EPISTEMOLOGÍA

ENSEÑAR LA COMPLEJIDAD EN EL CONTEXTO DE LA GRAN HISTORIA
Teaching Complexity in a Big History Context

Richard B. Simon[1]
Western Washington University, Fairhaven College of Interdisciplinary Studies, Estados Unidos
richard.simon@wwu.edu
Traducido por la Red Distrital de Estudiantes de Historia (Bogotá, Colombia)[2]

Recibido: 21.02.18 / Aceptado: 11.04.18

INTRODUCCIÓN

Como parte de la materia de la historia universal y las preguntas por el origen de la especie humana, la Gran Historia (Big History) surgió en la década de 1980 en la Universidad de Macquarie como un curso que integraba los avances más significativos de las ciencias recientes. David Christian, su profesor, enseñaba las variaciones y permanencias estudiadas por las ciencias históricas desde el *big bang* —hace 13.700 millones de años— hasta la actualidad e incluso el futuro en distintas escalas. Este enfoque surgió en el seno de la historia mundial, una visión integrada del planeta Tierra que pretendía ir más allá de las historias nacionales y las historias antropocéntricas.

Además, se propuso una agenda que integraba las distintas ciencias, a partir de un auténtico trabajo de cooperación interdisciplinar que reunía a astrofísicos, biólogos y científicos sociales en lo que Edward O. Wilson denominó *consiliencia*, un intento de unificar el conocimiento humano. La Gran Historia ayuda, así, a entender el lugar que ocupan los seres humanos en la historia de la evolución biológica y cósmica, pero, dada la enorme magnitud de las regiones que explora, pisa «la delgada línea entre el antropocentrismo y la insignificancia humana».

La Gran Historia plantea que hay una tendencia en la historia del Universo desde el *big bang* hasta hoy: se han presentado incrementos fortuitos —no determinados— de complejidad, debido a que la materia emplea cada vez de una manera más diversa, múltiple y eficiente la energía que la constituye. Es decir, que la Gran Historia ha sido posible gracias a las evidencias que permiten formular paradigmas compartidos por astrofísicos como las teorías del *big bang* y la nebulosa solar; por geólogos, gracias a la formulación de los principios de la tectónica

©Universitat de Barcelona

de placas, o por los biólogos, quienes comparten la teoría de la evolución y las técnicas de datación radiométrica, que constituyen, en palabras de David Christian, una verdadera revolución cronométrica.

Por supuesto, eso no se da del mismo modo en todas las dimensiones de la creación cósmica. Existen formas, niveles y condiciones para la emergencia de nuevas formas de complejidad que son muy distintas tanto en el umbral del Universo inicial, como en los de la evolución cósmica, la aparición de los planetas, el surgimiento de vida en el planeta Tierra y el desarrollo de formas de vida extraordinariamente complejas, entre las cuales se encuentran los sistemas sociales de los seres humanos, con el mayor grado de autonomía relativa.

Eso ha hecho de la Gran Historia un enfoque historiográfico y pedagógico genuinamente renovador que merece ser presentado en castellano. La propuesta está llamada a trascender la separación en la enseñanza de las disciplinas escolares y las historias nacionalistas, pues su ejecución implica necesariamente un trabajo interdisciplinar e integrador que apuesta por el análisis diacrónico, comparativo, prospectivo y retrospectivo de los fenómenos naturales y humanos, como un laboratorio de pensamiento que reivindica el relato histórico en clave de pensar un mejor futuro para el planeta Tierra y la especie humana.

Esta traducción espera ser una contribución al campo de la didáctica de las ciencias sociales en toda la región iberoamericana, teniendo en cuenta la novedad y actualidad del recurso que se presenta. Se ha elegido el fragmento del libro de Richard B. Simon, puesto que es la parte seminal del libro, una bisagra entre la explicación de los principios generales de la complejidad, el uso de ejemplos claros para interpretar la Gran Historia y el diseño de un recurso didáctico transversal a las demás secciones del libro *Teaching Big History*, independientemente de cuál sea la estructura compleja que se estudia.

Por último, se considera que se ganará más en el circuito pedagógico de Iberoamérica con la actualización de ofertas temáticas sólidas que pueden reemplazar la aburrida lógica de la cátedra y la anticuada lógica nemotécnica de adoración a los héroes nacionales por una visión integrada y lúdica de las ciencias históricas. Al fin y al cabo, la Gran Historia pretende construir una comunidad global que se reúna en el común denominador de las diversas expresiones de la especie humana. Esperamos que este documento sea un insumo susceptible de enriquecer de manera sustancial el acto pedagógico de los maestros y maestras de Ciencias Sociales en la comunidad de habla hispana.

ENSEÑAR LA COMPLEJIDAD EN EL CONTEXTO DE LA GRAN HISTORIA

Me preparaba para enseñar nuestro primer curso semestral y estudiaba la edición preliminar del libro de texto *Big History: Between Nothing and Everything* de David Christian, Cynthia Stokes Brown y Craig Benjamin (2014), cuando la Dominican University de California me pidió que enseñara una unidad sobre la industrialización para su segundo curso de verano en el instituto de Gran Historia. Mientras compilaba mi material y esbozaba una descripción general del curso, comprendí que tenía mucho que decir respecto a la industrialización —probablemente demasiado para una muy corta hora— y que no tenía aún una manera para enfocar, delimitar y materializar todo lo relevante acerca de la era de la industrialización, de modo que pudiera ser pedagógicamente útil para otros colegas.

La noche anterior a mi presentación me dispuse a ver *Tiempos modernos*,[3] el filme de Charles Chaplin de 1936, pensando que podría tener algo que ofrecer como ejemplo de la era de la industrialización —de hecho, se lo habíamos mostrado a estudiantes en el primer semestre de nuestro programa durante la llamada Noche de película de la Gran Historia (Big History Movie Night)—. La película comienza con el tictac de un reloj, el tiempo reglamentado y marcado por una máquina. Luego, un rebaño de ovejas acapara la pantalla —hay una oveja negra corriendo entre ellas—. Es la imagen de la era de la agricultura y un símbolo de la inconformidad ante un conformismo creciente, esta misma, emblemática para la era industrial. La cámara hace un corte de manera ingeniosa desde el raudal de ovejas hacia una oleada de hombres en una puesta heroica, en una fábrica de ladrillos, un constante flujo de energía potencial, azúcar del desayuno empacado en cuerpos humanos abultándose en la fábrica para trabajar. Dentro de la fábrica, el jefe, presidente de la Compañía Electro Steel, se sienta en su escritorio, lee caricaturas y hace crucigramas a sus anchas. Toma una pastilla, levanta la vista hacia una pantalla que le permite supervisar la fábrica, habla por el interfono y ordena a un subalterno —«control»— que acelere la línea de producción. Este subalterno, un hombre gigante sin camisa, descalzo —un icono del trabajo industrial en el marco del denominado New Deal[4] de 1930—, corre por todo el piso y tira de una enorme polea que envía electricidad desde un grupo de turbinas a la maquinaria de la fábrica. El flujo de energía es incrementado entonces por un comando transmitido a través de una jerarquía de poder. Cuando las máquinas se aceleran, los humanos que las operan deben hacerlo también —y vemos rápidamente que los humanos en la fábrica se convierten en engranajes de la

©Universitat de Barcelona

máquina—. Charlot[5] sale en escena: se abre paso para ir al baño, saca a hurtadillas un cigarrillo y es regañado por el jefe en la pantalla: «¡Vuelve al trabajo!».

El foco de cámara explota. El filme fue una perfecta ilustración de las cuatro características de la complejidad manifestadas en el Umbral 8: la modernidad y la industrialización. Estas características, ligeramente adaptadas a una síntesis extraída de Christian *et al*. (2014) junto a Chaisson (2001) y Spier (2011), son:

Componentes diversos: Los bloques de construcción o unidades más básicas que constituyen la forma particular de la complejidad.

Disposiciones específicas: Las estructuras precisas sobre las cuales dichos componentes o bloques de construcción son organizados o dispuestos, y las conexiones entre estos.

Flujos de energía: Las formas en que la energía fluye a través de esos diversos componentes en esas precisas disposiciones, incluidas las cantidades de flujo de energía a través de ellas sobre un periodo de tiempo.

Propiedades emergentes: Las nuevas propiedades características únicas de tal forma de complejidad, con tal flujo de energía (zonas *Goldilock*)[6] a través de estos componentes en particular, en esas precisas disposiciones. Estas propiedades emergentes pueden conducir a nuevas formas (o mayores niveles) de complejidad.

Mediante un simple experimento mental, que colegas —y posteriormente estudiantes— pudieron llevar a cabo, pudimos revelar bastante sobre el texto (el filme); sobre el periodo en el que fue realizado (1936, mientras Estados Unidos estaba en la transición de una civilización agraria a una industrializada), y sobre rasgos de mayor envergadura en la historia del «incremento de la complejidad» desde el *big bang* hasta el estado actual del ser humano.

Al siguiente día lo intentamos en el instituto de verano. Primero, recapitulamos las cuatro características de la complejidad; después, vimos juntos los primeros quince minutos de *Tiempos modernos*.

Volviendo a la película, después de su descanso para fumar, Charlot vuelve al trabajo. En el almuerzo, una «máquina de alimentación automática» lo pone a prueba. La máquina enloquece y le golpea en la cara con comida, platos y aparatos, de forma parecida a un motor que gira una mazorca de maíz como un torno. Atropellado por la máquina, el personaje de Chaplin vuelve a su puesto y acaba en la cinta transportadora de la línea de producción —es tragado y escupido por la máquina—. Eso lo lleva, eventualmente, a un colapso nervioso —y a la rebelión del protagonista contra su empleador, sus colegas y la máquina, de la cual se ha convertido en una parte—. Los policías lo atrapan y él, Charlot, es sometido y trasladado a un hospital mental. Cuando es dado de alta, levanta una bandera roja que ha caído de la parte de atrás de un camión y es confundido por un disidente comunista, dando lugar a una revuelta, con violencia policiaca incluida. Charlot es arrestado.

Detuvimos la cinta y empezamos el experimento mental: pensar cómo estas cuatro características de la complejidad se manifiestan en la película. Trabajamos colectivamente, usando el modelo de complejidad como una herramienta analítica para desentrañar el significado del texto de Chaplin en el tablero.

Sucedió algo así:

Diversos componentes: Trabajadores. Máquinas. El jefe. Encargado.

Disposiciones específicas: Jerarquía social con el jefe en el punto más alto, dando órdenes al controlador, que tira de las palancas que controlan el flujo de energía. En la base, la línea de trabajadores con los que el personaje de Chaplin interactúa y opera las máquinas.

Flujos de energía: La energía casi siempre fluye desde el sol. Aquí fluye desde el sol para la fotosíntesis de las plantas y el ganado que las come —ambos constituyen el alimento que los trabajadores consumen para obtener energía—. Adicionalmente, tales plantas, que vivieron hace cientos de millones de años y fueron cubiertas por pantanos anóxicos,[7] se convirtieron en carbón, que, probablemente, al utilizarse para hervir el agua que da vapor para mover las turbinas resulta la fuente de electricidad que energiza la maquinaria de la fábrica. Los humanos, trabajando en sincronía con las máquinas, realizan bastante trabajo —y generan grandes excedentes de producción y, por lo tanto, de riqueza.

Una forma práctica de pensar sobre los flujos de energía es diagramarlos en simples diagramas de flujo:

©Universitat de Barcelona

Sol → Plantas → Animales → Humanos →

→ Productos → Riquezas $$$

Sol → Plantas → Combustibles fósiles → Turbinas → Máquinas →

Propiedades emergentes: Capitalismo industrial. Riqueza. Tiempo libre. Desigualdad de riquezas. Tiempo reglamentado. Rebelión. Desorden por esfuerzo repetitivo. Enfermedad mental. Comunismo. Violencia del Estado como control social.

Pueden ahondar más en este tipo de actividades los doctores (PhD) que los estudiantes. Aun así, nuestros estudiantes hicieron un trabajo admirable. En ambos casos, el ejercicio reveló que *Tiempos modernos* fue un texto clave para entender el periodo industrial. Chaplin, el creador de esta obra de arte, capturó el espíritu de su época tan bien que la obra no solo es representativa de la industrialización de entreguerras en Estados Unidos, sino también del proceso de industrialización, en términos más generales —de la transición de una civilización agraria a una industrializada, y de la respuesta humana a esa transición—; y, dado que el filme de Chaplin ilustra con tanta claridad las cuatro características de la complejidad, no solo es un texto muy importante para la Gran Historia sino que además es una herramienta útil para enseñar tanto la industrialización como la complejidad. El ejercicio revela qué es lo que hace que un texto sea útil para la perspectiva de la Gran Historia, y también demuestra que el marco de la complejidad es, en sí mismo, una herramienta de análisis incisiva.

ILUSTRANDO LA COMPLEJIDAD EN EL AULA

Fred Spier distingue, intencionalmente, entre un sistema y un régimen, porque para él, como científico social, la palabra «sistema» connota estabilidad —donde «no hay formas de complejidad que sean completamente estables a través del tiempo» (Spier, 2011). Sugiere el «régimen» como una matriz tanto para sistemas complejos adaptativos —aquellos que se adaptan en respuesta a condiciones cambiantes, como organismos o civilizaciones— y sistemas complejos no adaptativos —aquellos que no se adaptan en respuesta a condiciones cambiantes, como las estrellas o las galaxias—. Sin embargo, podemos utilizar lo que pensamos como sistemas para ilustrar lo que entendemos por «complejidad» y la forma en que esta funciona. Mientras que el alumnado puede empezar a comprender los conceptos con cualquier forma de complejidad, el sistema adaptativo complejo que el alumnado universitario puede visualizar más fácilmente es aquel en el que «él» es el componente clave —su campus.

Empieza por introducir las cuatro características de la complejidad. Defínelas. Explícalas a, tal vez, el nivel atómico. Comienza con un átomo de hidrogeno (H):

Componentes diversos: Un protón, un neutrón (en algunos casos), un electrón.

Disposiciones específicas: El protón y el neutrón se unen en el núcleo; el electrón orbita (incertidumbre).

Flujos de energía: La energía electromagnética atrae el electrón al protón. La fuerte fuerza nuclear une el neutrón al protón. El electrón que orbita el núcleo no es solo un flujo de energía. Esta última es con la que estamos más familiarizados: la electricidad.

Electrón → (electromagnetismo) ← protón
Protón → (fuerza nuclear fuerte) ← neutrón

Propiedades emergentes: Estos componentes, en estas disposiciones, con estos flujos de energía y afinidades electromagnéticas, hacen que el átomo H sea apto para enlazarse con otros átomos —formando agua y otras moléculas, o una estrella al someterse a la fusión y convertirse en helio— y todos los demás elementos. Así pues, la propiedad emergente clave que cambia todo —y da lugar a una nueva complejidad— es la capacidad de formar otros elementos y compuestos. En el Universo temprano eso permitió que las estrellas y las galaxias se iluminaran. Pero debido a que las estrellas arden continuamente a través de sus elementos básicos y crean nuevos elementos más complejos (véase el capítulo 9, «Enseñando el Umbral 3: Elementos químicos más pesados y el ciclo de vida de las estrellas»), eso también condujo a todos los demás elementos conocidos en el Universo. ¿La capacidad de convertirse en algo y todo lo demás? ¡Esa es una propiedad emergente!

Una vez que los estudiantes empiezan a comprender las características clave, los conceptos básicos, puedes pedirles —ya sea a toda la clase o en grupos— que piensen en las cuatro características de la complejidad respecto al campus. ¿Cuáles son sus diversos componentes?, ¿cuáles

©Universitat de Barcelona

son las disposiciones precisas en las que están colocados esos componentes?, ¿cómo fluye la energía a través del campus? y ¿qué nuevas propiedades emergentes surgen como resultado?

Piénsalo tú mismo por un momento. En el aula de la Gran Historia es un experimento mental. Así que...

Componentes diversos: Alumnado. Profesorado. Personal. Edificios. (¿Puedes ser más específico?) La cafetería. Dormitorios. Edificios de aula. El gimnasio.

Disposiciones específicas: En el campus de Dominican, la cafetería se encuentra cerca de la biblioteca y ambas se localizan en el centro, entre los edificios de los dormitorios y las aulas. Una carretera urbana separa el gimnasio, los campos deportivos y un estacionamiento para estudiantes del resto del campus. A través del campus solo pasan tres calles tranquilas. Significativamente, en las sociedades humanas no solo tenemos estructuras físicas, sino también estructuras sociales. Dentro de las aulas tenemos al profesor al frente de la sala y a los estudiantes, ya sea en los escritorios, frente al profesor o sentados alrededor de una gran mesa, unos delante de otros. Los administradores están por encima del cuerpo docente en la pirámide de poder, con el presidente de la universidad en la parte superior. Luego, encima de ella está el consejo de administración, que controla flujos significativos de dinero hacia el campus. Y a propósito de estos...

Flujos de energía: Al igual que en la fábrica de Chaplin, la energía entra en el campus en forma de alimento, que se entrega desde las granjas en las que se cultiva —o a través de distribuidores de alimentos— o crece, con la energía de nuestra estrella, el sol. Este alimento es fotosintetizado en azúcares utilizables por células biológicas, como las que se encuentran en los cuerpos del alumnado o del profesorado. Adicionalmente, la energía eléctrica fluye hacia el campus a través de cables, en general de centrales eléctricas hidrotermales o de gas, o, cada vez más, de productores de electricidad solar. Esa energía se utiliza para iluminar las aulas y para alimentar la tecnología. Y vamos a postular que un tercer tipo de energía, la información —al menos la información es lo que organiza la energía—, está fluyendo a través de esa tecnología, así como a través del profesorado y de los textos. Finalmente, se están gastando combustibles fósiles para transportar a los maestros, en particular, hacia el campus. Y, por supuesto, el dinero, que es esencial para mantener todo lo anterior, debe fluir también.

Sol → plantas → (animales) → estudiantes y profesores → Sol → plantas → (animales) → combustibles fósiles → automóviles → estudiantes y profesores → aulas
Sol → plantas → (animales) → combustibles fósiles → electricidad → tecnología →

Y también:

Sol → plantas → (animales) → humanos → productos → riqueza → becas, regalos → administración → facultad → información → estudiantes
Personal → instalaciones / operaciones → estudiantes

Cuando tienes estudiantes y profesores alimentados con comida, y tal vez con café (sol → planta de café fotosintética → humano → cerebro) —por no hablar de bebidas energéticas—, todos transportados al campus utilizando el combustible consumido en los motores, reuniéndose en aulas iluminadas con electricidad y repletas de tecnología informática digital de fácil acceso alimentada por energía eléctrica, surgen nuevas propiedades...

Propiedades emergentes: Educación. Conocimiento. Comprensión. Preparación para el trabajo. Potencial de riqueza. Conciencia de sí mismo. Comunidad. Identidad compartida. Espíritu escolar. La universidad.

Una vez que el alumnado obtenga algunos ejemplos concretos de lo que es la complejidad y cómo se manifiestan de forma familiar sus características, tendrá mayor facilidad para visualizar —y comprender— el marco de complejidad que sustenta la narrativa de la Gran Historia. Y cuando vea esos patrones recurrentes en todos los niveles de la realidad, en cada nuevo umbral o en cada régimen, empezará a comprender que funcionan procesos similares en todo el Universo, a través del tiempo. Eso le permitirá entender que las conexiones intelectuales y materiales entre lo que se ha tratado durante mucho tiempo como disciplinas académicas separadas, sin relación y sin parangón, son reales, orgánicas y bastante lógicas.

Por lo menos, podremos comenzar nuestra historia.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL ALUMNADO Y POSIBLES EVALUACIONES

Al final de esta unidad el alumnado debe poder:

1) Definir las cuatro características de la complejidad (evaluación: *quiz* o test).

©Universitat de Barcelona

2) Aplicar las cuatro características de la complejidad para analizar cualquier complejidad o sistema (evaluación: breve asignación escrita en clase o en casa).

3) Demostrar comprensión del mayor concepto de complejidad (evaluación: discusión en clase o trabajo grupal con asignación escrita).

4) Demostrar comprensión del concepto clave de la Gran Historia *umbrales de complejidad* (evaluación: tarea de escritura reflexiva en el hogar; véase el capítulo 17: «Actividades para múltiples umbrales»).

DESAFÍOS EN LA ENSEÑANZA DE LA COMPLEJIDAD

Algunos estudiantes —y algunos maestros— pueden resistirse completamente al concepto de *complejidad* y al marco de complejidad creciente. En cierto modo, parece un dispositivo. Pero, como Cynthia S. Brown ha preguntado, ¿lo es?, ¿es un truco para hacer que, de algún modo, umbrales algo arbitrarios se mantengan lo suficientemente unidos como para parecer una narrativa unificada?, ¿o es la realidad actual, material y física? Cada uno de nosotros tendrá que lidiar con esa pregunta.

Para estudiantes que desarrollan habilidades de pensamiento crítico en un curso expansivo e interdisciplinar sobre «la historia de todo» desde el principio de los tiempos, no es una mala lucha que librar.

LA COMPLEJIDAD EN LA PEDAGOGÍA

Comprender la importancia de las cuatro características de la complejidad como herramienta de enseñanza fue un punto de inflexión en la comprensión de nuestra facultad acerca de nuestra propia pedagogía de la Gran Historia. En el primer año nos enfocamos en el contenido —asegurándonos de que nuestros estudiantes obtuvieran tanta información como fuera posible (¡suficiente para persuadirnos de que habíamos dominado el contenido!)—, de modo que la historia emergería de los detalles —como en la película *Matrix*, en la que una lluvia verde de unos y ceros se materializa repentinamente en una realidad virtual palpable a todo color—.[8] Pero nos quedamos atascados en el ruido. Tuvimos estudiantes leyendo tareas largas de dos difíciles textos de Gran Historia y estábamos pasando horas de clase proyectando distintos PowerPoint para tratar de asegurarnos de que no dejábamos de lado nada importante —y evaluando y evaluando para asegurarnos de que los hechos estaban conectados—. Pero no dejamos tanto tiempo como podríamos tener para permitirles a nuestros estudiantes algo de espacio para respirar y pensar, un espacio para dar sentido a todo el nuevo conocimiento fundacional que estábamos vertiendo en ellos. Y esa capacidad de dar sentido a esta gran riqueza de conocimiento humano es uno de nuestros resultados de aprendizaje esenciales.

Típico de nuestros institutos de verano fue una lección metacognitiva para la facultad. En el primer año, teníamos todo apiñado para envolver nuestras cabezas alrededor de todo este conocimiento fundamental, mucho de lo cual era nuevo para muchos de nosotros. Y en el segundo año, una vez que nos sentimos un poco más cómodos con el contenido, pudimos sentarnos y decir: «¡Ey! Espera un minuto, estamos olvidando algo importante aquí». Cambiamos el enfoque de nuestro instituto de verano de aprender el material a desarrollar nuestra pedagogía. Y descomprimimos el plan de estudios que habíamos desarrollado colectivamente para nuestro curso de Gran Historia del primer semestre.

Durante el año siguiente, aprendimos que cambiar un poco nuestro enfoque, de la sobrecarga de información a un equilibrio más elegante de conocimiento fundamental y una línea conceptual, utilizando el modelo de complejidad de manera más centralizada, liberó el tiempo de clase y permitió a nuestros estudiantes procesar toda esa información para ver el marco en el que encajaba y que sustentaba toda la historia.

Cambiamos nuestro enfoque de conferencias a actividades de aprendizaje divertidas para los estudiantes (y para nosotros como maestros), lo cual produjo frutos intelectuales, incluido un creciente reconocimiento de los patrones que se repiten de umbral a umbral: que el Universo, a medida que nos alejamos del *big bang* hacia nosotros —desde átomos de hidrógeno hasta estudiantes con teléfonos inteligentes bebiendo café en las aulas—, tiende hacia una mayor complejidad —incluso cuando esa complejidad se adhiere a patrones recurrentes muy simples—; que al relatar esa historia, ciertas propiedades emergentes clave destacan por haber cambiado todo en formas que son profundas para nuestra especie; y que a ese conjunto de propiedades emergentes radicalmente nuevas podríamos denominarlo *umbrales*, puertas hacia regímenes cada vez más complejos que la materia y la energía cruzaron en su camino para formarnos.

Sugerimos empezar con las cuatro características de la complejidad al comienzo del curso de la Gran Historia, y luego volver a revisar cada una de ellas cuando cruzamos cada umbral (o al principio y al final de cada unidad). De

©Universitat de Barcelona

esta manera, a medida que pasamos de hablar, por ejemplo, de la formación de nuestro Sol, del sistema solar y de la Tierra, a estudiar los orígenes de la vida en la Tierra, podemos ir desvelando cómo las condiciones particulares que existen en la Tierra —condiciones Goldilock como la temperatura y la distancia de la estrella; la composición química y la estructura del planeta; la disponibilidad de agua en forma líquida, sólida y gaseosa—, que son disposiciones de los componentes, arreglos y flujos de energía en nuestro sistema solar, permiten que la vida orgánica, basada en el carbono, surja.

Seguiremos con ese patrón mientras presentamos nuestra pedagogía práctica en los capítulos que siguen. Cada capítulo contiene una mirada a los conceptos clave en cada umbral, una discusión de los cuatro rasgos de la complejidad a medida que surge cada nuevo umbral, algunos resultados de aprendizaje sugeridos y evaluaciones, y algunos de los desafíos a los que los maestros podrían enfrentarse al enseñar ese umbral en particular. También hemos incluido unas cuantas actividades de aprendizaje que hemos desarrollado para cada umbral, que puedes utilizar o adaptar, o que podrían servir como inspiración para tu propio enfoque.

ACTIVIDADES Y EJERCICIOS PARA ENSEÑAR LAS CUATRO CARACTERÍSTICAS DE LA COMPLEJIDAD

Cocinar con la complejidad

Mairi Pileggi

Umbral relacionado con la actividad: Teoría previa a la exploración de los 7 umbrales.
Categoría de la actividad: Lectura breve, actividad de aprendizaje.
Objetivos: Christian, Brown y Benjamin utilizan en su texto *Big History: Between Nothing and Everything* el concepto de «incremento de la complejidad» para explicar el desarrollo de todos los fenómenos de la Gran Historia. A través de esta pequeña actividad, el alumnado será capaz de:

— Comprender y retener la definición del concepto «incremento de la complejidad».
— Discutir cómo se relaciona el incremento de la complejidad con los 7 umbrales de la Gran Historia.

Descripción general de la actividad: El alumnado participa en una demostración interactiva del concepto de las cuatro características de la complejidad. La actividad entera, con una pequeña lectura, tiene una duración aproximada de 30 minutos.

Preparación del cuerpo docente para la actividad:

- Preparar una breve lectura sobre los conceptos de «complejidad» y sobre la forma en la que se relacionan sus 4 características con los 8 umbrales de la Gran Historia. A manera de introducción, en los primeros 5 minutos puede verse el vídeo *TED*, de David Christian.[9]
- Llevar una muestra de los ingredientes requeridos para cocinar pan: harina,[10] agua, levadura seca y sal. Colocar cada ingrediente en una jarra o en una bolsa sin marcar. Llevar también una barra de pan fresco para mostrar el producto (fresco es mejor, así los estudiantes podrán comerlo).

Coste: Alrededor de 10-15 $ por todos los ingredientes.[11]
Preparación del alumnado para la actividad: El alumnado debería llevar leída la definición de «complejidad».
Secuencia de la actividad en clase:

A) Empieza con una pequeña lectura con la finalidad de:

1) Enfatizar la importancia del incremento de la complejidad como marco para narrar la Gran Historia. Un marco nos ayuda a organizar un amplio abanico de información y a decidir sobre los eventos que lo integran en esa narrativa. En este caso, los únicos elementos que se incluirán en la narrativa de la Gran Historia son aquellos que pueden ser verificados por la ciencia.
2) Preparar al alumnado en el objetivo de la actividad de hoy: entender en qué consiste ese fenómeno creciente de la complejidad y cómo se relaciona con los umbrales de la Gran Historia.
3) Introducir o revisar las cuatro características de la complejidad:
a) Constan de una multiplicidad de componentes diversos.
b) Están dispuestos dentro de una estructura precisa.
c) Se mantienen unidos por flujos de energía.
d) Tienen nuevas propiedades emergentes (Christian *et al*., 2014).

Se puede recurrir a la siguiente frase para ayudar al alumnado a relacionar estos principios: «Las propiedades emergentes surgen de una selección de diversos componentes estructuralmente relacionados de una manera específica y activados a través de flujos de energía».

B) A continuación se le entrega al alumnado los recipientes que, sin saber lo que contiene cada uno, contienen los ingredientes. Se le da unos minutos para que examine y analice la sustancia. Por ejemplo, cada alumno debería abrir el frasco de líquido (agua) y olerlo, verter un poco de polvos en una toalla de papel y probarlos. Lo que se pre-

©Universitat de Barcelona

tende es obtener una sensación física de los ingredientes que se están examinando. Pide que el alumnado comparta con la clase la identidad de sus misteriosos ingredientes.

C) Para finalizar, deben discutirse los siguientes aspectos de la cocción para demostrar los principios de la complejidad:

1) Los ingredientes representan una multiplicidad diversa de componentes, porque cocinar bien generalmente requiere de elementos básicos e independientes usados en orden para crear todo lo deseado.
2) Las medidas representan estructuras precisas, porque demasiada levadura o poca harina pueden cambiar drásticamente el producto final.
3) Los flujos de energía (calor) añadidos a los dos anteriores.
4) Las propiedades emergentes, que son las cualidades y la integridad del producto final: ¡una deliciosa barra de pan!

Finalmente, muestra la hogaza de pan recién horneada que tenías escondida y compártela con la clase.

Evaluación del aprendizaje: Si tienes tiempo, pide a tu alumnado que identifique las cuatro características de la complejidad en una discusión casual o en un *quiz* sorpresa.
Procedencia de la actividad: Esta es una actividad original.
Recursos consultados: CHRISTIAN, D., BROWN, C. S. y BENJAMIN, C. (2014). *Big History: Between Nothing and Everything*. Nueva York: McGraw-Hill.

BLOQUES DE COMPLEJIDAD

Richard B. Simon

Umbral relacionado con la actividad: Teoría previa a la exploración de los 7 umbrales (todos los umbrales).
Categoría de la actividad: Actividad de aprendizaje.
Objetivos:

— Ilustrar la complejidad a través de la modelación.
— Ayudar al alumnado a entender cenestésica, visual y espacialmente las cuatro características de la complejidad y los patrones que se presentan de forma recurrente a través de los umbrales de la Gran Historia.
— Ayudar al alumnado a entender que cada tipo de complejidad es un bloque de construcción clave en el siguiente nivel de incremento de complejidad (es decir, en el siguiente umbral).

Descripción general de la actividad: El alumnado se divide en equipos de tres o cuatro miembros. Utilizan materiales de modelado para construir representaciones de modelos de determinados tipos de complejidad y consideran los componentes, los arreglos o las estructuras específicas, los flujos de energía y las propiedades emergentes, así como los patrones que se repiten y las conexiones que existen entre un tipo de complejidad y el siguiente.
Preparación del cuerpo docente para la actividad: Se necesita un sistema de modelado. Por ejemplo, unos bloques de construcción para niños,[12] hojas de papel grandes y marcadores de colores. (El concepto está inspirado en viejos modelos de química que utilizaban bolas de madera coloreadas, barras metálicas de conexión y resortes para permitir al alumnado recrear diferentes átomos y moléculas. Se podría utilizar malvaviscos y palillos de dientes coloreados o los limpiadores de pipa para que el modelo tenga tres dimensiones.)
Coste: Alrededor de 50 $ por los bloques, los marcadores y los papeles.
Preparación del alumnado para la actividad: Si la actividad se hace al principio del semestre, el alumnado debe haber leído acerca de la complejidad y haber sido conducido brevemente a través de los umbrales. Si la actividad se hace hacia el final del semestre, el alumnado puede necesitar que se le refresque la memoria en lo relativo a las cuatro características de la complejidad.
Secuencia de la actividad en clase:

1) Divide al alumnado en grupos de tres o cuatro personas. Asígnale a cada grupo por lo menos diez bloques de construcción (todos pueden ser del mismo tamaño y de la misma forma o, quizás, incluir una pequeña variedad de formas), dos marcadores (un color cálido, como rojo, naranja o amarillo, y un color fresco, como negro, azul o morado) y varias hojas de papel.

2) Pídele al alumnado que cree un modelo de un átomo de hidrógeno. Piensa en qué partes constituyen un átomo de hidrógeno (un protón y un electrón). Coloca el átomo del modelo en el papel. Utiliza el marcador de color fresco para dibujar la estructura (el protón como núcleo, el electrón orbitando al protón, señalado por una órbita circular). Usa el marcador de color cálido para dibujar con flechas o vectores aquello que representa los flujos de energía (en este caso, el electrón que orbita al protón es un flujo de energía eléctrica, por lo que un vector rojo redobla la órbita. Además, el protón y el electrón se atraen entre sí debido al electromagnetismo, una flecha bidireccional entre los dos componentes). Finalmente, haz que el alumnado retire los bloques y dibuje el protón y el electrón en su lugar.

©Universitat de Barcelona

3) Pídele al alumnado que coja una nueva hoja de papel y que cree un átomo de helio (dos protones, dos neutrones, dos electrones) repitiendo el proceso del paso 2. Piensa en las diferencias entre ambos —por un lado, la molécula de helio tiene más partes (protones dobles, electrones dobles); también tiene más tipos de partes (dos neutrones); tiene una estructura similar, pero está involucrada una nueva fuerza, la potente fuerza nuclear, que une los protones y neutrones en el núcleo—. Debido a que el átomo de helio tiene más partes, más tipos de partes y más conexiones entre esas partes en estructuras ligeramente diferentes, es más complejo que el átomo de hidrógeno.

4) Ahora pídele a tu alumnado que repita el proceso para más tipos de complejidad correspondientes a otros umbrales de la Gran Historia: una célula biológica, un cuerpo humano; una población de cazadores-recolectores, una civilización agraria, una ciudad de la era industrial —o un campus universitario—. Recorre el aula y ayuda a los grupos que puedan tener dificultades para visualizar cada nivel de complejidad, o cuáles podrían ser sus partes.

5) Pídele al alumnado que coja las hojas de papel que ahora representan otros modelos o diagramas de complejidad a través de varios umbrales y haz que los exponga al resto para que puedan verse en secuencia. Deja que los grupos más pequeños discutan durante 5 minutos o según lo que consideren necesario.

6) Pídele a tu clase que se reordene para que los grupos expongan y para que todos discutan sus hallazgos. Asegúrate de reiterar que cada una de las formas de complejidad construye el bloque básico que se necesita para que surja el siguiente orden superior de complejidad (los átomos forman células, las células forman cuerpos humanos, los seres humanos forman pueblos y los pueblos forman civilizaciones).

Evaluación del aprendizaje: Discusión en clase. Posible evaluación adicional: asigna al alumnado una tarea en casa que se base en la escritura reflexiva, en la que piense acerca de la actividad en relación con la lectura del curso. Si realizas esta actividad tanto introduciendo primero la complejidad como si hablas de ella al final del semestre, serás capaz de medir la capacidad de adquirir su comprensión y, con ello, lograr los resultados de aprendizaje de la complejidad.

Origen de la actividad: Esta es una actividad original.

Recursos consultados: CHRISTIAN, D. (2007). *Mapas del tiempo: Introducción a la Gran Historia*. Barcelona: Crítica.

CHRISTIAN, D., BROWN, C. S., y BENJAMIN, C. (2014). *Big History: Between Nothing and Everything*. Nueva York: McGraw-Hill.

SPIER, F. (2011). *El lugar del hombre en el cosmos: La Gran Historia y el futuro de la humanidad*. Barcelona: Crítica.

NOTAS

[1] Licenciado en Inglés y Estudios Ambientales de Universidad Colgate y máster de Bellas Artes en Escritura Creativa de la Universidad Estatal de San Francisco. Actualmente es editor colaborador de la revista *Relix*. Apasionado por temas que van desde la defensa del medio ambiente hasta el activismo social basado en el arte y la ilustración.

[2] Este capítulo fue publicado originalmente en el libro *Teaching Big History*, editado por Richard B. Simon, Mojgan Behmand y Thomas Burke. El equipo de traducción estaba formado por César Augusto Duque Sánchez (profesor de la Escuela de Ciencias Humanas, Universidad del Rosario); Miguel Ángel Niño Castaño (licenciado en Ciencias Sociales, Universidad Pedagógica Nacional); Camilo Andrés García Rojas (licenciado en Español e Inglés, Universidad Pedagógica Nacional), y Elizabeth Tibavisco Rodríguez (especialista en Traducción, Universidad del Rosario). El equipo de traducción extiende sus agradecimientos a Richard B. Simon, que autorizó y asistió la traducción y publicación del documento en castellano. Cualquier comentario, diríjanse al correo electrónico red.distrital.dehistoria@gmail.com

[3] *Tiempos modernos*. Dir. Charles Chaplin. Act. Chaplin y Paulette Goddard. United Artists, 1936. The Chaplin Collection. Warner Home Video y MK2 SA. 2003. DVD.

[4] «New Deal» se refiere al programa gubernamental liderado por el presidente de los Estados Unidos de América Franklin D. Roosevelt entre 1933 y 1937 para enfrentar las consecuencias económicas de la Gran Depresión.

[5] Nota de los traductores: El término «Charlot» procede del equivalente de este personaje en el idioma francés, que también se aplica al español. En la versión en inglés de este texto se refieren al personaje interpretado por Charles Chaplin como *The Little Tramp* (El pequeño vagabundo).

[6] Los principios Goldilock son las condiciones requeridas para que emerja una nueva forma de complejidad; dichos principios pueden discutir ya sea el nacimiento de las estrellas o el origen de la vida, en tanto que dicha complejidad difiere bastante de una entidad a otra. Aun así, la mayoría de las formas de complejidad pueden emerger solo con una mínima gama de condiciones. Tomado del glosario del curso *A Modern Science-Based Origin Story* de la Universidad de Macquarie en Coursera.org.

[7] Nota de los traductores: El significado de la palabra «anóxico», de acuerdo con el *Diccionario de Medio Ambiente Acuático* de Hispanetwork en *glosario.net*, es «Pobre en oxígeno libre; sin oxígeno libre».

[8] *Matrix*. Dir. Andy Wachowski y Larry Wachowski. Act. Keanu Reeves, Laurence Fishburne, Carrie-Anne Moss, Hugo Weaving y Joe Pantoliano. Warner Bros., 1999. Película.

©Universitat de Barcelona

[9] Nota de los traductores: El autor se refiere al vídeo de la conferencia ofrecida por David Christian en TED. Para más información ir a la página web https://www.ted.com/talks/david_christian_big_history?language=es (En línea: 28/02/2018). Dispone de una opción con subtítulos en español.

[10] Nota de los traductores: El término original es «flour». Decidimos utilizar aquí el término «harina» por considerarlo muy familiar en el contexto de habla hispana. No obstante, se puede usar bicarbonato de sodio o polvo para hornear, que pueden ser igual de útiles para esta actividad.

[11] Nota de los traductores: Las cifras ofrecidas corresponden a dólares. El equipo traductor conservó el valor del artículo original considerando el dólar como unidad de cambio global.

[12] Nota de los traductores: El autor se refiere a bloques de juguete que sirven para construir modelos a pequeña escala. Los más familiares en el contexto de habla hispana son los de marca Lego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHRISTIAN, D., BROWN, C. S., y CRAIG, B. (2014). *Big History: Between Nothing and Everything*. Nueva York, EEUU: McGraw-Hill.

CHAISSON, E. (2001). *Cosmic Evolution: The Rise of Complexity in Nature*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

SIMON, R., BEHMAND, M., y BURKE, T. (eds.). (2015). *Teaching Big History*. California, EEUU: University of California Press.

SPIER, F. (2011). *El lugar del hombre en el cosmos: la Gran Historia y el futuro de la humanidad*. Barcelona, España: Crítica.

©Universitat de Barcelona