

Construyendo los cimientos de una

# Comprensión Científica

Volumen I I



Dr. Bernard J. Nebel

Construyendo los cimientos de un

# Entendimiento Científico

## Volumen. II

Por el Dr. Bernard J. Nebel

# Índice

## Volumen II

Prólogo e introducción.....	7
Acerca del autor.....	13
Agradecimientos.....	15
Cómo usar este volumen.....	17
Orden de las lecciones.....	21
Hilo de discusión “A”. La naturaleza de la materia	27
Para las lecciones A-1 hasta A-10, vea Construyendo los cimientos de un entendimiento científico [vol. I]	
Lección A-11. Movimiento atómico/molecular 1: evidencia del movimiento browniano y difusión.....	29
Lección A-12. Movimiento atómico/molecular 2: su relación con la temperatura.....	37
Lección A-13. Movimiento atómico/molecular 3: la relación entre la temperatura, la presión y el volumen.....	48
Lección A-14. Conceptos de química 1: elementos y compuestos.....	59
Lección A-15. ¿Flotará o se hundirá? El concepto de la densidad y su medición .....	68
Lección A-16. Cómo flotan los barcos de metal y cómo hacer un hidrómetro.....	77
Lección A-17. Calor, volumen y densidad.....	83
Lección A-18. Corriente de convección: observación e interpretación.....	93
Hilo de discusión “B”. Ciencias de la vida	99
Para las lecciones B-1 a B-12, vea Construyendo los cimientos de un entendimiento científico [vol. I]	
Lección B-13. Células 1: microscopios, observaciones de tejidos y la teoría celular.....	101
Lección B-14. Células 2: crecimiento, división y diferenciación celular.....	110
Lección B-15. Células 3: la integración celular y las funciones corporales completas.....	122
Lección B-16. Hongos y bacterias 1: qué son y su rol como los descomponedores en la naturaleza.....	132
Lección B-17. Hongos y bacterias 2: los descomponedores contra el almacenamiento y preservación de la comida; usos comerciales de hongos y bacterias.....	144
Lección B-18. Hongos y bacterias 3: los descomponedores contra la enfermedad y la salud.....	152
Lección B-19. Organismos microscópicos 1: la multitud y diversidad .....	164
Lección B-20. Organismos microscópicos 2: organismos unicelulares; el reino protista.....	171
Lección B-21. La vida de las plantas 1: cultivar plantas por diversión, para alimento y para aprendizaje.....	179
Lección B-22. La vida de las plantas 2: cómo crece una planta y sus partes.....	191

Hilos de discusión “C”. Ciencia física	203
Para las lecciones C-1 a C-7, vea Construyendo los cimientos de un entendimiento científico [vol. I]	
Lección C-8. Cómo vuelan las cosas.....	205
Lección C-9. El centro de la gravedad, el balance y las ruedas que se tambalean.....	213
Lección C-10. Movimiento, energía e impulso.....	222
Lección C-11. Mecánica 1: las palancas y el descubrimiento del principio subyacente.....	229
Lección C-12. Mecánica 2: planos inclinados, poleas, engranajes y elevadores hidráulicos.....	239
Lección C-13. Electricidad 1: circuitos, interruptores, conductores y no conductores eléctricos.....	246
Lección C-13a. Electricidad 1a: electricidad estática, chispas y relámpagos.....	256
Lección C-14. Electricidad 2: circuitos paralelos y series, fusibles, inductores de circuito y cables a tierra.....	264
Lección C-15. Luz 1: principios básicos de la luz y de la vista.....	273
Hilos de discusión “D”. Ciencia espacial y terrestre	289
Para las Lecciones D-1 a D-8, vea Construyendo los cimientos de un entendimiento científico [vol. I]	
Lección D-9. Las causas de los cambios estacionales.....	291
Lección D-10. El ciclo del agua y sus ramificaciones.....	300
Lección D-11. Terremotos, volcanes y movimientos de placas tectónicas.....	311
Lección D-12. Haciendo un mapa de la tierra: latitud y longitud .....	319
Lección D-13. Clima y condiciones climatológicas 1: los trópicos húmedos y los desiertos áridos .....	326
Apéndices	337
Apéndice 1. Equipo adicional requerido.....	339
Apéndice 2. Discusión en grupos pequeños y detector de mentiras.....	342
Apéndice 3. Libretas y escritura.....	347
Apéndice 4. Dibujar gráficas.....	348
Apéndice 5. Qué se debe y qué no se debe hacer acerca de recolectar seres vivos .....	349

# Prólogo

## Introducción e instrucciones para utilizar este texto.

Si usted ha estado utilizando Construyendo los cimientos de un entendimiento científico (de aquí en adelante referido como BFSU [vol. I]), estará familiarizado con sus direcciones y rutinas, por lo que probablemente deseará pasar de inmediato al diagrama de flujo de la página XX de este libro y comenzar con las lecciones, las cuales están designadas para construir y expandir las enseñanzas e ideas presentadas en BFSU [vol. I].

Si usted es nuevo en la serie BFSU, lo siguiente le dará una sinopsis de sus características clave así como de sus objetivos. Pero debe tomar en cuenta que aunque sus niños se encuentren en el rango de edad que va del tercer al quinto grado, no significa que usted deberá comenzar inmediatamente con las lecciones de este volumen. En la educación tradicional muchos niños (y adultos) habrán pasado por alto ideas básicas y conceptos contenidos en el primer volumen de BFSU y, ya que el currículum entero está diseñado para construir lógica y sistemáticamente conocimiento, los huecos necesitarán ser llenados antes de proceder con las lecciones de este volumen.

Por lo tanto, comience echándole un vistazo al primer volumen de BFSU y advirtiéndole las lecciones que son necesarias para cubrir los huecos en el entendimiento de sus niños (usted puede hacer esto utilizando la característica “ver adentro” en el sitio del libro en Amazon). Ponga atención a estas lecciones primero. Esto se puede hacer relativamente rápido dada la mayor madurez de los niños de más edad, pero si los huecos se dejan vacíos, causarán problemas en el entendimiento posterior, incluyendo errores de concepción que los llevarán a serias desventajas.

### El Objetivo de BFSU

Educación de ciencias de grado elemental: construyendo los cimientos en el entendimiento científico (el juego de tres volúmenes) es mucho más que una compilación de diversas lecciones de ciencias. BFSU está construido con el objetivo de hacer que los niños, en el transcurso de sus años de kínder a octavo grado:

- Ganen un marco de trabajo integrado al conocimiento y entendimiento y abracen ideas claves y conceptos subyacentes de las mayores áreas de la ciencia.
- Potencien las actitudes de observación, cuestionamiento y razonamiento lógico, las cuales son fundamentales en todas las actividades de la vida y en los hábitos mentales. Esto es lo que conlleva aprender a aprender.

Además de ello, el antecedente de conocimiento, entendimiento y hábitos mentales alcanzados a través de BFSU les permitirá a los estudiantes:

- Comprender cualquier tópico científico reportado en los medios públicos e incorporarlo a su marco de

referencia de entendimiento en expansión.

- Perseguir estudios independientes de manera productiva en cualquier área que ellos deseen escoger.
- Ingresar y progresar a cualquier curso de ciencia avanzado, ya sea de preparatoria o de introducción en la universidad.
- Distinguir entre argumentos y conclusiones lógicas y falaces.
- Continuar en una vereda de aprendizaje de vida.

### **Características distintivas de BFSU que facilitarán el éxito de los estudiantes**

De manera primordial, las lecciones están presentadas de una manera que es consistente con la investigación acerca de cómo aprenden los niños. Las ideas principales son las siguientes (están escritas con más detalle en el capítulo 1 de BFSU [vol. I], “El aprendizaje comienza con la conciencia”):

El aprendizaje no inicia sentando a los niños en un salón y presentándoles una lección. Comienza cuando se les hace conscientes. Es un desprecio común que muchas cosas en la vida diaria pasen a nuestro lado sin que seamos conscientes de ellas y, mucho menos, que aprendamos algo, porque nuestra atención e intereses se encuentran en otro lado. BFSU le otorga especial atención a guiar al maestro para que aproveche o cree un momento enseñable en cada elección, algo que lleve a los estudiantes a enfocar sus conciencias en el asunto que es enseñado.

### **El aprendizaje ocurre construyendo sistemáticamente y haciendo conexiones con lo que ya sabemos**

Todos experimentamos que es más probable que tomemos interés y aprendamos algo nuevo cuando eso se ajusta a lo que ya conocemos y lo expande. Inversamente, nuestras mentes fácilmente hacen a un lado (olvidan) cualquier información que no se conecta con algo que ya sabemos o hemos experimentado. El viejo refrán dice: “aprendemos y recordamos algo mejor cuando hay ganchos en dónde colgarlo”. Precisamente, las lecciones de BFSU están construidas y organizadas de manera que siempre se cuelgan de algo que nos es familiar. Entonces, cada lección representa una piedra de apoyo para la siguiente; de este modo, lógica y sistemáticamente se construye un marco de referencia integrado de conocimiento y entendimiento.

### **El aprendizaje se hace permanente conforme lo ponemos en buen uso**

La pesadilla y frustración de todos los maestros es “ya lo enseñé”. ¿Por qué no lo recuerdan? El hecho es simple: la información y las ideas que no son puestas en práctica y “ejercitadas” repetidamente se pierden con facilidad de la memoria. En BFSU el aprendizaje de cada lección es ejercitado, ya que se convierte en “los ganchos” de soporte para lecciones futuras. Al mismo tiempo, cada una concluye con sugerencias en las que podemos poner el aprendizaje en uso para interpretar la experiencia del mundo real.

### **El desarrollar un entendimiento conceptual no está más allá del alcance de los niños**

Sistemas educativos del pasado se aferraban a la idea de que el pensamiento conceptual estaba más allá del desarrollo de los niños en el rango de edad de la educación primaria. Por lo tanto, el razonamiento era que la enseñanza en este nivel debía consistir en hacer que los niños simplemente aprendieran los hechos; esto es, los términos técnicos conectados con cualquier elemento que estuviera en estudio. Sin embargo, la investigación moderna ha demostrado que los niños pequeños pueden, y de hecho, piensan conceptualmente. Pero si este pensamiento conceptual es abandonado, frecuentemente lleva a nociones que son erróneas e inclusive bizarras. Lo peor es que si se permite la existencia de dichas nociones erradas, éstas se incrustan sólidamente y son extremadamente difíciles de borrar.

Por las razones anteriores, todas las lecciones de BFSU tienen como objetivo llevar a los niños a comprender las ideas básicas con un mínimo de terminología técnica, de manera que las fallas de concepción sean corregidas tempranamente. La técnica utilizada a través de este libro es guiar a los niños a observar más de cerca, meditar y ejercitar un pensamiento racional para llegar a conclusiones lógicas. Claro está, algo de vocabulario nuevo entra en juego y es dominado conforme se avanza.

## **El pensar se perfecciona con la práctica de pensar**

Una segunda frustración de todos los maestros es expresada por esta frase: “¡ellos simplemente no piensan!”. Los procedimientos que prueban si los estudiantes piensan, frecuentemente muestran que no lo hacen. El hecho que debemos apreciar es que un pensamiento sistemático y lógico es una habilidad compleja, análoga a tocar el violín. Por ejemplo, mientras a algunos les viene natural, la mayoría requiere y se beneficia de la práctica y el entrenamiento. Creer que los niños se convertirán en pensadores lógicos mediante pocas lecciones o juegos que involucren razonar es una locura parecida a creer que un niño será un maestro violinista con solamente unas pocas lecciones y un poco de práctica. Como cualquier habilidad compleja, el pensamiento lógico es desarrollado gradualmente mediante su práctica.

Así, todas las lecciones de BFSU están designadas de manera que usted, maestro, guíe a los estudiantes a observar con cuidado, a considerar implicaciones a la luz de otros elementos que conocen y a ejercitar un razonamiento lógico para alcanzar más cuestionamientos o una conclusión. Debe recordarse que la reflexión que lleva al cuestionamiento es tan importante como aquél que conduce a las respuestas. Por lo tanto, son las preguntas, y no las respuestas, las que llevan a los niños a investigar con más profundidad y a buscar respuestas trascendentes. En pocas palabras, BFSU provee una práctica continua de pensamiento lógico. Como se puede vislumbrar, la metodología de la enseñanza juega un rol prominente en esto también. Todo ello se verá en la sección: “Los maestros y la enseñanza”.

## **Hay una sinergia entre la lectura, la escritura, el pensamiento y el aprendizaje**

Enseñar a los niños a leer, escribir y pensar está frecuentemente desconectado de las asignaturas o tópicos que están aprendiendo. Esto es una falla, ya que se puede tomar ventaja de la tremenda sinergia que existen entre éstos: la lectura de materiales apropiados puede reforzar y proporcionar una mayor perspicacia acerca de la lección, y la escritura requiere pensar sobre la asignatura que se tiene a la mano y refuerza lo que uno ha aprendido, expone lo que uno no ha asimilado, lleva a preguntas más profundas, etc.

Cada lección en BFSU incluye recomendaciones para que los estudiantes lleven una libreta de ciencias (vea el apéndice 3 para las instrucciones específicas acerca de ésta), además de sugerencias adicionales para expandir y reforzar el aprendizaje. También existe una lista de libros que pueden ser utilizados para una lectura correlacionada. En pocas palabras, BFSU alienta y facilita que usted tome ventaja de la sinergia entre el aprendizaje, la lectura, la escritura, el pensamiento y el aprendizaje.

## **Los maestros y la enseñanza**

No se requiere ningún entrenamiento particular en ciencias o enseñanza. BFSU ha sido escrito para cualquiera que desee enseñar a los niños, ya sean maestros tradicionales, profesores de casa, padres de familia, tutores, maestros en entrenamiento u otros. No se requiere ningún antecedente o experiencia particular, ya sea en enseñanza o en ciencias. Las lecciones están escritas con suficientes instrucciones para guiarlo a usted en el proceso de llevar a los niños a explorar, observar, descubrir, cuestionar, discutir, meditar, razonar y alcanzar conclusiones racionales (o más cuestionamientos) a través de sus propios pensamientos. Así que si usted se encuentra inmerso en estos procesos y gana nuevas perspectivas junto con sus estudiantes, será un excelente modelo a seguir.

Usted puede notar que el párrafo anterior, “llevando a los niños a explorar, observar, descubrir, cuestionar, discutir, meditar, razonar y alcanzar conclusiones racionales a través de sus propios pensamientos”, difiere claramente del concepto común de la enseñanza que se basa en hacer que los niños sólo aprendan (memoricen) una cierta variedad de hechos. Esta distinción es de una importancia extrema, ya que todo el entendimiento moderno revela que la mente de un niño no es un recipiente pasivo en el cual solamente necesitamos insertar información. Es mejor si lo visualizamos como una maquinaria compleja que recolecta, procesa, ordena, incorpora algo y olvida cierta información.

El contraste entre estos dos puntos de vista sobre la mente de un niño tiene sus implicaciones profundas para la metodología de la enseñanza: bajo el primer punto de vista, el maestro simplemente está rellendo las cabezas pasivas y vacías con hechos; bajo el segundo, él está trabajando junto con los niños, ayudándoles a desarrollar esa

“maquinaria compleja” para recolectar y procesar información, además de construirla en marcos de referencia de entendimiento significativo. Todas las lecciones de BFSU están diseñadas para promover y facilitar el último punto de vista.

Esto puede requerir una nueva perspectiva acerca de la enseñanza. Puede solicitar también que algunos se familiaricen y practiquen. Sin embargo, los maestros reportan que las recompensas valen la pena, ya que encuentran que sus niños se comprometen activamente para relacionar lo que están aprendiendo con su experiencia del mundo real y cuestionan más información y entendimiento. Sí, su búsqueda de mayor información involucrará que hagan preguntas, muchas de las cuales quizá usted no tenga la capacidad de responder, pero la manera en que tales cuestionamientos son manejados puede convertirse en un aprendizaje maravilloso y en una experiencia de crecimiento para ambos (los tipos de preguntas que los estudiantes hacen y las maneras apropiadas para responderlas son cubiertas, en alguna forma, en el capítulo 2 de BFSU [vol. I]).

### **Apoyo (sin cargo) y petición de retroalimentación**

El pensamiento estimulado al utilizar BFSU se presta para generar cuestionamientos más profundos acerca de la ciencia y/o la metodología de la enseñanza. Deseo aportar apoyo, sin cargo, tanto como me sea posible. Para proveer tal soporte, le invité a unirse a nuestro grupo de Yahoo, K5science ([groups.yahoo.com/group/k5science](http://groups.yahoo.com/group/k5science)), donde usted puede publicar cualquier pregunta o comentario acerca de las lecciones de este texto o de la enseñanza general y unirse a las discusiones de otros (como moderador del grupo, no permitiré que el sitio sea utilizado para solicitudes o promociones de otro tipo, aun cuando la eficacia de ciertos recursos pueden ser discutidos). Particularmente invito a hacer preguntas acerca de ciencia, porque cualquier buena lección debe terminar con la curiosidad de usted, y con la que despierta en sus niños, y preguntándose por cuestiones más profundas del tópico. De hecho, cuando un apartado termina con los niños cuestionando aspectos más recónditos, usted puede estar seguro de que ha sido exitoso. Realizar cuestionamientos e intentar encontrar respuestas profundas es la característica central de un aprendizaje de vida. De nuevo, existirán muchos tipos de preguntas, pero ninguna debe ser hecha a un lado o acallada (ver capítulo 2, en BFSU [vol. I]). Por ello, le invito a presentar en el grupo cualquier pregunta que los haya dejado, a usted y a sus niños, pasmados y meditabundos. Quizá no surjan respuestas definitivas, pero aun así la discusión y los esfuerzos por encontrar las soluciones serán ciencia en su mejor expresión.

Sin embargo, invitarle a usted a presentar preguntas en el grupo no significa que asegure que puedo proporcionar las respuestas mejor que cualquier otra persona. En gran medida, esta invitación es para que me provea de retroalimentación acerca de qué sí funcionan, qué falla, qué está claro, qué no lo está, qué necesita ser añadido, etc. Esto es información que será invaluable para mejorar las futuras ediciones de este trabajo, por ello también estaré feliz de recibir cualquier sugerencia que desee compartir. Usted puede contactarme fuera del grupo si así lo desea: [bnebel@erols.com](mailto:bnebel@erols.com).

### **Seguridad**

Ninguno de los ejercicios descritos en este texto los lleva a exponerse a usted o a sus niños a riesgos que van más allá de los que confrontamos en nuestras vidas cotidianas. Sin embargo, ciertas precauciones de seguridad están incluidas dentro de las lecciones en las que se consideran apropiadas. Una vez dicho esto, se da por sentado que los padres de familia, maestros y otros cuidadores siguen siendo responsables de todos los asuntos concernientes a la seguridad propia y de los niños. Ni el autor ni el editor de este volumen asumen ninguna responsabilidad de eventos desafortunados o heridas que pudieran ocurrir.

### **Tecnología**

He reducido drásticamente el costo de BFSU al no incluir diagramas, fotografías en el texto o videos de mercadotecnia, junto con el texto. En vez de esto, le pido que encuentre tales elementos frontales y materiales complementarios en internet, utilizando la máquina de búsqueda google. Referencias frecuentes en el texto le sugerirán “googlear” asignaturas particulares (no doy URLs específicos debido a que constantemente cambian de lugar y siempre están apareciendo nuevos). Si usted realiza tales búsquedas con sus estudiantes, éstos ganarán la habilidad de utilizar la tecnología así como también de encontrar la información que buscan. También, le invito a compartir los URLs de sitios que usted encuentre particularmente útiles a través de nuestro grupo de Yahoo (vea la sección “apoyos”, arriba).



## Estándares y evaluaciones

Todos los estados tienen estándares de ciencia adicionales a los de matemáticas y lectura y parece ser que los estándares nacionales vienen en camino. Una pregunta clave que naturalmente aparece es: ¿prepara BFSU a los estudiantes para cumplir con esos estándares?

La respuesta es “¡sí!” en cuanto a que BFSU proveerá a los estudiantes con un marco de referencia de comprensión y conocimiento integrado que abrace las ideas básicas de todas las principales áreas de la ciencia, el cual los preparará para cumplir con los estándares. Observe, sin embargo, que BFSU tiene como objetivo construir una cimentación integrada de entendimiento científico que abrace todas las áreas principales de la ciencia. El cumplir con los estándares resultará un subproducto natural de esta búsqueda. BFSU de ninguna manera tiene como objetivo enseñar para la examinación (de estándares).

Una vez dicho esto, su estado podría incluir objetivos concretos dentro de sus estándares que no son específicamente vistos en BFSU. Sin embargo, el marco de referencia de conocimiento y entendimiento ganado a través de BFSU proveerá un lugar en donde cualquier información adicional podrá ser lógica y significativamente insertada.

Igualmente, BFSU no proporciona exámenes muestra para la evaluación, ya que está basado en la premisa de que la mejor evaluación del aprendizaje es obtenida a través de la forma en que los niños desarrollan la habilidad para expresar su conocimiento y entendimiento en un discurso, tanto escrito como oral, lógico y claro. Éste es el objetivo del BFSU; no el llenar espacios en blanco.

# Acerca del autor

El doctor Nebel es un nativo de la parte oeste del Estado de Nueva York, Geneva. Realizó su trabajo profesional en el colegio de la Earlham, en Richmond, Indiana, donde profundizó en todas las ciencias, enfocándose en la biología y la química. Además, ganó su grado de doctor en Botánica en la Universidad de Duke. Después de pasar varios años en trabajo de investigación, el Dr. Nebel optó por enseñar de tiempo completo en el colegio comunitario del municipio de Baltimore, Catonsville, MD, donde utilizó sus amplios intereses y antecedentes en ciencias para establecer un curso de ciencia del medio ambiente; tales cursos eran nuevos en el campo educativo en ese entonces, por lo que prosiguió con la edición de un libro que es aún utilizado ampliamente para la asignatura, Ciencia del medio ambiente, Prentice Hall, 1981 y ediciones subsecuentes.

A través de su carrera de enseñanza, el doctor Nebel comenta que se consternaba cada vez más por las carencias científicas en los antecedentes mostrados por los estudiantes universitarios de primer nivel. Esto, gradualmente, lo llevó a dirigirse a otro de sus amores y vocación de vida: trabajar y enseñar a niños pequeños. A su debido tiempo, esto lo incitó a escribir Educación elemental de Nebel: creando un tapiz de aprendizaje (disponible en Amazon), el cual cubre todos los aspectos de la educación elemental (kindergarten a sexto año), pero en pinceladas amplias. Tropezando con la necesidad de planear lecciones más específicas, el doctor Nebel se ha tomado la tarea de escribir Educación de ciencias elemental: construyendo los cimientos de un entendimiento científico, volumen I, de un juego de tres: BFSU, volumen I para niveles K-2; volumen II para 3-5, y volumen III (en progreso en 2011) para 6-8.

El doctor Nebel vive con su esposa en Catonsville, Maryland, y tiene dos hijos adultos. Adicionalmente al grupo de apoyo en Yahoo que lo hospeda, puede también ser contactado en [bnebel@erols.com](mailto:bnebel@erols.com).