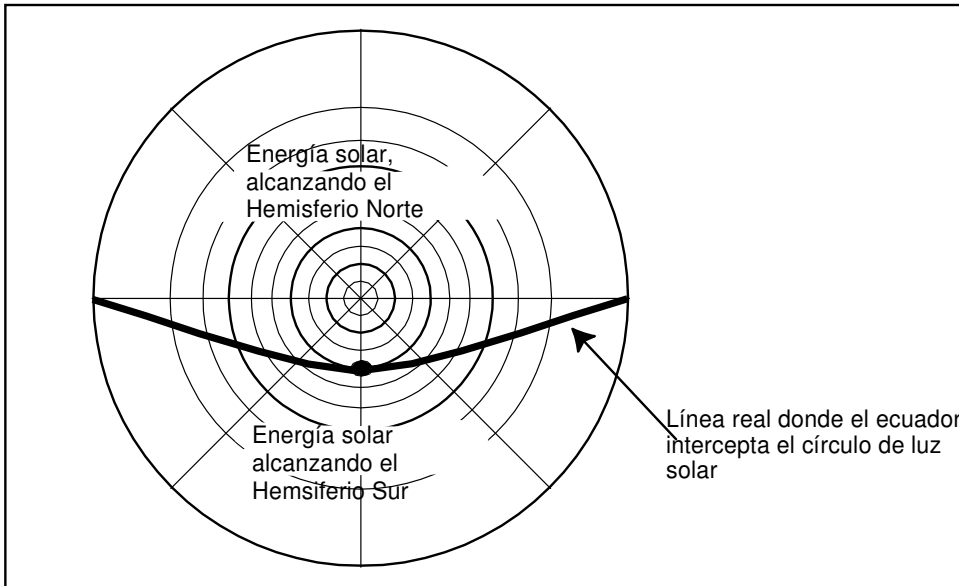


Paso D

Marcar la intersección del Ecuador con el círculo.

Desplazar el globo hasta que el Ecuador toque el círculo de luz solar. Marcar el punto sobre el círculo donde se toca con el Ecuador.

Figura EA-S4-7b: Como se Utilizan el Icosaedro y el Círculo de Luz Solar

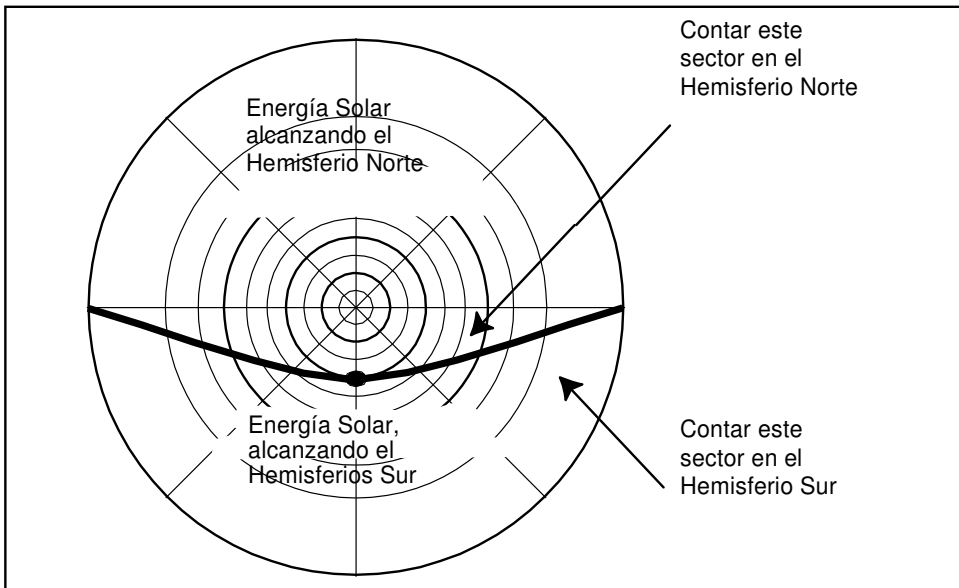


Paso E

Marcar todo el Ecuador.

Trazar una línea curva que conecte las marcas del lápiz a los extremos del círculo.

Esta línea que marca todo el Ecuador, interceptará el círculo de luz solar.



Paso F

Cálculo de sectores de energía.

Para calcular el número de sectores de energía que caen dentro de cada hemisferio, contra los sectores totales. Allí donde la línea del Ecuador corta un sector, se calcula que hemisferio contiene mayor parte del sector, y se cuenta como tal.

Interpretando las Razones del Cambio Estacional

Hoja de Trabajo del Alumno

Nombres: _____

¿Cómo provoca la inclinación de la Tierra el cambio estacional? Esta hoja de Trabajo ayudará a explicar de qué manera la inclinación de la Tierra provoca cambios en la cantidad de energía solar que recibe cada hemisferio, a medida que la Tierra orbita alrededor del sol. Se comparará lo que sucede, con lo que podría suceder si la Tierra no tuviera ninguna inclinación, o si su inclinación fuera mayor que la que tiene, y especular con la diferencia del clima global en estos supuestos.

Instrucciones

1. Cortar y construir un modelo de la Tierra. Estará formado un poliedro de 20 caras, llamado icosaedro. Las instrucciones para su construcción se encuentran en la página misma del icosaedro.
2. Experimentar con el concepto de la inclinación utilizando la Tierra de papel que acaba de construir. Un alumno de su grupo permanece quieto en un sitio para representar el sol. Otro sujeta la Tierra con una inclinación en la dirección de las agujas del reloj, y luego, *sin cambiar la orientación de la Tierra*, camina alrededor del sol representando la órbita Tierra, *manteniendo siempre la misma orientación*.

Observar la Figura 1 para ver cómo la Tierra se orienta con respecto al sol en el equinoccio de Marzo, en el solsticio de Junio, en el equinoccio de Septiembre, y en el solsticio de Diciembre; haz una pausa en la órbita en estos cuatro puntos.

¿En que época del año el sol tiene una visión clara de ambos polos? _____

¿De un polo pero no del otro? _____

3. Cortar el círculo de luz solar (Figura EA-S4-6) que está dividido en 80 segmentos. El círculo muestra cómo la luz se extiende sobre la esfera de la Tierra. Cada sector del círculo representa la misma cantidad de energía solar. Ésta es mayor en aquellos puntos en donde la luz alcanza la Tierra con un ángulo de 90°. A medida que este ángulo varía, la intensidad disminuye porque la misma cantidad de energía se expande sobre una superficie mayor, como se muestra en las formas alargadas en los extremos del círculo de luz solar.

4. Se utilizará el icosaedro y el círculo de luz solar, y con la ayuda de algunos cálculos de las Tablas 1, 2 y 3, se observará, cómo se propaga la luz del sol sobre los dos hemisferios con la inclinación real de la Tierra (23.5°; Tabla EA-S4-1) y compararlos con lo que ocurriría si la Tierra no tuviera ninguna inclinación (0°, Tabla EA-S4-2) o si la inclinación fuera mayor de la que tiene actualmente (45°, Tabla EA-S4-3). Siga los pasos que vienen a continuación, para ver cómo la energía solar recibida por los dos hemisferios se comparan en determinadas épocas del año, con una inclinación de 23.5°; se repetirán estos pasos para los otros dos supuestos.

Paso A: Primero, utilizar el transportador para alinear su modelo de la Tierra con la inclinación real (en la Tabla EA-S4-1, es 23.5°). Adherir el transportador a la pared, o que alguien lo sujete paralelo a la pared, con la marca de 0° hacia arriba.

Se comienza con el polo Norte alineado con el 0. A continuación girar el modelo Tierra 23.5° en la dirección de las agujas del reloj. La imagen de la Figura EA-S4-7A, Paso A/B, puede servir de ayuda para realizar este punto.

Paso B: Ahora situar el sol, representado por el círculo de luz solar, en su orientación adecuada a la Tierra. Realizará este punto cuatro veces, dos para los equinoccios y dos para los solsticios. Comenzar por el solsticio de Junio. Como se muestra en la Figura EA-S4-7A, Paso A/B, sujetar el círculo de luz solar perpendicularmente al transportador y a la derecha del icosaedro. Observar la Figura EA-S4-1 para ver por qué esta es la orientación correcta: el Polo Norte se encuentra inclinado hacia el sol.

Paso C: Desplazar el círculo de luz solar hacia el modelo de Tierra, para que lo toque en un punto del centro del círculo de luz. Este punto es donde la luz del sol alcanzará la Tierra en un ángulo de 90° , que significa que la energía del sol es más intensa en esta latitud.

La Tabla EA-S4-1 enumera las latitudes con los rayos perpendiculares en los cuatro puntos a lo largo del año. ¿Intersectó en el sitio exacto su modelo en el solsticio de Junio? Teniendo en cuenta la inclinación de la Tierra ¿por qué esta latitud es la correcta?

Pronosticar las latitudes de rayos perpendiculares para una inclinación de 0° y de 45° , y rellenar los valores en las Tablas EA-S4-2 y EA-S4-3.

Paso D: Ahora, calcular la cantidad de energía recibida en cada uno de los hemisferios localizando la posición del Ecuador sobre el círculo de luz solar. Sin cambiar la orientación de la Tierra, muévela hacia el círculo de luz hasta que el Ecuador toque el círculo, y marcar ese punto sobre el círculo de luz solar con un lápiz (como se muestra en la Figura EA-S4-7A, paso D).

Paso E: Trazar una línea curva desde el punto marcado en el círculo de luz hasta que la línea horizontal del Ecuador sombree el círculo de luz solar (véase la Figura EA-S4-7A, Paso E). Esta es la intersección del Ecuador de la Tierra con la energía solar cuando se proyecta sobre la Tierra. En el círculo de luz solar, cada segmento representa una unidad de energía solar. El segmento por encima de la línea que trace representa la energía solar que alcanza el Hemisferio Norte, y los segmentos por debajo de la línea representan la que alcanza el Hemisferio Sur.

Paso F: Contar el número de sectores que caen en cada hemisferio, e introducir esa información en la Tabla EA-S4-1. La Figura EA-S4-7a, Paso F muestra cómo contar los sectores. Si la línea pasa a través de un sector, contar ese sector dentro del hemisferio en el que se encuentre la mayoría. El número total de sectores que se cuenta deberían sumar 80.

Paso G: Ahora repetir los pasos A-F para el resto del año, el equinoccio de Septiembre, el solsticio de Diciembre, y el equinoccio de Marzo. Cada vez, la orientación de la Tierra es la misma, pero la posición relativa del círculo de luz solar varía a medida que la Tierra orbita alrededor del sol. Para explicar un equinoccio, el círculo de luz solar debería situarse en paralelo al transportador, en frente del globo o detrás de él, para que, desde la perspectiva del sol, la Tierra se incline a la izquierda (Septiembre) o a la derecha (Marzo). Para el solsticio de Diciembre, el círculo de luz solar debería estar a la izquierda de la Tierra, y de esta manera el Polo Sur se inclinaría hacia el sol

Paso H: En la Tabla EA-S4-1, calcular la cantidad relativa de luz solar en cada hemisferio en las cuatro épocas del año. ¿En que época del año recibe el Hemisferio Norte la mayor cantidad de energía solar? ¿Y la menor?

5. Ahora repetir los Pasos A-H para observar cómo se propagaría la luz del sol sobre los dos hemisferios si la Tierra no tuviera ninguna inclinación (Tabla EA-S4-2) o si tuviera una inclinación de 45° (Tabla EA-S4-3). Cada vez, todos los pasos son los mismos, excepto la primera vez, donde se gira el modelo de la Tierra para obtener la inclinación correcta para la tabla en la que se trabaja. Se puede marcar el círculo de luz solar con un color diferente para cada supuesto.

6. Finalmente, comparar los tres supuestos que ha interpretado, completando el gráfico “Comparando la Distribución de la Luz Solar con la Inclinación de la Tierra”. Primero, decidir de qué hemisferio se quiere trazar el gráfico, para señalarlo en la parte superior del gráfico. A continuación, seleccionar un símbolo (círculo, cuadrado,* ,etc.) para representar valores en cada uno de los tres supuesto de inclinación, e introducir éstos en la leyenda. Finalmente, utilizando los simbolos elegidos, trazar un gráfico de los porcentajes calculados en las Tablas EA-S4-1, EA-S4-2, y EA-S4-3 para mostrar el cambio en la radiación solar recibida por esta hemisferio en el transcurso de un año. Trazar líneas que conecten los valores del gráfico para cada supuesto: 0°, 23.5°, y 45°

7. Utilizando lo aprendido en el ejercicio de construcción del modelo y los gráficos recién dibujados, contestar las siguientes preguntas. Usar la evidencia de los gráficos y los modelos para apoyar las respuestas.

a. ¿Cómo afecta a las estaciones la inclinación de la Tierra? Ser tan específico como se pueda sobre las causas del cambio estacional.

b. ¿Cómo varía la forma esférica de la Tierra la experiencia local de las estaciones en las latitudes altas y en el Ecuador?

c. ¿Qué diferencias habría en las estaciones si la Tierra tuviera una inclinación diferente de la que tiene? Pense sobre las siguientes diferencias visibles:

¿Serían diferentes las temperaturas donde ustedes viven, si la Tierra no tuviera ninguna inclinación? ¿Y si tuviera una mayor inclinación de la actual?

¿Cómo podrían adaptarse de manera diferente los animales y las plantas a nuevos climas, si la Tierra no tuviera ninguna inclinación? ¿Y con una mayor inclinación de la actual?

¿Serían mayores o más pequeñas las regiones de permafrost de la Tierra (subsuelos permanentemente congelados) si la Tierra no tuviera ninguna inclinación? ¿Y si la inclinación fuera mayor que la de ahora?

Tabla EA-S4-1: Inclinación Real de la Tierra (23.5°)

Número Total de Segmentos: 80		Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
Época del año	Latitud de Rayos Perpendiculares	Número de sectores	% del total	Número de sectores	% del total
Equinoccio de Marzo	0°				
Solsticio de Junio	23.5°				
Equinoccio de Septiembre	0°				
Solsticio de Diciembre	23.5°				

Tabla EA-S4-2: Sin inclinación (0°)

Número Total de Segmentos: 80		Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
Época del año	Latitud de Rayos Perpendiculares	Número de sectores	% del total	Número de sectores	% del total
Equinoccio de Marzo	0°				
Solsticio de Junio	23.5°				
Equinoccio de Septiembre	0°				
Solsticio de Diciembre	23.5°				

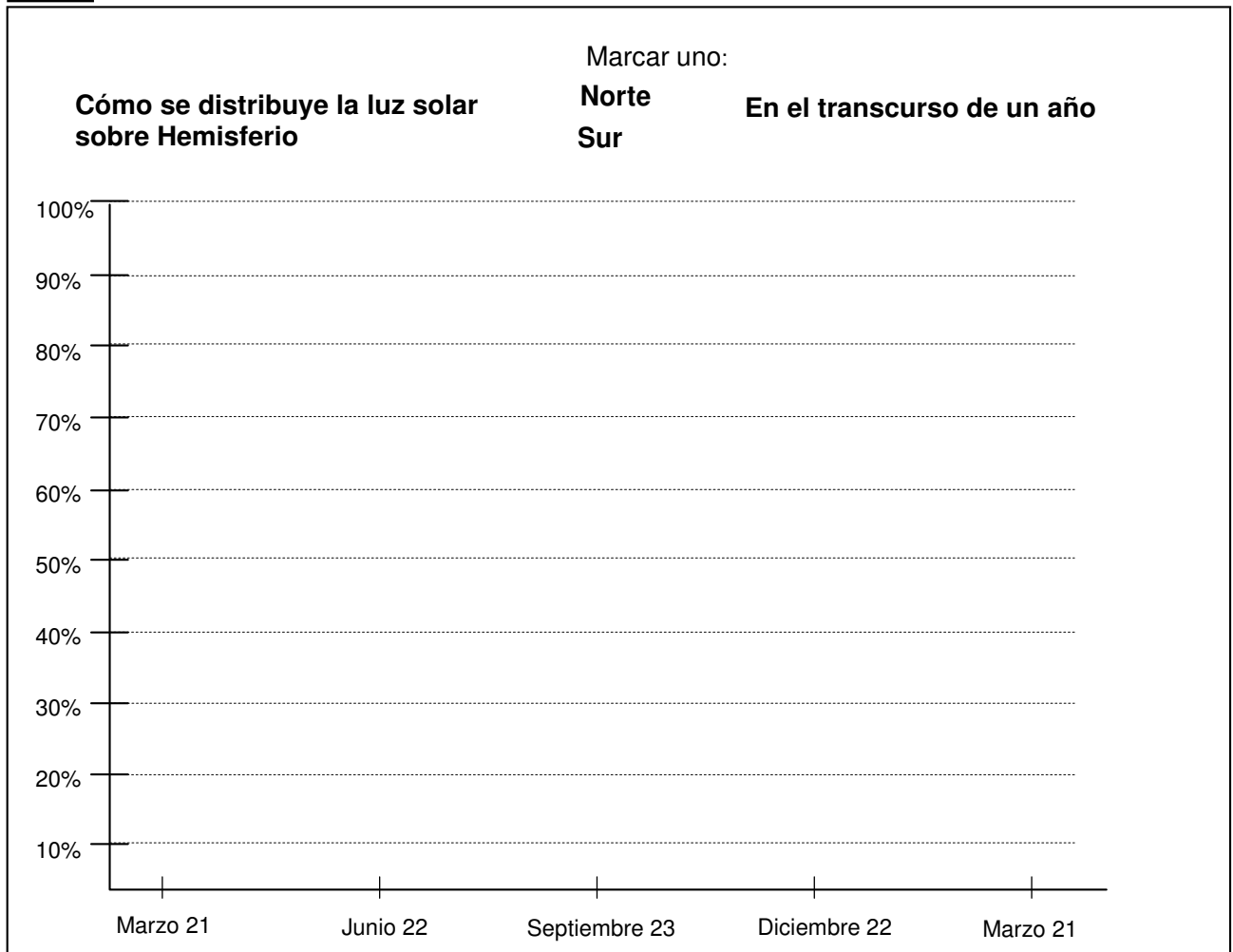
Tabla EA-S4-3: Mayor que la Inclinación actual (45°)

Número Total de Segmentos: 80		Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
Época del año	Latitud de Rayos perpendiculares	Número de sectores	% del total	Número de sectores	% del total
Equinoccio de Marzo					
Sosticio de Junio					
Equinoccio de Septiembre					
Solsticio de Diciembre					

Comparando la Distribución de la Luz Solar con la Inclinación de la Tierra: Hoja de Trabajo

Leyenda

- 0° Símbolo de Inclinación
- 23.5° Símbolo de Inclinación
- 45° Símbolo de Inclinación



Comparando la Distribución de la Luz del Sol: Trazar un gráfico con los resultados de los datos de un hemisferio de las Tablas EA-S4-1, EA-S4-2, y EA-E2-3. para demostrar las distintas distribuciones de la luz solar en diferentes supuestos de inclinación.

Interpretando las Razones del Cambio Estacional

Impreso de Evaluación

Para cada criterio, evaluar el trabajo del alumno, mediante los siguientes niveles de puntuación y normativas.

3 = Muestra evidencias claras de éxito o exceder en las expectativas requeridas

2 = Logra los objetivos especificados

1 = Logra algunas partes del objetivo, pero necesita mejorar

0 = Sin respuesta, totalmente arbitraria o inadecuada

1. Observar a los grupos de alumnos interpretar los fenómenos físicos con el icosaedro, el círculo de luz, y el transportador (pasos 1-3 y 4A-C).

Nivel Puntos	Descripción
3	Los alumnos han cosntruido correctamente un icosaedro, y se asemeja a una esfera. El transportador se encuentra adherido a la pared en la orientación correcta, y se puede utiliziar para la inclinación de la Tierra. Los estudiantes pueden mostrar la orientación correcta del círculo de luz solar de papel, con respecto a la Tierra y a los solsticios y equinoccios.
2	Algo no esta correcto: El icosaedro no está construido de forma correcta, haciendo que la interpretación sea difícil, o el transportador y / o el círculo de luz solar no estan orientados de forma correcta.
1	La interpretación de los alumnos es incorrecta.
0	No han llegado a realizar la actividad.

2. Observar cómo los grupos de alumnos interpretan el ejercicio anteriormente citado. Los estudiantes explican cómo entienden ellos el modelo físico.

Nivel Puntos	Descripción
3	Los estudiantes pueden explicar cómo la alineación del icosaedro con el círculo de luz se relaciona con la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Comprenden como la inclinación afecta a la ubicación de los rayos solares, que son perpendiculares a la Tierra, y han registrado este dato de forma correcta en las Tablas EA-S4-1, EA-S4-2, EA-S4-3.
2	Algo está incorrecto: Los estudiantes no pueden explicar cómo el círculo de luz solar se relaciona con la órbita de la Tierra, o no pueden explicar de qué forma la inclinación afecta a la localización de los rayos perpendiculares. Se han introducido valores erróneos en las Tablas EA-S4-1, EA-S4-2, EA-S4-3.
1	Las interpretaciones son totalmente incorrectas.
0	Los estudiantes no tratan de realizar la actividad.

3. Observar a los estudiantes calcular valores numéricos para el icosaedro y el círculo de luz solar, para las inclinaciones que están interpretando. (paso 4D-H y paso 5).

Nivel Puntos	Descripción
3	Los estudiantes han marcado el círculo de luz solar en el punto donde se cruza la Tierra, y ese punto está cerca de la línea oscura situada en el círculo de luz solar. Cuando se les pregunta, los estudiantes muestran que comprenden que el segmento por encima del ecuador representa la luz del sol, incidiendo sobre el Hemisferio Norte, y aquellos por encima de la línea del ecuador lo hacen sobre el Hemisferio Sur. Los estudiantes obtienen los valores correctos para las Tablas EA-S4-1, EA-S4-2, EA-S4-3. (véase los valores a continuación) Para 4H, los estudiantes contestan el solsticio de Junio y el solsticio de Diciembre
2	Han situado la línea en el lugar equivocado sobre el círculo de luz solar, pero han realizado los cálculos del recuento y del porcentaje correctamente. También podrían haber situado bien la línea, y haber hecho mal los cálculos. Cuando se les pregunta, los estudiantes demuestran que comprenden que los segmentos por encima de la línea del Ecuador representan la luz del sol que incide en el Hemisferio Norte y los que están por debajo de esa línea corresponden a los que inciden sobre el Hemisferio Sur para 4H, los alumnos responden solsticio de Junio y solsticio de Diciembre.
1	Rellenan la tabla de forma incorrecta, o no pueden explicar que significan los valores
0	Sin respuesta, totalmente arbitraria o inadecuada

4. Trazan de forma correcta los valores de la tabla, sobre el gráfico (paso 6).

Nivel Puntos	Descripción
3	Los estudiantes han señalado que hemisferio están situando en el gráfico, han escogido sus símbolos, y completado la leyenda. Los datos de las tres tablas se muestran en el gráfico. Las curvas muestran el patrón correcto (véase el ejemplo) y usan valores específicos correctos.
2	Los estudiantes han indicado qué hemisferio están situando en el gráfico, han seleccionado los símbolos y los han incluido en la leyenda. Los datos de las tres tablas se muestran en el gráfico. Las curvas muestran patrones correctos (véase número 1 a continuación), pero están equivoicados con respecto al valor específico
1	No existe leyenda. Las curvas están dibujadas, pero no muestran un patron preciso. Todas las curvas deberían mostrar su máximo nivel en verano, caer a su nivel medio durante el equinoccio, a su nivel más bajo durante el invierno, y volver a subir de nuevo durante el equinoccio. Todas las curvas deberían mostrar el mismo valor durante los equinoccios. Una razón posible para que estén erróneas, es que se hayan olvidado de trazar el gráfico de porcentajes, y en su lugar hayan escrito el número de cuadrados
0	Sin respuesta, totalmente arbitraria o inadecuada.

5. Explicar como la inclinación de la Tierra afecta a las estaciones (paso 7a).

Nivel Puntos	Descripción
3	La respuesta incluye mencionar la propagación de la luz solar sobre una esfera, y la inclinación alterando los puntos en donde la luz incide en un ángulo próximo a los 90 °
2	Omiten uno de los dos puntos del nivel 3
1	Su lógica es incorrecta.
0	Sin respuesta, totalmente arbitraria o inadecuada.

6. Explicar cómo la esfericidad de la Tierra cambia las estaciones en latitudes altas y en el Ecuador (paso 7b).

Nivel puntos	Descripción
3	Responden que las latitudes altas reciben menos intensidad de luz solar debido la forma en la que la luz se difunde sobre la esfera. Pueden remitirse a las demostraciones en clase con el globo y la cuadrícula. También hacen referencia a que el ángulo de la luz es perpendicular en el ecuador.
2	La respuesta del alumno es que las latitudes altas tienen menos luz (contra menos intensidad de luz) u omiten mencionar la luz existente en el ecuador
1	Solo responden en el Ecuador o en las altas latitudes y no mencionan la difusión de la luz en el ecuador.
0	Sin respuesta, totalmente arbitraria o inadecuada.

7. Explicar cómo se diferenciarían las estaciones con diferentes supuestos de inclinación (paso 7c).

Nivel Puntos	Descripción
3	Su respuesta es para mayor inclinación y para ninguna inclinación. Incluye los puntos siguientes: Sin inclinación: las temperaturas más regulares entre mismas latitudes de cada hemisferio; las diferencias de vegetación alrededor de las latitudes tropicales desaparecerían; y las regiones del permafrost serían mayores puesto que no habría lugar para la congelación y la descongelación de la capa superior del suelo; Mayor inclinación: las temperaturas extremas se desplazarían desde las latitudes tropicales hacia los 45 ° en los solsticios; la vegetación del ártico y de la tundra se extendería hacia el ecuador; las regiones del permafrost serían menores
2	Omiten uno o dos puntos del nivel 3 de puntuación, o los responden de forma incorrecta.
1	El alumno no debate con ninguna inclinación o con mayor inclinación o utiliza una lógica incorrecta para las respuestas.
0	Sin respuestas, totalmente arbitrarias o inadecuadas.

Tabla EA-S4-1: Inclinación Real de la Tierra (23.5°)

Número Total de Segmentos: 80		Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
Época del año	Latitud de Rayos Perpendiculares	Número de sectores	% del total	Número de sectores	% del total
Equinoccio de Marzo	0°				
Solsticio de Junio	23.5°				
Equinoccio de Septiembre	0°				
Solsticio de Diciembre	23.5°				

Tabla EA-S4-2: Sin inclinación (0°)




Número Total de Segmentos: 80		Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
Época del año	Latitud de Rayos Perpendiculares	Número de sectores	% del total	Número de sectores	% del total
Equinoccio de Marzo	0°				
Solsticio de Junio	23.5°				
Equinoccio de Septiembre	0°				
Solsticio de Diciembre	23.5°				

Tabla EA-S4-3: Mayor que la Inclinación actual (45°)

Número Total de Segmentos: 80		Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
Época del año	Latitud de Rayos perpendiculares	Número de sectores	% del total	Número de sectores	% del total
Equinoccio de Marzo					
Sosticio de Junio					
Equinoccio de Septiembre					
Solsticio de Diciembre					

Comparando la Distribución de la luz Solar con la Inclinación de la Tierra: Hoja De Trabajo

Leyenda

-  0° Símbolo de Inclinación
-  23.5° Símbolo de Inclinación
-  45° Símbolo de Inclinación

