



Meteorología: Un Recurso del Educador para Aprendizaje Basado en la Investigación para los Grados 5-9



Dr. Joseph D. Exline

Dr. Arlene S. Levine

Dr. Joel S. Levine

Meteorología: Un Recurso del Educador para Aprendizaje Basado en la Investigación para los Grados 5-9

Dr. Joseph D. Exline
Dr. Arlene S. Levine
Dr. Joel S. Levine

Contenido

Cómo Usar esta Guía	v
Reconocimientos	vi
Capítulo 1: Introducción	
Una Mirada Histórica	1
Equipo y Suministros	2
Desarrollo de la Filosofía del Aprendizaje hacia la Educación Científica.....	2
Niveles de Investigación en las Actividades	3
Capítulo 2: Tiempo Atmosférico y Clima	
La Estructura de la Atmósfera	5
La Composición Química de la Atmósfera	6
Instrumentos para Medir el Tiempo Atmosférico	6
Radiación Solar, el Efecto Invernadero y la Temperatura de la Tierra	7
Calentamiento Solar y Movimiento Atmosférico	8
Ciclones y Anticiclones	8
Variaciones en la Presión Atmosférica de Superficie	9
Frentes y Masas de Aire	9
Circulación General de la Atmósfera	10
El Ciclo del Agua y las Nubes.....	12
Capítulo 3: Color de la Superficie y efecto del Cambio de Temperatura.....	15
Capítulo 4: Ángulo de los Rayos de Luz y Distribución en la Superficie.....	19
Capítulo 5: Conocimientos Básicos del Barómetro.....	23
Capítulo 6: Construir un Barómetro... ..	27
Capítulo 7: ¿Tiene Peso el Aire?	31
Capítulo 8: ¿Puedes mostrar que la Temperatura del Aire Tiene un Efecto sobre su Peso y su Dirección de Movimiento Vertical?.....	35
Capítulo 9: ¿Son más Densos los Líquidos Fríos que los Líquidos Calientes?.....	39
Capítulo 10: ¿Contiene el Aire Vapor de Agua?.....	43
Capítulo 11: Un Psicrómetro de Eslinga y la Humedad Relativa.....	47

Capítulo 12: Cómo se Forman las Nubes – Entender los Principios Básicos de la Precipitación.....	51
Capítulo 13: Tornado en una Caja.....	55
¿Existe una Relación entre el Calentamiento de la Superficie (Temperatura) y la Formación de un Sistema de Baja Presión?	56
¿Existe una Relación entre el Calentamiento de la Superficie (Temperatura) y la Formación de, y duración de un Sistema de Baja Presión?.....	59
¿Existe una Relación entre el Calentamiento de Superficie (Temperatura) y la Duración de un Sistema de Baja Presión en Diferentes Cantidades de Agua?	62
Desarrolla una Pregunta Demostrable y Diseña una Investigación que Proporcionará Información Válida referente a Factores que Afectan la Formación y Duración de una Nube Modelo Utilizando el Aparato TIB:	65
Capítulo 14: Desafío del Diseño:¿Qué Factores Determinan el Nivel de Comodidad del Aire?	69
Capítulo 15: Dar Más Significado a la Predicción del Tiempo: La Estación de Tiempo Atmosférico y “Leer” el Cielo Ayudan a Integrar Todo.....	71
Capítulo 16: Predecir el Tiempo Conectando los Tipos Básicos de Nubes con Información Recolectada de la Estación de Tiempo Atmosférico.....	77
Referencias	81

Apéndices

I	Sugerencias para Elevar al Máximo el Uso de Actividades Diseñadas por el Aprendiz.....	85
II	Adagios Seleccionados sobre el Tiempo Atmosférico.....	89
III	Los Hábitos Científicos de la Mente y Temas Conceptuales Planteados en esta Publicación.....	91
IV	Pautas Nacionales de Educación Científica en Ciencia y Tecnología Planteadas en esta Publicación ...	93
V	Sitios Web para Mejorar la Comprensión sobre el Tiempo Atmosférico.....	95
VI	Construir Equipos	103
	Cómo Construir un Soporte de Linterna.....	103
	Cómo Construir un Tornado en una Caja.....	105
VII	Actividades Adicionales	107
	Rueda de Nubes.....	109
	La Serpiente Misteriosa.....	113
	¿Con qué frecuencia debería medir el Tiempo Atmosférico?.....	115
VIII	Escala Beaufort de Velocidad del Viento.....	121
IX	La Escala de Huracanes Saffir-Simpson.....	125
X	La Escala Fujita para Daños por Tornados	129
XI	Marcadores.....	131
	Acerca de los Autores.....	133

Apéndices

Cómo Usar esta Guía

Meteorología: Un Recurso del Educador para Aprendizaje Basado en la Investigación para los Grados 5-9 está escrito como un complemento para los programas de estudio existentes sobre ciencia de la Tierra y el Espacio para los grados 5-9. La guía puede ser usada en ambientes educativos formales e informales, así como en casa. Debería ser usada conjuntamente con disertaciones, discusiones, libros de texto y otros materiales de enseñanza. Esta guía no está concebida para ser un curso completo en meteorología; más bien, su función es asistir a los educadores a inspirar interés en el aprendizaje acerca de la meteorología permitiendo al aprendiz asumir una creciente responsabilidad por su aprendizaje. El aprendiz debería experimentar “cómo llegamos a lo que sabemos”, en vez de memorizar lo que sabemos. Esta publicación fue desarrollada para aumentar la comprensión del aprendizaje basado en la investigación desde la perspectiva del educador/maestro, así como desde la perspectiva del aprendiz. El aprendizaje basado en la Investigación tiene muchos niveles. En general, los aprendices sin experiencia y los aprendices más jóvenes requerirán más orientación que los aprendices más experimentados y de más edad que están mejor equipados para asumir responsabilidad por su aprendizaje. Existen cuatro niveles de investigación definidos en esta publicación, confirmación-verificación, investigación estructurada, investigación guiada e investigación abierta. Los niveles serán definidos y explicados adicionalmente en el capítulo introductorio.

La guía está estructurada para incluir una revisión corta de algunos principios de meteorología y hechos para que puedan estar fácilmente disponibles para el educador. El capítulo sobre el Tiempo Atmosférico y el Clima (Capítulo 2) no está concebido para ser usado como un libro de texto general, sino más bien como una guía del educador para algunos de los fenómenos explorados en esta publicación. Muchas actividades ofrecidas en esta guía se fundamentan unas sobre las otras y utilizan la investigación en la actividad previa para ayudar en la actividad que sigue. De esta manera, esta publicación aumenta la comprensión de la meteorología comenzando con los parámetros básicos y esenciales del tiempo atmosférico y luego desplazándose a través de interacciones que involucran a la mente en sistemas meteorológicos complejos. Las secciones llamadas “Piensa Acerca de Esto”, “Indagando Aún Más” y “Examinando Resultados” se proporcionan como ejemplos para los educadores; pueden usarse para estimular a los estudiantes a organizar sus pensamientos en una dirección particular. Los educadores pueden utilizar su propia creatividad al estimular la investigación en el estudiante. La información adicional para el educador concerniente a estas secciones puede encontrarse en el Apéndice 1: Sugerencias para Elevar al Máximo El Uso de Actividades Diseñadas por el Aprendiz.

Al aprendiz se le estimula a que construya y/o pruebe una variedad de instrumentos para medir el tiempo para entender mejor los factores básicos involucrados en los fenómenos del tiempo. Los instrumentos para medir el tiempo son reunidos para formar una estación del tiempo. Recolectar información del tiempo combinado con información existente acerca de los sistemas de nubes permite al aprendiz aplicar el conocimiento para predecir los sistemas de tiempo atmosférico. Las actividades e información complementarias, que no se basan en la investigación, pero que son consideradas útiles por los autores, se incluyen en los apéndices, incluido Sitios Web de información sobre la carrera en el Apéndice V.

Un video-juego interactivo titulado “Los Cazadores de Huracanes” es la segunda parte de este proyecto. Nightlight Studios y los autores de esta guía desarrollaron el juego, que debería ser la experiencia culminante en aprender sobre meteorología mientras el aprendiz tiene la oportunidad de entender mejor la dinámica de los huracanes.

Reconocimientos

Los autores agradecen a John Pickle por su contribución en el Apéndice VII: ¿Con qué Frecuencia Debería Medir el Tiempo Atmosférico?; Erik Salna, de la Casa de Supervivencia en Desastres del Centro de Advertencia de Huracanes, por su contribución al Apéndice IX; y Ron Gird y Dennis Cain del Servicio Nacional del Tiempo Atmosférico NOAA por su apoyo y contribuciones a esta guía.

Reconocemos y agradecemos a la Dra. Tina Cartwright, Climatóloga de Marshall University, en el Estado de West Virginia; Bethany Gordel, la Escuela Secundaria Gene Pike, en Justin, Texas; y a Carol Laird, de Long Beach Island Grade School, en Ship Bottom, Nueva Jersey, por sus revisiones y comentarios constructivos sobre un borrador previo de esta publicación, así como los comentarios y revisiones de los revisores no nombrados para las revisiones de productos de NASA; Denise M. Stefula, Aplicaciones y Sistemas Científicos, Centro de Investigación Langley de NASA, por la revisión detallada y correcciones incorporadas a la versión final de este documento.

Agradecemos a la Dra. Lelia Vann, Directora de la Dirección de Ciencias en el Centro de Investigación Langley de NASA, y al Dr. Ming-Ying Wei, Gerente de Programas para la Dirección de la Misión de Ciencias, Centro de Operaciones de NASA, por su continuo apoyo y entusiasmo por este proyecto.

Los autores están muy agradecidos a Anne C. Rhodes, de NCI Information Systems, Centro de Investigación Langley de NASA, por su sobresaliente trabajo y cuidado meticuloso en el diseño gráfico, edición y organización general de esta guía.

Dr. Joseph D. Exline

*Dr. Arlene S. Levine**

Dr. Joel S. Levine

* Teléfono: 757-864-3318

E-mail: arlene.s.levine@nasa.gov



Capítulo 1. Introducción

Una Mirada Histórica

La meteorología es una de las ciencias de observación más antiguas en la historia humana y tal vez la más relevante para un amplio segmento de la sociedad.

Algunos de nuestros primeros pronosticadores del tiempo y meteorólogos que hicieron observaciones fueron los pastores, agricultores y marineros cuyos modos de vida y seguridad dependían de comprender y predecir el tiempo.



Los pastores que cuidaban de sus rebaños sobre las antiguas colinas miraban hacia el cielo para encontrar signos de cambios en el tiempo atmosférico. Los agricultores observaron que la lluvia o la sequía podían destruir cosechas si eran plantadas o cosechadas en el momento incorrecto. Los marineros experimentaban graves tormentas en el mar o largos retrasos si quedaban “atrapados” en áreas de calma. Estos grupos recolectaban datos mediante observaciones agudas, que demostraban ser importantes como base fundamental de datos acerca de la información sobre el tiempo atmosférico.



Los siguientes son viejos adagios que se relacionan con los cambios en el tiempo atmosférico:

- Cielo rojo de noche, deleite de los marineros.
- Cielo rojo por la mañana, los marineros toman precauciones.
- Dolores en los huesos y coyunturas indica cambios en el tiempo atmosférico.



- El viento que hace que las hojas se eleven sobre los árboles indica la llegada de cambios en el tiempo atmosférico.
- La falta de rocío sobre la hierba temprano por la mañana indica un tiempo atmosférico cambiante.
- Un círculo alrededor de la luna indica una precipitación inminente.

¿Pueden estos adagios ser explicados científicamente?

¿Pueden convertirse en predictores crudos del tiempo atmosférico? Estas afirmaciones tal vez puedan examinarse después de un examen profundo de algunas de las actividades del tiempo atmosférico incluidas en este folleto. Pueden agregarse a esta lista adagios adicionales sobre el tiempo atmosférico. Ver Apéndices II y V para más adagios. Pide a tus estudiantes que piensen en otros.

Pregunta para los Estudiantes: ¿Puedes pensar en alguna forma en que los cambios en el tiempo atmosférico afecten las actividades y eventos en la sociedad moderna? ¿Crees que el tiempo atmosférico tiene consecuencias importantes para la mayoría de las personas en la sociedad moderna? ¿Por qué? ¿Por qué no?

Equipos y Suministros Necesarios para Conducir las Actividades

Comprendemos que muchos colegios pueden no tener los suministros y equipos necesarios para conducir actividades y experimentos costosos de meteorología, de modo que esta publicación se concentra en actividades que utilizan materiales comunes que las personas pueden encontrar en casa o en tiendas locales. Es importante observar que hemos incluido sólo una forma de construir instrumentos; el educador puede tener métodos alternativos, que pueden funcionar tan eficientemente y son menos costosos. Los autores hacen estas sugerencias sobre construcción de instrumentos como punto de partida para los educadores. Los miembros del personal que trabajan en escuelas bien equipadas pueden reemplazar equipos y suministros comercialmente disponibles. Sin embargo, hay ventajas pedagógicas en construir los equipos. Construir los equipos puede conducir a una mejor comprensión del fenómeno medido y cómo funcionan los equipos. Las sugerencias de “Materiales Necesarios” se basan en la actividad; las cantidades requeridas dependerían de cómo están agrupados los estudiantes para conducir actividades.

Es extremadamente importante que los maestros aconsejen a los estudiantes acerca de las consideraciones de seguridad al conducir actividades científicas. Los educadores deben ejercer un juicio igual en cuanto al nivel de madurez requerido para que los estudiantes lleven a cabo algunas de las actividades de forma independiente. Como ejemplo, ¿pueden los estudiantes, usando guantes termorresistentes y anteojos de seguridad, manejar el agua en ebullición, o el educador debería manejar el agua con los estudiantes a una distancia segura? La misma cuestión se aplica al psicrómetro de eslinga: ¿Están los estudiantes lo suficientemente maduros como para arrojar el psicrómetro? o ¿debería el educador arrojarlo a una distancia segura de los estudiantes?



Desarrollo de la Filosofía de Aprendizaje para la Educación Científica

Para que la educación científica tenga significado para todos los estudiantes, debería haber una fuerte concentración en los elementos esenciales del aprendizaje de la investigación, que se describen en las Pautas Nacionales de Educación Científica (NSES) y los puntos de referencia de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS). Usando estos documentos como base, el Consejo de Supervisores de Ciencia del Estado (CS3), a través de la Iniciativa CS3/NASA NLIST, desarrollaron una definición operativa de la Ciencia como Investigación (www.nlistinquiryscience.com).

La definición operativa de ciencia como investigación promulgada por la Iniciativa CS3/NASA NLIST consiste de estos elementos esenciales: (1) contexto conceptual para el contenido científico; (2) contenido científico relevante e importante; (3) destrezas de información – procesamiento; y (4) los hábitos científicos de la mente (enfoques). Estos elementos esenciales deberían convertirse en el centro del desarrollo material. Ellos realzan la relevancia y aplicabilidad del conocimiento científico.

- El aprendizaje establecido en un contexto amplio (conceptos) puede permitir una comprensión más profunda y mejorar la transferencia de conocimiento a situaciones nuevas y diferentes (Apéndice III).
- El contenido se convierte entonces en una pieza fundamental para construir y comprender conceptos importantes.
- El desarrollo de destrezas se convierte en el medio para continuar la generación de nuevo conocimiento.
- Los hábitos de la mente (enfoques) empleados por expertos y nutridos en los estudiantes pueden garantizar la integridad de la disciplina y proporcionar una visión válida del mundo desde la perspectiva de la ciencia (Apéndice III).

Estos elementos esenciales, reunidos de forma holística en un ambiente de aprendizaje, hacen que la ciencia sea tanto relevante como aplicable para todos los estudiantes. Más aún, este enfoque permite el desarrollo de destrezas y enfoques necesarios para continuar un aprendizaje que dura toda la vida.

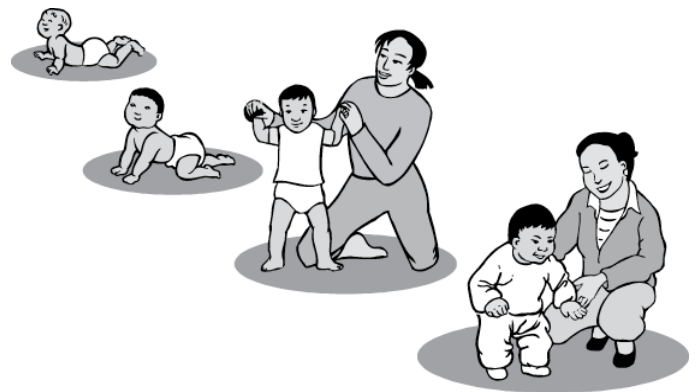
Las destrezas que utilizan los científicos y el enfoque científico, que son el cimiento de la generación de un cuerpo de conocimiento científico, son frecuentemente pasados por alto en la educación científica. La educación científica todavía se enseña y se aprende como una lección de historia – con un enfoque en “esto es lo que sabemos”. Si los educadores hacen énfasis en “cómo lo sabemos”, los estudiantes desarrollarán destrezas y adquirirán actitudes científicas que producen una visión científica válida del mundo y la capacidad para utilizar estas destrezas como una forma perdurable de resolver problemas. Muchas actividades usadas para enseñar ciencia son lecciones “prácticas” irreflexivas y no involucran una respuesta “con mente práctica”. Los estudiantes capaces pueden ver los resultados de la actividad sin pasar por los procedimientos y no son desafiados. Muchos educadores piensan que el aprendizaje de la investigación tiene lugar sólo a través de las actividades de los estudiantes. Las demostraciones del maestro, las discusiones en el aula de clase, e incluso las disertaciones pueden estimular el desarrollo de los elementos esenciales de la investigación si el enfoque es sobre “cómo llegamos a conocer”, en vez de “esto es lo que sabemos”.

Los científicos se aproximan a la generación de conocimiento de forma diferente que la manera en que las escuelas proporcionan a los estudiantes acceso a este conocimiento. Los expertos comienzan con las observaciones, plantean preguntas, y en algún punto estructuran un contexto para estas preguntas. Dependiendo de la disciplina, ellos aplican los enfoques o reglas básicas a una disciplina particular. Los expertos hacen “giros equivocados” o llegan a “callejones sin salida”, y con frecuencia deben replantear los enfoques para obtener resoluciones a las preguntas. Usar estas destrezas y aplicar las reglas básicas de la disciplina permite a los expertos mejorar las capacidades de los estudiantes para resolver problemas. Con este énfasis en el aprendizaje, el estudiante desarrolla una visión más válida del proceso científico y puede ver mejor el mundo a través de la lente de una disciplina particular.

UNA NOTA IMPORTANTE: Para maestros que necesitan una correlación más tradicional con las pautas y marcos de referencia nacionales que colocan un mayor énfasis sobre la correlación de contenido, vea el Apéndice IV. Este tipo de correlación no niega el enfoque educativo importante descrito previamente, pero ayuda a ilustrar que el enfoque de esta publicación considera las demandas sobre los maestros en las aulas de clase actuales.

Niveles de Investigación en las Actividades

Tal como los niños atraviesan una serie de etapas cuando aprenden a caminar, los programas diseñados para la educación científica deberían considerar etapas de desarrollo importantes al guiar a los estudiantes a que se hagan cargo de su propio aprendizaje. Los programas deberían tener experiencias efectivas que permitirán a los estudiantes pasar de ser receptores de información a buscadores de conocimiento. Los jóvenes aprendices y los aprendices menos experimentados necesitan más dirección y “orientación”, pero a medida que maduran y aumentan sus capacidades, necesitan desafíos más sofisticados. Debería haber un cambio gradual en la ayuda dada a los estudiantes a medida que pasan a los niveles superiores de escolaridad, incluso durante las etapas posteriores de un curso.



Existen cuatro niveles de actividades que pueden ser clasificadas de acuerdo con los niveles de potencial de investigación. Si bien cualquiera de estos niveles de investigación pueden ser apropiados para todos los niveles de aprendices, se espera que las experiencias de aprendizaje más estructuradas permanezcan en los niveles de grados inferiores y que las más abiertas y menos estructuradas predominen a medida que los estudiantes se aproximen a la graduación de bachillerato. La siguiente clasificación ha sido modificada a partir del trabajo de Herron (1971) y sus esfuerzos por desarrollar una rúbrica sencilla y práctica para evaluar el grado hasta el cual las actividades promocionan la investigación en los estudiantes. Basado en parte en los escritos de Schwab (1964), Herron describe cuatro niveles de investigación. La clasificación sub-siguiente es una ligera modificación en cuanto a considerar un enfoque centrado en el maestro versus un cambio hacia un enfoque más centrado en el aprendiz.



A lo largo de esta publicación, el aprendiz o estudiante tendrá la oportunidad de experimentar actividades que representan cada uno de los cuatro niveles. Más aún, estas actividades serán identificadas de forma específica en cuanto al nivel de investigación predominante de la actividad particular. Esta identificación ayudará al educador a entender mejor los niveles de investigación y cómo seleccionar o desarrollar más actividades que planteen estos diversos niveles de investigación.

(1) Confirmación-verificación. Los estudiantes confirman o verifican un concepto tanto a través de una pregunta prescrita como de un procedimiento; los resultados se conocen con antelación. El valor de este nivel de actividad está en introducir a los estudiantes, que han tenido muy poca o ninguna experiencia en efectuar actividades científicas, a los pasos generales en el diseño de las investigaciones.

(2) Investigación estructurada. Los estudiantes investigan una pregunta demostrable presentada por el maestro a través de un procedimiento prescrito. Los resultados de la investigación no se conocen con antelación, y los estudiantes generalizan las relaciones usando los resultados de la actividad. El valor de este nivel de actividad es retar al aprendiz a examinar los datos y llegar a una conclusión válida basada en estos datos. También da al aprendiz experiencia adicional con el concepto de una pregunta “demostrable” y estructura de diseño investigativa.

(3) Investigación Guiada. Los estudiantes investigan una pregunta presentada por el maestro usando sus propios procedimientos para conducir la actividad. El valor de este nivel de actividad está en desafiar a los aprendices a diseñar el procedimiento que producirá datos apropiados para resolver válidamente la pregunta. Además, el aprendiz tiene una oportunidad adicional de aprender de la pregunta demostrable presentada por el maestro.

(4) Investigación abierta. Los estudiantes investigan una pregunta relacionada con un tema que ellos han formulado. Son responsables de definir una(s) pregunta(s) manejable(s), diseñando procedimientos para recolectar, registrar y evaluar datos, y sacar interpretaciones, inferencias y conclusiones. En este nivel de actividad, el estudiante se beneficia de aprender cómo diseñar una pregunta demostrable y también diseñar un procedimiento para generar los datos necesarios para resolver de forma apropiada la pregunta. El maestro garantiza que el estudiante plantee los conceptos que están siendo estudiados estructurando un contexto en una afirmación amplia no demostrable, como por ejemplo, “Investigar un aspecto acerca de qué causa el movimiento del aire dentro de la atmósfera de la Tierra”. Entonces, es necesario que el aprendiz extraiga una pieza o piezas de esta afirmación que puedan demostrarse.

NOTA: Debe entenderse que cualquiera de estos niveles de investigación de actividades puede ofrecer un beneficio adicional. Sin embargo, es importante retar al aprendiz a que asuma más responsabilidad por su aprendizaje. Después de trabajar en estas actividades con los estudiantes, el maestro tendrá también una mejor comprensión de las maneras de modificar estos niveles de actividades para ajustarse a las necesidades de diversos aprendices.