

3

Condiciones y modos de aprendizaje de complejidad, en la universidad

Carlos Eduardo Maldonado

3.1 Introducción

La ciencia en general siempre se desarrolla en contextos sociales, culturales y políticos que son inexcusables y por tanto imposibles de obliterar. Pues bien, lo mismo sucede en ese grupo singular que son las ciencias de la complejidad. No existe, dicho sin más, un trabajo incólume en el mundo sobre complejidad. Siempre es posible identificar resortes sociales y culturales que marcan énfasis, definen intereses, resaltan avances, e incluso lanzan mantos de humo o de invisibilidad sobre determinados aspectos.

Manifiestamente, la complejidad, dicho en general, constituye una muestra conspicua de lo mejor de la ciencia y la investigación de punta en el mundo. Hoy es sencillamente imposible trabajar ciencia de frontera –en la acepción más amplia incluyente de la palabra– sin atravesar, por lo menos en complejidad, cualquier campo del conocimiento. Nadie pretenderá decir que la complejidad es la panacea del conocimiento, pero sí es indudable que es imposible trabajar ciencia de frontera sin un conocimiento transversal, por decir lo menos, de la complejidad; desde las ingenierías hasta la física, desde la química hasta las matemáticas, y en todo el espectro de las ciencias sociales y humanas.

En este espectro existe una circunstancia apasionante. Si se atiende o simplemente se observan los circuitos de conferencias sobre complejidad en el mundo es evidente que existe una masa crítica creciente. Cada vez hay más programas de maestría y doctorado. Los institutos y centros de investigación en complejidad emergen y se fortalecen. Existen revistas especializadas en el tema, y muchas otras están publicando monográficos o admiten sin dificultad artículos sobre complejidad *lato sensu*. Las variaciones y los campos puntuales son cada vez más agudos y espe-

cializados. Se realizan cada vez con mayor frecuencia seminarios, congresos, simposios, encuentros y otro tipo de actividades semejantes en torno al tema. En América Latina también sucede algo semejante, aunque en proporciones mucho menores.

Sin embargo, en América Latina existe una doble preocupación que no se observa, en absoluto, en el resto del mundo. De un lado, se trata de la preocupación por las relaciones entre complejidad y educación. Excepto por un trabajo muy importante en la Universidad de Alberta, en Canadá, nadie parece estar trabajando denodadamente en torno a educación y complejidad. Al mismo tiempo, de otra parte, existe una preocupación –desde abajo– por herramientas de la complejidad. Manifiestamente, ambas perspectivas se encuentran fuertemente entrelazadas en las preocupaciones que se observan desde México hasta Tierra del Fuego.

La preocupación por la educación tiene que ver con un hecho social y político evidente. América Latina es un continente científicamente joven y mira hacia la educación como hacia posibilidades de vida y de afirmación, de cambio y de acción social; específicamente: de acción colectiva. Dicho genéricamente, la educación debe poder estar al servicio de las potenciaciones de las sociedades, las culturas, los pueblos y los individuos. En este sentido, aparece un abanico de discursos, prácticas y reflexiones en torno a la educación con una carga liberadora o emancipatoria como input; se trata, particularmente, de: (i) el pensamiento poscolonial y decolonial, (ii) la crítica al patriarcado, (iii) los trabajos en torno a las epistemologías del sur, (iv) los trabajos sobre ambientalismo y los saberes tradicionales y autóctonos, y (v) el interés por la complejidad. Estas son como instancias a las que se apela hoy, una vez que en América Latina murió la teología de la liberación, que la filosofía latinoamericana se desinfló, que la

pedagogía del oprimido fue anatematizada, y que el marxismo se debilitó debido a la caída del Muro de Berlín. Los pueblos y sociedades de América Latina están a la búsqueda de nuevos y mejores conocimientos, y entonces, claro, de herramientas. Y las mejores que aparecen en el escenario son las cinco mencionadas. Hay quienes hacen un sincretismo de ellas, y pasan, ávidos de necesidades y deseos, de una a la otra, sin más.

A su vez, espontánea y bien intencionadamente aparece la pregunta por las herramientas de la complejidad. En muchas ocasiones, surge la pregunta por el método y las discusiones sobre métodos en complejidad. Es específicamente en este contexto que existe una discusión, no necesariamente en términos de confrontación, sobre inter, trans y multidisciplinariedad. Hay grupos y bandos en cada lado. Epistemológicamente, se trata de discusiones superficiales, históricamente comparables a la vieja disputa sobre cuántos ángeles caben en la cabeza de un alfiler. Mientras el mundo se hunde o bien hay un mundo nuevo que emerge, al mismo tiempo existen disputas banales que en nada ayudan a entender las dinámicas, los problemas y retos que aparecen, crecientemente. En el colmo de la *hybris* hay incluso quienes pretenden que existe algo así como la “transcomplejidad”, un delirio, sencillamente.

Quisiera subrayar esta idea: la dúplice preocupación por la educación y por herramientas y “método” es exclusiva de América Latina en el panorama mundial de estudios y trabajo sobre complejidad. Estrictamente hablando, se trata de preguntas y solicitudes, si cabe la palabra, que se le hacen a la comunidad de complejólogos en Latinoamérica, desde las universidades y los grupos de estudio, desde egresados de maestría y doctorados, en fin, desde los propios movimientos sociales y políticos.

Por consiguiente, en este texto me ocuparé de esta doble perspectiva, pero con una salvedad: quiero establecer aquí que la complejidad no puede ni debe ser enseñada, sino, en realidad, solo aprendida. Este reconocimiento encuentra sus raíces en la mejor característica del mundo actual y que puede, sin embargo, ser dicha de tres maneras distintas pero equivalentes, así: la sociedad de la información, la sociedad del conocimiento y la sociedad de redes. El rasgo común a estas tres clases de sociedades estriba en el hecho de que hoy nadie le enseña nada a nadie. Por tanto, los docentes desaparecen, como ya lo hicieron en su momento los alumnos. Más exactamente, el conocimiento no es patrimonio de nadie y, muy por el contrario, es el más importante de todos los bienes comunes (*commons*). Puntualmente dicho, la complejidad supone una comunidad de aprendizaje y, así, se trata del desarrollo de un nuevo tipo de racionalidad, totalmente inimaginada en la historia de Occidente.

La idea de base no es difícil: cada época desarrolla la ciencia que puede y cada época desarrolla la ciencia que necesita. Pues bien, el tipo de ciencia de nuestra época y hacia futuro puede ser designada como las ciencias de la complejidad. Este argumento requiere una justificación, y esta constituye la primera sección de este capítulo. Seguidamente, me ocupo de un problema sensible, a saber, cómo y por qué la complejidad no puede enseñarse, sino solo aprenderse. Pues bien, la segunda sección explica esta idea, gracias a la cual se hace posible abrir el panorama de la especificidad de las ciencias de la complejidad. Esta especificidad se trabaja en la tercera sección. Allí se afirma que la complejidad es ciencia que se aprende desde abajo y desde adentro. Se aportan consiguientemente explicaciones al respecto. La cuarta sección vuelve sobre la idea de herramientas y lo que ello implica y sig-

nifica. La quinta sección establece que las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida, y que es exactamente en este punto en donde muy claramente puede entenderse que nos encontramos ante un nuevo tipo de racionalidad; una idea mucho más amplia y fuerte que decir, simplemente, que nos hallamos ante un nuevo tipo de ciencia. Así las cosas, la última sección vuelve sobre la idea de herramientas y método(s) y elabora una reflexión sobre ambos aspectos. Al final se extraen algunas conclusiones.

De esta suerte, a lo largo de este capítulo se elabora en realidad un fresco acerca de la especificidad de las ciencias de la complejidad y sus diferencias con otros miembros de esa familia, amplia pero informe que es la “familia de la complejidad”. No en última instancia, este capítulo es en verdad la elaboración de una serie de criterios de demarcación entre cosas como las ciencias de la complejidad, de un lado, y el pensamiento complejo, la cibernética y el pensamiento sistémico, de otra parte. Existen muy pocas elaboraciones de criterios de demarcación en complejidad, pero hoy ya el más básico de todos los criterios era entre la ciencia clásica y la complejidad en general, que se sintetiza en tres grandes rasgos, así: el rechazo del determinismo, el rechazo del reduccionismo, y la crítica del mecanicismo. Esto fue lo que siempre se llamó el paradigma cartesiano-newtoniano y que lo que hizo fue, en realidad, desencantar el mundo y la vida.

3.2 El tipo de ciencia que son las ciencias de la complejidad

Hasta la fecha ha habido tres revoluciones científicas. La primera fue la de la ciencia clásica o la ciencia moderna, que puede si-

tuarse, *grosso modo*, entre F. Bacon y A. Einstein. Esta primera revolución tiene cuatro siglos en llevarse a cabo. La segunda revolución comienza con M. Planck y se prolonga hasta nuestros días; se trata de la teoría cuántica, la cual comprende a la física cuántica, la química cuántica, la biología cuántica, todas las tecnologías de punta que se fundan en principios y comportamientos cuánticos, y las ciencias sociales cuánticas. Esta segunda revolución tarda décadas en llevarse a cabo. La tercera revolución científica es la teoría de la información, que comienza con el artículo pionero de Shannon y Weaver, y se prolonga hasta nuestros días. Se trata de la revolución de los sistemas de información, *lato sensu*. Esta tercera revolución tarda años en efectuarse.

Pues bien, las ciencias de la complejidad se sitúan en algún lugar entre la segunda y la tercera revolución científica y muy poco o nada tienen que ver con la ciencia clásica, la de la modernidad. Estrictamente, las ciencias de la complejidad corresponden a la emergencia, a partir de los años sesenta, de un grupo particular de ciencias de punta que se fundan a partir de problemas de frontera. Por primera vez, la ciencia en general deja de tener objetos –de trabajo–, y se define a partir de problemas. Este grupo de ciencias de frontera son, cronológicamente, las siguientes: las ciencias cognitivas, las ciencias de la salud, las ciencias de la vida, las ciencias de la tierra, las ciencias del espacio, las ciencias de materiales, y las ciencias de la complejidad.

Literalmente, las ciencias de la complejidad no se ocupan de un objeto: los fenómenos, sistemas o comportamientos complejos. Mucho mejor, se definen a partir de un problema, a saber: por qué razón las cosas son o se hacen complejas. Mientras las cosas no sean o no se vuelvan complejas, predomina la ciencia clásica en toda la extensión de la palabra.

Son muchos los rasgos y propiedades que permiten comprender a un fenómeno complejo, tales como no-linealidad, autoorganización, emergencia, y otros. Quisiera aquí adoptar una característica definitoria, a saber: los fenómenos complejos son esencialmente impredecibles. Dos maneras equivalentes de entender esta idea son: los sistemas complejos son eventos raros, o, lo que es equivalente, son cisnes negros. En otras palabras, acontecimientos altamente improbables. La muy alta improbabilidad es, sin duda alguna, el rasgo más sobresaliente de un fenómeno complejo. Dicho en términos filosóficos: un sistema complejo *da qué pensar*; esto es, invita, impele, conduce, obliga –en fin– a pensar, no ya simplemente a conocer. Así las cosas, las ciencias de la complejidad son ciencias que tanto permiten pensar como exigen como condición inicial, pensar.

Pues bien, pensar es, puede decirse, el problema de base de una buena educación.

Las cosas que invitan compelen o conducen a pensar son, por definición, aquellas que son esencialmente contraintuitivas; es decir, aquellas que rompen con el molde de lo habitual, lo común y corriente, lo sabido y lo ya conocido. Todo el sentido de la buena educación, como de hecho de la buena investigación, no se define, en absoluto, por lo ya sabido, sino ante lo que ignoramos. El conocimiento –como la vida– se mueve hacia lo desconocido. Y es exactamente lo desconocido lo que da qué pensar.

En otras palabras, lo que da qué pensar no son los objetos, en el sentido tradicional de la palabra –notablemente, de la epistemología clásica–, sino los problemas. Solo que un problema no es algo que uno se encuentre, así no más, empíricamente digamos, en el mundo o en la vida. A un problema, por el contrario, se

lo construye, se lo concibe, se lo formula –tres maneras diferentes de apuntar en una misma dirección.

Ahora bien, existe aquí una dificultad grande. Nadie puede enseñarle a nadie a pensar. Pensar es un verbo que no admite imperativo, y manifiestamente nadie piensa porque se lo ordenan. Antes bien, cada uno aprende a pensar por sí mismo. Aunque es igualmente que las comunidades y los grupos aprenden a pensar por sí mismos, sin que nadie les indique cómo.

Las ciencias de la complejidad son ciencias que permiten pensar, cuando son bien entendidas. Mejor aún, las ciencias de la complejidad conducen, si cabe la expresión, a que cada uno piense –y pensar es pensar radicalmente pensar en posibilidades–. Pues bien, el concepto preciso empleado en complejidad para pensar en posibilidades es el espacio de fases. Más exactamente, las ciencias de la complejidad ponen de manifiesto que, en cada momento, un fenómeno o sistema determinado está en un punto, en una configuración, digamos. Lo específico de un fenómeno o sistema complejo es que puede estar en cualquier estado de su espacio de fases. En esto consiste específicamente el que un sistema complejo sea impredecible. Dicho de manera breve pero directa, la predicción es imposible en un espacio de fases. Matemáticamente se ha calculado, y la predicción sería una cifra de 10^{30} , lo que es perfectamente inimaginable.

Literalmente, los sistemas complejos evolucionan en espacios de fase, pero la adaptación sucede siempre atendiendo a cada contexto específico.

Digámoslo entonces de manera franca y directa: hemos logrado acceder, por primera vez en la historia de Occidente, a ciencia que se aprende y no se enseña. Las ciencias de la complejidad

forman parte central de estas nuevas ciencias y disciplinas emergentes. De esta suerte, en complejidad no existen docentes, y, por tanto, mucho menos, profesores que enseñen la complejidad; esto es, cómo pensar e investigar en ciencias de la complejidad.

Por derivación, como se colige inmediatamente, en complejidad se enseña y se aprende de modo perfectamente distinto a como se ha enseñado y aprendido tradicionalmente en la historia de Occidente. Por ejemplo, en la distancia entre profesores y estudiantes, o bien en el carácter superior y jerárquico de los profesores sobre los estudiantes, que fueron los modos prevalecientes hasta la fecha. La complejidad se aprende colectiva, mancomunadamente, en forma de redes; hoy en mayor medida y cada vez más, cuando existe una profusión de libros, capítulos de libro, artículos, colecciones editoriales, redes sociales y académicas, eventos y encuentros de todo tipo sobre y en torno a la complejidad. Si un científico destacado sostenía que las ciencias de la complejidad son el resultado de la computación pero que al mismo tiempo contribuyen activamente al desarrollo de la computación (Pagels, 1991), asimismo cabe decir que la complejidad es el resultado –con la computación y los sistemas informacionales– de una mentalidad de redes –en fin, que conduce hacia la inteligencia de enjambre.

En efecto, como es sabido, internet ha logrado que, por primera vez en la historia de Occidente sea posible afirmar directa y sensatamente que el conocimiento es de todos. Esto es, más exactamente, que el conocimiento no es ya patrimonio de nadie en particular.

Pues bien, desde cualquier punto de vista –intuitiva, conceptual, categorialmente, por ejemplo–, el fenómeno de máxima complejidad conocida es la vida; esto es, los sistemas vivos. Las

ciencias de la complejidad son ciencias de la vida. Y el conocimiento sobre la vida no puede ser enseñado; solo se lo puede aprender. Se impone aquí una observación puntual.

El aprendizaje de la vida –que es el tema de base de las ciencias de la complejidad– sucede análogamente a lo que acontece en la ética. La ética ni se puede ni se debe enseñar; la ética es ejemplarizante. Nadie que sea verdaderamente ético clama que su actuación o su vida es ética. Son sus actos los que hablan por sí mismos, y la ética, como la felicidad, solo se la entiende desde adentro. Pues bien, ese tipo de comprensión y aprendizaje es específico de las ciencias de la complejidad, y contrasta radicalmente con la ciencia de la primera revolución científica.

Al fin y al cabo, según parece, las cosas verdaderamente importantes en la existencia no pueden ser enseñadas; solo aprendidas.

Emerge, así, una doble implicación recíproca entre conocimiento y vida, algo sobre lo cual recientemente se han destacado algunas voces (Maturana, Varela, Goodwin, Solé, Kauffman, entre otros). Conocer y vivir son una sola y misma cosa, y el fundamento del aprendizaje descansa en la biología. En otras palabras, el verdadero aprendizaje cumple una función biológica distintiva, a saber: contribuye al aprendizaje y a la adaptación. En otras palabras, el aprendizaje está en función de la afirmación, la exaltación, el posibilitamiento y la dignificación de la vida, en toda la acepción de la palabra.

En la Antigua Grecia, la educación estaba orientada a la libertad. Ciertamente, se trataba de educación de ciudadanos –esto es, justamente, atenienses libres, no de extranjeros, como tampoco de educación para las mujeres–, pero la educación estaba orientada hacia un ejercicio de la libertad. No se trataba de educación con vistas a desarrollar competencias, destrezas y habi-

lidades, o mucho menos una educación centrada en función del mercado laboral, o acaso tampoco hacia la medición del conocimiento –como sucede hoy con las numerosas pruebas desde la primaria hasta la universidad, con diferentes nombres en los distintos países: *Pruebas Pisa*, *Pruebas Saber*, y otros.

Pues bien, análogamente a lo que sucedía en la Antigua Grecia, específicamente en el periodo clásico, es posible afirmar que las ciencias de la educación están orientadas al estudio, la comprensión y explicación del más complejo de todos los fenómenos imaginables: la vida, esto es, los sistemas vivos. Se trata, por tanto, sin ambages, de educación para la vida. Naturalmente que muchos otros temas, campos, áreas, problemas o sistemas pueden ser estudiados en complejidad. Aquí quiero señalar, sencillamente, el más básico, aquel que sirve, si cabe la expresión, como basamento para la comprensión del universo, el mundo y la realidad en general.

Sin dilaciones, pues, las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida y, más radicalmente aún, ciencias para la vida. Claro, no son ciencias, en general, que se puedan ni se deban enseñar; solo se pueden aprender. No existe en toda la literatura sobre complejidad y sobre las relaciones entre complejidad y educación ninguna idea semejante a esta que estamos afirmando aquí. La forma de estudio y de aprendizaje es radicalmente a la que ha imperado hasta la fecha, dicho genéricamente, en la forma de la Academia, del Liceo, de la Stoa o de la Universitas.

Asistimos a una auténtica y radical revolución –científica, para decirlo en el lenguaje, ya habitual, de autores como T. Kuhn, G. Canguilhem, G. Bachelard, o A. Koyré– los pioneros de la idea de que existen y son posibles revoluciones científicas, y que toda revolución científica es, en realidad, una revolución política.

3.3 ¿Cómo sucede el aprendizaje en complejidad?

Tradicionalmente toda la educación estuvo centrada en lo que genéricamente se designa como el proceso enseñanza-aprendizaje. Ahondar en el tema resulta hoy banal, un lugar común. Es justamente contra ese proceso que se han levantado voces distintas como I. Illich o C. Calvo, P. Freire toda la educación popular, incluido M. R. Mejía, por ejemplo. Quisiera dirigir la mirada en dirección a un conjunto de respuestas a la pregunta formulada.

Dos estrategias caben inmediatamente: de un lado, mostrar algunos de los ejemplos más destacados de la educación en complejidad en algunos de los lugares más destacados académica y científicamente en el mundo, y al mismo tiempo. De otra parte, elaborar algunas reflexiones subsiguientes.

La educación en complejidad empezó de arriba hacia abajo en el mundo entero. Primero se crearon Centros e Institutos de investigación, conformados por notables académicos y científicos formados previamente en ciencias o disciplinas particulares. Los primeros cimientos en el trabajo en complejidad estuvieron conformados por científicos de las áreas (mal)llamadas “duras” de la ciencia: la física, la química, las matemáticas, la biología y las ciencias computacionales. Del lado de las ciencias sociales y humanas estuvo la economía, considerada –erróneamente– como la más “dura” de las ciencias sociales por el aparato matemático de que dispone y que usa, notablemente, en el caso de la microeconomía. Solo, muy recientemente, ha habido un giro deliberado y consciente de parte de los complejólogos, con el reconocimiento explícito de que los más complejos de todos los sistemas y fenómenos son los sistemas vivos humanos.

La razón por la que la complejidad nace en Centros e Institutos y de la mano del grupo de ciencias más “fuertes” se debe sencillamente al hecho de que es el grupo de ciencias más prestigiosas social e institucionalmente, las que más dinero tienen y pueden captar. Y los Centros e Institutos, por cuanto se trató de espacios destacados con mucha libertad académica, de pensamiento y de investigación que cuales hicieron posible un giro en dirección a los sistemas no-lineales. Esta historia ha sido narrada numerosas veces ya y es suficientemente conocida por parte de los especialistas.

Posteriormente se han venido creando doctorados en complejidad y áreas afines; por ejemplo, en ciencias sociales computacionales. Gracias al éxito de los doctorados abiertos en el tema hasta la fecha, se vio la necesidad de crear maestrías en complejidad en distintos lugares del mundo. La verdad es que el número de maestrías en complejidad es bastante menor que el de doctorados. Ocasionalmente, en algún lugar, particularmente de América Latina, se creó durante un tiempo alguna especialización en complejidad, pero esas fueron experiencias limitadas en el tiempo y en el espacio y hoy han desaparecido. A la fecha no existe en ningún lugar del mundo una carrera –digamos, igualmente, una licenciatura– de complejidad. El proceso de arriba hacia abajo no ha terminado de “aterrizar”. Hoy, sin ambages, todos los complejólogos son complejólogos de primera generación, pues se han formado primero, siempre, en una carrera, ciencia o disciplina, o posteriormente han entrado o cruzado por los ámbitos de la complejidad. Hacen falta, todavía, hacia adelante en el tiempo, que surjan complejólogos de segunda generación; esto es, que se hayan formado de base, desde el pregrado en complejidad.

Es deseable y necesario que se cree una carrera, pregrado o licenciatura en complejidad en el mundo. Esta sería una verdadera innovación educativa en toda la línea de la palabra; acaso, en este contexto, la más innovadora y revolucionaria de todas.

Pues bien, vale la pena recoger aquí, de manera sumaria, algunas de las experiencias más destacadas en la formación de complejólogos en el mundo. Son varias las características de los más avezados académicos e investigadores en complejidad, y del proceso de aprendizaje. Recojo aquí, inmediatamente, los rasgos más generales.

Un elemento importante es el conocimiento de varias lenguas. Manifiestamente que el inglés sigue siendo la *lingua franca* de la ciencia hoy por hoy; pero es igualmente cierto que existe una tendencia generalizada al conocimiento de otros idiomas. Asimismo, es evidente que el conocimiento de sistemas informacionales y de computación es indispensable. Pero este rasgo no tiene tanto que ver con la complejidad como con la principal característica cultural en el mundo hoy, a saber: el manejo de sistemas informacionales y computacionales está marcando la más radical de las divisiones en el mundo –por ejemplo, entre nativos digitales e inmigrantes digitales–. Al fin y al cabo, como se ha dicho en numerosas ocasiones, la revolución informacional y computacional es la más radical desde la revolución agrícola, aunque se sitúa en la misma línea que la revolución llevada a cabo por la imprenta. Conocer y manejar sistemas computacionales es, sencillamente, un fenómeno cultural, mucho más que científico o académico. Pues bien, casi todas las investigaciones en ciencias de la complejidad hacen más, bastante más, que quedarse simplemente en el discurso epistemológico (que es lo típico y restrictivo

de quienes provienen de y trabajan en pensamiento sistémico y en pensamiento complejo, por ejemplo).

Las experiencias educativas son eminentemente horizontales y colaborativas, tanto en los Centros e Institutos como en los doctorados. Manifiestamente que existe el rigor: el rigor conceptual, el rigor académico, el rigor técnico, y a él no se podrá renunciar jamás. Este rigor consiste en el buen, y desiderativamente, excelente manejo de conceptos y de herramientas. Y entonces claro, en los marcos de la cienciometría, en la publicación de trabajos con excelencia académica y de investigación. Como es sabido, la cienciometría es ciencia de segundo nivel, resultado de la más radical de todas las revoluciones en las que demografía y conocimiento se cruzan: jamás habían existido en toda la historia de la humanidad tantos ingenieros, gente con maestrías, personas con doctorados (Ph. D.), escritores, músicos y artistas, en fin, tantos investigadores, científicos, filósofos y pensadores como en nuestra época. Literalmente, vivimos una época de luz.

El profesor lo único que aporta, como sucede por lo demás en la vida misma, es su experiencia. Pero existe un rasgo determinante cultural, social y espiritual que ninguna otra época había conocido. Se trata del hecho de que, por primera vez en la historia de la humanidad occidental, (la) verdad coincide, plano por plano, con (la) investigación. Por consiguiente, ya no sucede como en el pasado: nadie es poseedor de la verdad, y mucho menos albacea. La verdad ya no descansa en “el” libro, y manifiestamente no es ni ha sido revelada. En buena ciencia, en buena investigación, por el contrario, se dice: “hasta donde sabemos...”, “hasta donde ha llegado la investigación...”, “creemos que X, pero Y...”, y otras expresiones similares. Dicho de manera puntual y precisa: la ciencia ya no pontifica, es decir, ya no se afirma: “así son las

cosas, y lo son concluyente y taxativamente”. Mucho menos cabe decir hoy, como en el pasado más reciente: “el conocimiento tiene un límite (a saber: la teología y las verdades de la Iglesia)”. (Aun así, aún hay universidades que se llaman a sí mismas como “pontificias”: ¿en la sociedad de la información, en la sociedad del conocimiento en la sociedad de redes!).

La educación en complejidad se hace sobre la base de mucho trabajo autónomo por parte del estudiante, en redes permanentes de discusión, aclaración de dudas recíprocas, exploración, y mucha libertad de experimentación –mental y herramental–. Al fin y al cabo, las ciencias de la complejidad consisten esencialmente en dos cosas: un muy robusto aparato epistemológico, y unas herramientas muy sofisticadas.

El aparato epistemológico consiste en una serie de ciencias, compuestas a su vez por una variedad de disciplinas integradas por aproximaciones, lenguajes y conceptos variados, ricos y en proceso permanente de enriquecimiento. Las herramientas de la complejidad, a su vez, son múltiples; entre estas cabe destacar las metaheurísticas, las matemáticas de sistemas discretos, las lógicas no-clásicas, los problemas P versus NP, el modelamiento y la simulación. Más recientemente, pero solo para quienes trabajan con grandes bases de datos, la ciencia de datos en general, y más específicamente, la analítica de datos.

Se impone aquí una aclaración: las nuevas tecnologías sí pueden ser aprendidas, y estrictamente no es necesario que sean enseñadas. Es lo que los más jóvenes le permiten aprender a los mayores, a saber: se trata de “tecnologías para dummies”, es decir, son tecnologías amables: desde el manejo de internet, hasta el manejo de los sistemas informacionales y computacionales. Basta, como se dice coloquialmente en castellano y en ingeniería

de sistemas, con “cacharrear”. Todo lo demás es cuestión, literalmente, de autoaprendizaje, para lo cual, los cabales son múltiples y crecientes. Esto, naturalmente, no impide que, desde luego, haya cursos y demás sistemas informacionales y computacionales.

Al fin y al cabo, los lenguajes de programación son –literalmente– eso: lenguajes (de programación). Se trata, por lo tanto, de aprender nuevas sintaxis, reglas y lógicas, y practicar, tal y como sucede con el aprendizaje de idiomas naturales. Si, como se dice generalmente, aprender un nuevo idioma consiste en realidad en aprender toda una cultura y cosmovisión, asimismo, el aprendizaje de lenguajes de programación comporta el aprendizaje de una nueva cosmovisión y cultura, a saber: la cultura digital, en toda la línea de la palabra. El nombre que ha venido a adoptar esta nueva cultura es Cuarta Revolución Industrial, y que consiste tanto como atraviesa por temas y problemas como la inteligencia artificial, la vida artificial, el conocimiento de la web profunda, el aprendizaje de máquina (*machine learning*) y el aprendizaje profundo (*deep learning*), el modelamiento y simulación, conocimiento de estadística avanzada, el desarrollo de una mentalidad de hacker, el dominio de programación, robótica, en particular robótica de enjambre, el desarrollo de aplicaciones (Apps), por ejemplo.

Actualmente los ritmos de avance del conocimiento son vertiginosos y corresponden a ritmos hiperbólicos –mucho más que simplemente exponenciales–. Lo mejor de la ciencia de punta se sitúa en el vagón delantero, si cabe la expresión, de este tren. En esto consiste el proceso general de aprendizaje de la complejidad.

Por lo demás, como es sabido, los sistemas complejos son sistemas abiertos. Concomitantemente, la formación en complejidad sucede en y como entornos abiertos. Basta echar una mirada

a algunos de los mejores centros de investigación alrededor del mundo: espacios amables, cálidos, pero abiertos: sin muros tajantes y sumamente bien dotados en todos los aspectos necesarios. El aprendizaje allí sucede de manera colaborativa, con encuentros espontáneos asiduos en los que el intercambio de fuentes, información y experiencias es lugar común. Allí no existen jerarquías, aunque sí hay el reconocimiento de logros, pero cada uno actúa de manera perfectamente horizontal y con disposición de cooperación sincera.

No en última instancia, la administración se encuentra al servicio de la academia y no al revés. En la educación “normal” (= por fuera de complejidad) lo habitual es que los académicos estén supeditados a los administrativos. Nada semejante sucede en los Centros e Institutos que conozco. La administración se encuentra al servicio de la academia y no le dice a esta lo que tiene que hacer y lo que no puede hacer. Antes que obstáculo, la administración actúa en beneficio y favorecimiento de la academia, en toda la línea de la palabra. Esto se llama: respeto al conocimiento –en sentido amplio pero preciso.

Digámoslo de manera precisa y directa: el respeto al conocimiento es respeto a las personas, y derivativa pero necesariamente, también respeto por la vida. La *conditio sine qua non* para la existencia de ciencia de punta de carácter revolucionario es el respecto a la vida en toda la acepción de la palabra: de la vida tal-y-como-existe, tanto de la vida tal-y-como-podría-ser-posible. En entornos horizontales y colaborativos no existe enseñanza, solo aprendizaje. Consiguientemente, se trata de aprendizaje de todos los agentes del proceso. También los profesores aprenden, como es efectivamente el caso, en condiciones de horizontalidad. Al fin y al cabo, la condición para ver, y trabajar con, sistemas

abiertos es tener una estructura de mente abierta. Algo que se dice fácilmente pero que es muy difícil de llevar a la práctica. Lo habitual es que las personas tienen sexo, religión, biografías, expectativas, lenguas, culturas y demás, y todo ello les impide tener una estructura de mente abierta.

Pues bien, las ciencias de la complejidad, al mismo tiempo que demandan como condición una estructura abierta de mente, permiten tener una estructura de mente abierta. Solo así hay aprendizaje permanente, vivo.

3.4 Ciencia desde adentro y desde abajo: desafíos

Digamos que existe una tendencia –lejos de convertirse en mayoritaria o en la corriente principal, a la fecha– consistente en un llamado a la inter, trans y multidisciplinariedad. Esto es positivo, manifiestamente. Sin embargo, es una total ingenuidad creer que porque se trabaja en términos de interdisciplinariedad se trabaja o se está próximo a la complejidad. Para efectos prácticos, las diferencias entre inter, trans y multidisciplinariedad son asuntos escolásticos –análogamente a cosas como cuántos ángeles caben en la cabeza de un alfiler. Nimiedades.

Bien entendida, la complejidad es bastante más y muy diferente a la inter, trans y multidisciplinariedad. Pensar, trabajar y vivir en términos de complejidad –¡esto es, de la vida! –, consiste en indisciplinar –la sociedad, el Estado, los poderes, el conocimiento–. Solo quien es indisciplinado –en el horizonte resuena el eco de la obra de Foucault– puede ser libre; y puede, entonces, decir, verdaderamente que vive.

La indisciplinarización consiste, *prima facie*, en dejar de pensar en términos de disciplinas, esto es, de compartimentos del conocimiento. Fundamentalmente, consiste en dejar de pensar (= creer) en jerarquías y centralidades. Por consiguiente, se trata de dejar de pensar y vivir en términos del análisis, pues analizar significa, literalmente, dividir, segmentar, compartimentar. La indisciplinación tanto permite como demanda al mismo tiempo pensar en términos de síntesis. La síntesis no sabe de centralidad ni de jerarquías, y por tanto nos libera de la creencia en la causalidad.

Sin ambages, hablamos de indisciplinarización de la ciencia, de la educación, del conocimiento, de la sociedad y del Estado y los poderes –en toda la línea de la palabra–. Se trata, por consiguiente, de un magnífico ejercicio de libertad, a saber: tener criterio propio, pensar por sí mismos, en fin, tomar las riendas –si cabe la expresión– de la vida por sí mismos. Al fin y al cabo, según parece, en esto consistía, dicho en el horizonte de la Antigua Grecia, la diferencia entre la *zoe* y el *bios*. El *bios* consiste en aquella forma de vida que asume su propio destino, se decide por él y está dispuesto a llevarlo a cabo, como pueda. Difícilmente Platón y Aristóteles saben verdaderamente algo al respecto, aunque en ellos todavía se encuentran ecos de un pasado viviente.

Cabe decirlo de manera escueta: el aprendizaje de complejidad es un aprendizaje desde abajo y desde adentro, exactamente como acontece con la vida misma, nunca desde arriba y desde afuera. En efecto, la educación desde afuera y desde arriba no es educación, es adoctrinamiento. No es en modo alguno aprendizaje, sino memorización y repetición, en fin, maquinización, y naturalmente, no sabe nada de vida ni de libertad.

En verdad, el aprendizaje en y de complejidad no le teme a las equivocaciones y a los errores. Por el contrario, aprende que

estos son motivo de aprendizaje personal y colectivo. No en vano, recientemente, en este mismo contexto, han venido apareciendo revistas dedicadas a errores en la academia y en la investigación. Una lista de revistas en este sentido incluye las siguientes:

- *Journal of Negative Results in BioMedicine*: <https://jnrbm.biomedcentral.com>
- *New Negatives in Plant Science*: <https://www.journals.elsevier.com/new-negatives-in-plant-science>
- *Journal of Negative Results. Ecology and Evolutionary Biology*: <http://www.jnr-eeb.org/index.php/jnr>
- *Journal of Pharmaceutical Negative Results*: <http://www.pnrjournal.com/>
- *The All Results Journals*. El sitio comprende: Chem, Nano, Bio, Phys: <http://arjournals.com/>
- *The Scientific Journal of Failure*: <http://overexpressed.com/2009/07/31/the-scientific-journal-of-failure/>
- *Journal of Articles in Support of Null Hypothesis*: <https://www.jasnh.com/>
- *Journal of Positive and Negative Results*: <https://revistas.proeditio.com/jonnpr/index>

En educación existen tantos fracasos y resultados negativos, por no decir, en general, en la esfera de las ciencias sociales y humanas en general. La lista anterior resulta altamente ilustrativa cuando se la traslapa, hipotéticamente, con lo que sucede en los campos en general de las ciencias humanas y sociales. Sin ambages, podemos aprender de los errores –incluso, acaso, en ocasiones, podemos aprender principalmente de los errores– y para ello una manera consiste en hablar de ellos, al menos una vez en

la vida. En ciencia esto se llama publicar los errores; esto permite tanto un aprendizaje por parte de otros, como un autoaprendizaje por parte de cada uno, individuos o grupos.

La historia de las revistas con resultados negativos o nulos no lleva a la fecha ni siquiera una década. En perspectiva histórica, se trata del comienzo de un suspiro –relativamente– a la historia de la ciencia y la filosofía. Deberíamos poder hacer completo el suspiro, si cabe la expresión, ampliando y enriqueciendo revistas similares en otras ciencias y disciplinas, incluida, naturalmente, la educación.

Dicho de manera rápida, la educación predominante es positivista y le teme a la experimentación y al aprendizaje; por eso insiste en la enseñanza y la docencia. Aunque una mirada sensible e inteligente a la semiótica o semiología del universo de la docencia y de la enseñanza es altamente significativa, debe quedar aquí por fuera, y debe esperar a otro espacio. Cabe, sí, decir que una rápida reflexión semiológica pone en evidencia estructuras jerárquicas y centralizadas, espacios cerrados y en los que el profesor y los estudiantes están distanciados, el imperio de normas, reglas y manuales de distinto tipo, en fin, horarios rígidos y fragmentadores, y mucha, mucha disciplina, metafórica y literalmente.

Ciencia desde abajo significa un aprendizaje de lo mejor que la experiencia enseña, y una devolución de confianza a los niveles más básicos. Lo que impera en general en la educación, en efecto, es una ausencia de confianza. Por ello mismo, se implementan las tareas, las obligaciones, los controles de lectura y demás. Esa educación educa para la competencia y la lucha, para la desconfianza y la sospecha, antes que para la alegría, la confianza y la capacidad de recuperación propia de todo sistema

vivo. El profesor evalúa a los estudiantes, pero al final del curso la evaluación del profesor tiene una función distintivamente administrativa, mucho más que académica. Es, por ejemplo, para efectos de acreditación y demás.

Por su parte, ciencia desde adentro no es sino la expresión de lo que en complejidad hemos aprendido como autoorganización, no-linealidad y bucles catalíticos y autocatalíticos. El verdadero y más significativo aprendizaje es el que lleva a cabo el estudiante por sí mismo. Solo quien es capaz de re-construir una idea, un proceso, un experimento, un concepto, puede entenderlo verdaderamente. El aprendizaje en complejidad se parece al funcionamiento del sistema inmunológico. No identificando anticuerpos y produciendo entonces antígenos, que es la forma equivocada y superficial de entenderlo, sino, mucho mejor, como un incesante proceso de aprendizaje y autorreparación –de células, tejidos, órganos, y como una re-creación permanente y nunca acabada del organismo por parte de sí mismo. Al fin y al cabo, la vida de los seres humanos, por ejemplo, depende mucho más que del cerebro y el sistema nervioso central, del sistema inmunológico, que es el único que no está centralizado y que actúa no-localmente; el único, literalmente, que no descansa, a diferencia de los demás, y del que depende la salud y la vida de los sistemas vivos más complejos.

En otras palabras, el aprendizaje se concentra en todo aquello que exalta y hace posible la vida; las cosas que no la afirman resultan baladís y terminan por ser olvidadas y pasar por insignificantes. Esto, naturalmente, no significa que solo aprendemos las cosas que hacen posible la vida. Al fin y al cabo, la mayoría de las cosas que sabemos no sirven para nada. No hay aquí un espíritu utilitarista ni eficientista, en manera alguna. Las

cosas que afirman la vida son esencialmente inútiles. Tales son, notablemente, la poesía, la música, la filosofía, la mayor parte de las matemáticas y las ciencias más abstractas y teóricas. La vida está esencialmente hecha de gratuidades; no de cosas útiles y necesarias. Gratuidad como la amistad, el amor, la solidaridad y la compasión, por ejemplo.

En efecto, la alegría de vivir –*la joie de vivre*–, que no es precisamente muy distinta al *suma qamaña* y al *sumak kawsay* de los pueblos andinos, consiste en esa sabiduría sencilla, pero profunda, del gozo de la existencia. Esto es, por ejemplo, amar las pequeñas alegrías, amar las cosas sin beneficio, reconocer la belleza en las cosas mismas de la existencia. Pues lo útil es en verdad feo, por vulgar.

De esta suerte, lo contrario a la belleza no es la fealdad, sino la vulgaridad, y es la vulgaridad lo que convierte las cosas en banales por útiles. Entonces comenzamos a ganar esa libertad profunda que consiste en no aferrarse a las cosas –por ejemplo, a los conocimientos–, porque representan utilidad, interés y beneficio. En otros términos, la buena educación está más cerca de la sabiduría que del comercio, los negocios, el trabajo y la industria, notablemente. Esto es lo que significa aprender desde abajo y desde adentro.

Solo cuando aprendemos, porque nadie nos lo ha enseñado, reconocemos efectivamente que no existe absolutamente ninguna escisión entre conocimiento y vida. Y que, siendo ambos una sola cosa, son esencialmente gratuitos. Vivir no sirve para nada ni conduce a ninguna parte, tal y como conocer y saber no tienen una finalidad ni una utilidad preestablecidas. De esta suerte, la alegría de vivir es una sola y misma cosa con el placer de conocer. Es verdad, los seres humanos buscan conocer, pero es porque

conocer produce placer (*agápē*) –y es este placer del que se trata cuando hablamos de cosas como banquetes (o simposios), encuentros de amigos, la eusocalidad (E. O. Wilson). Solo aprendemos con fruición, y entonces aprendemos las cosas más anodinas, aquellas que no sirven para nada, las que no se definen de cara al mercado y ni siquiera de cara a la polis. Pues bien, esas son la clase de cosas que nos acercan a la naturaleza, como a los demás.

En verdad, las ciencias de la complejidad consisten en un aprendizaje en toda la línea acerca de cómo piensa la naturaleza, sin metáforas. Exactamente en este sentido se habla de, y se trabaja en, en el plano teórico o conceptual de autoorganización, catálisis y autocatálisis, autopoiesis, emergencias, no-linealidad, no-localidad, inteligencia de enjambre, inteligencia artificial y vida artificial, entre otras cosas. En el plano instrumental se habla de computación de sistemas bioinspirados, computación química, computación por DNA, ingeniería de sistemas complejos (*complex engineering systems*), por ejemplo. Lo mejor de la investigación de punta en el mundo va más allá de una comprensión acerca de cómo funciona y se organiza la naturaleza para, sobre esta base, poder entender y organizar el mundo humano.

Este representa un giro extraordinario en toda la historia de Occidente, pues las ciencias de la complejidad consisten en un aprendizaje de la naturaleza y la vida, para entonces arrojar nuevas y mejores luces sobre la sociedad humana. En toda la historia de la ciencia y la filosofía occidentales jamás se observó algo semejante, salvo contadas excepciones, siendo quizás la más destacada Spinoza.

De manera que las condiciones y modos de aprendizaje de la complejidad se fundan por completo en la naturaleza y se inspiran en ella para lograr mejoras, o cambios, en las formas de

organización de la sociedad humana. Más radicalmente, para cuidar de la vida en general, y no ya sola y principalmente de la humana. Digámoslo de modo directo: mientras que en la educación tradicional, hasta la fecha, el *input* y el *output* de la educación era el mismo, a saber, los seres humanos, ahora, en contraste, y por primera vez, el *input* de la educación son los seres humanos, pero el *output* es la naturaleza, o el cuidado de la vida. Un giro radical, como se observa.

3.5 Volviendo a la demanda de herramientas

Queda dicho: es una particularidad en general de los pueblos de América Latina que cuando se atiende a conferencias, cursos o seminarios sobre complejidad emerge siempre, más pronto que tarde, la pregunta por herramientas de la complejidad. Se hace necesario volver sobre este aspecto.

Es evidente que las herramientas –conceptuales, teóricas y técnicas– tradicionales y normales han terminado por resultar insuficientes, incluso peligrosas, puesto que no responden las más acuciantes preguntas formuladas por las sociedades. Es muy generalizada la idea de que nuevas herramientas pueden contribuir a entender y a resolver problemas de complejidad creciente. Esta idea merece una consideración cuidadosa.

Grosso modo, cabe entender dos grupos de herramientas: las teóricas y las técnicas. Cuando se emplea el lenguaje de las herramientas se quiere hacer referencia a la facilidad de uso, a la comprensibilidad, en fin, a su fortaleza heurística. Veamos el primer grupo.

Hablar de conceptos y de teorías como de “herramientas” tiene el peligro de aceptar *in nuce* un cierto utilitarismo o pragmatismo, olvidando que estas son concepciones teóricas que sustentan, en su base, el sistema de libre mercado. Desde luego, cabe también la posibilidad de que cuando se habla de conceptos y teorías como de herramientas se las quiera adoptar en función de algo más; desiderativamente, en función del conocimiento, la afirmación, la exaltación y el posibilitamiento de la vida. Sin embargo, esta posibilidad olvida o pasa por alto que toda discusión sobre conceptos es una discusión filosófica o sobre filosofía, y que la filosofía, bien entendida, no es una doctrina o escuela, sino una forma de vida y de acción en el mundo. No en última instancia, siempre cabe recordar que no hay nada más útil que una buena teoría. Al fin y al cabo, son las teorías las que nos permiten ver nuevas realidades, en fin, avizorar y comprender nuevas posibilidades.

De otra parte, sin embargo, cabe pensar que se tienen más o menos claras las teorías y los conceptos, y que entonces se aboga por herramientas, en el sentido literal de la palabra. Siempre emerge la pregunta por el método, seguramente como una deformación de profesores y manuales de metodología de la investigación. Podría recordarse aquí cuando en los orígenes de la Modernidad surge la pregunta por el método, con Descartes, lo cual se debe en realidad a una preocupación de tipo teológico.

En efecto, en la Edad Media existía una *via regia* (= método o camino), que era la filosofía, la cual era concebida como sucedáneo para la teología, la cual era considerada como *scientia magna*. Pues bien, una vez que los teólogos del medioevo hubieron matado a Dios, aparece la angustia cartesiana por la certeza; más exactamente por una verdad apodíctica, es decir, aquella verdad de la cual no cabe dudar en modo alguno. Pues bien, dicha

certeza es Dios (evidentemente), y el camino que conduce a esta certeza apodíctica es justamente el *Discurso del método*. Así, la preocupación por el método corresponde, como se parecía sin dificultad, a una angustia por la ausencia de Dios y la necesidad de su evidencia, de suerte que cualquier duda quede completamente despejada.

Lo cierto es que en toda la historia de la ciencia, independientemente de la ciencia o disciplina de que se trate, nunca, ningún científico ha tenido jamás la preocupación por el método. Más exactamente, es el problema el que determina el método, de tal manera que es el problema de investigación lo que conduce al investigador a buscar, o bien un método entre los distintos existentes actualmente, en su momento, o bien, en caso contrario, a crear un método propio.

Es indispensable, por tanto, eliminar el fantasma del método en la formación de científicos, y en la aproximación a campos novedosos de conocimiento.

En el caso de las ciencias de la complejidad cabe decir dos cosas, alternativas: o bien no existe un método –ningún método– en complejidad, o bien en el trabajo con complejidad se trata de un verdadero pluralismo metodológico. En un caso, la afirmación implica un cierto anarquismo metodológico próximo a la tesis de P. Feyerabend, y en el otro, se trata de la existencia de múltiples métodos sin que haya prevalencia *a priori* de uno sobre los demás.

Ahora bien, sin obliterar el tema, sí existen diversas herramientas que son específicas de las ciencias de la complejidad. Por su novedad son ampliamente desconocidas, incluso dentro de miembros de la comunidad académica o de la comunidad científica. Quisiera presentar y caracterizar brevemente cuáles son y en qué consisten estas herramientas:

- *Metaheurísticas*: constituyen una de las áreas más destacadas de la complejidad, específicamente en el marco del estudio de los problemas de optimización, uno de los capítulos más importantes de las matemáticas de sistemas discretos, o, lo que es equivalente, de la matemática combinatoria –que son las matemáticas de la complejidad–. Se trata, básicamente, de métodos de generación de soluciones basados en diferentes estrategias; por ejemplo, colonias de hormigas, o multinivel, o híbridos, y otros.
- *Matemáticas de sistemas discretos*: todas las matemáticas de la complejidad son matemáticas de sistemas discretos. Esto es, más exactamente, los fenómenos complejos no son continuos y no admiten continuidad; por el contrario, admiten discontinuidades, rupturas, quiebres. Otra manera de entender las matemáticas de sistemas discretos es como matemática combinatoria. Se trata, esencialmente, del trabajo, entre otras herramientas, con conjuntos, grafos, hipergrafos y otros.
- *Lógicas no-clásicas*: constituyen un panorama amplio de sistemas alternativos de notación mediante los cuales se toma distancia de la lógica formal clásica conocida igualmente como lógica matemática, lógica simbólica, lógica de predicado o lógica proposicional. Algunas de las lógicas no-clásicas incluyen: la lógica cuántica, la lógica libre, la lógica paraconsistente, las lógicas polivalentes, la lógica difusa, la lógica del tiempo, la lógica de contrafácticos. Con las lógicas no-clásicas es perfectamente posible saber que otros mundos son, lógicamente, posibles.

- *Problemas P versus NP*: conocidos también como la teoría de la complejidad computacional, los problemas P versus NP constituyen un momento de un marco más amplio que es la distinción entre problemas decidibles e indecidibles. El problema de base aquí es el tiempo de resolución de problemas, que se divide entre un tiempo polinomial y uno no polinomial. Además, se trata de distinguir los tipos de relaciones existentes entre problemas P y NP, según si están incluidos uno del otro o no.
- *Modelamiento y simulación*: se trata, esencialmente, del aprendizaje y el trabajo con lenguajes de programación. En el marco de los sistemas de complejidad creciente quizás el mejor lenguaje es el modelamiento basado en agentes NetLogo. Sin embargo, existe una variedad muy amplia de lenguajes de programación. Es importante atender aquí al hecho de que los sistemas lineales se pueden modelar, pero que solo los sistemas complejos se pueden simular.
- *Analítica de datos*: dada la profusión enorme de bases de datos se han configurado lenguajes de programación para trabajar con ellos en términos estadísticos, de organización y otros. Ha nacido la ciencia de grandes bases de datos, cuyo pilar es la analítica de datos. Esta herramienta es válida solo para quienes trabajan con grandes bases de datos. Esencialmente, se trata del trabajo de cruce de datos, exploración y explotación de datos, sistemas de organización, toma de decisiones y acumulación para posteriores procesamientos. Los dos lenguajes más importantes a la fecha son R y Python.

- *Leyes de potencia*: en estadística, se trata de una distribución que logra entender que siempre hay pequeños fenómenos, pero con un impacto significativo, muy semejante al efecto mariposa estudiado por E. Lorenz en la teoría del caos. Otra manera de entender esta herramienta es como distribuciones potenciales, y técnicamente es conocida como la ley de Zipf, por su creador. Sorpresivamente, se ha encontrado que muchos fenómenos complejos responden, para su emergencia y organización, a leyes de potencia; desde el surgimiento de las galaxias hasta la organización de los genes o la organización de las neuronas, pasando por la organización de la economía o las dinámicas de grupos sociales.
- *Adyacentes posibles*: desarrollada originariamente por S. Kauffman, se trata de la idea según la cual la evolución de los sistemas y fenómenos sucede en términos de paisajes rugosos adaptativos. Es importante, específicamente en este contexto, señalar que la idea, bastante generalizada, según la cual todas las cosas están conectadas con todas, es, estrictamente, errónea. La evolución en general sucede a través de configuraciones o también espacios de fase. Estos espacios de fase son colosales, del orden de 10^{30} , pero la evolución siempre sucede en entornos locales, particulares. En el caso de los sistemas complejos es imposible predecir.
- *Pensamiento no-algorítmico*: quizás el más difícil de todos los temas, al mismo tiempo conceptuales y herramientas, en complejidad, es el reconocimien-

to de que los sistemas vivos son no-algorítmicos. Una manera de entender esta idea es que los sistemas vivos –que con los más complejos de todos– no respetan ni obedecen a la física –notablemente, a la física clásica–. Una expresión genérica, aunque desafortunada, es la idea de que los sistemas vivos son neguentrópicos. Vivir significa rechazar la física, en toda la acepción de la palabra. Otra manera de entender esta idea consiste en reconocer que los sistemas vivos no son máquinas de Turing en ninguna acepción de la palabra. Pues bien, la herramienta de complejidad en este caso es el pensamiento o la lógica no-algorítmica. La manera puntual de entenderlas es como hipercomputación biológica.

Se impone aquí, inmediatamente, una observación a propósito de las herramientas mencionadas. Se trata de instrumentos al mismo tiempo instrumentales y teóricos. No existe en el marco de las ciencias de la complejidad una distinción tajante, como sí acontece desde Aristóteles y particularmente en el contexto de la ciencia positivista, entre conceptos y herramientas. Sin duda, la mejor expresión de ello es el trabajo con modelamiento y simulación. Todo ello pasa, como queda dicho, por la apropiación de esa herramienta *cultural* que es el computador.

Digámoslo de manera directa y puntual: un muy buen aprendizaje de complejidad pasa medularmente por la apropiación y el conocimiento de las herramientas mencionadas. Manifiestamente, cada época desarrolla la ciencia que puede y la ciencia que necesita; pues bien, en nuestros días, la ciencia de punta atraviesa transversalmente por las ciencias de la información y la

computación. No en vano, como ha declarado en alguna ocasión reciente la Unesco, la principal forma de analfabetismo contemporáneo es el analfabetismo tecnológico.

El título genérico para las tecnologías de punta hoy es internet, y más exactamente el conocimiento y el trabajo con la web 3.0 actual, y las próximas 4.0 y 5.0. La expresión más aguda de este fenómeno se cobija bajo el título de inteligencia artificial, y vida artificial. Vivimos una época de magníficas transformaciones, a ritmos acelerados. Todo ello comporta más y mejor información, más y mejor educación, más y mejor conocimiento, más y mejor investigación. Ulteriormente, me refiero a las tecnologías NBIC+S, esto es, la nanotecnología, la biotecnología, las tecnologías de la información, las tecnologías del conocimiento y la dimensión social de las tecnologías.

3.6 Los límites de la ciencia y el descubrimiento de la vida

La complejidad es un nuevo tipo de racionalidad, mucho más que simplemente un nuevo tipo de ciencia. Manifiestamente, es ciencia de la vida, pero es racionalidad que ya no es logocéntrica y, por derivación, tampoco meramente encefalocéntrica. No aprendemos con el cerebro, y ciertamente no únicamente con el cerebro. Precisemos.

La idea tradicional en toda la tradición occidental es que el cerebro –o también el sistema nervioso central– constituye el núcleo del aprendizaje, incluso su finalidad misma, y que todo acontece en y gracias a procesos neurológicos. La contracara del antropocentrismo ha sido, sin lugar a duda, el encefalocentrismo.

Todo ello se ha fundamentado y se ha nutrido exclusivamente de la importancia del *logos*, ya desde la Grecia clásica. Esta idea es equivocada por reduccionista y por parcial.

El encefalocentrismo ha venido a expresarse recientemente como la importancia de las emociones en el proceso de aprendizaje. Lo que se olvida es que las emociones están situadas en el cerebro y funcionan en él. Con esto lo que se oblitera, consciente o involuntariamente, es la importancia del cuerpo. El cuerpo ha sido, si cabe la expresión, la fea de la fiesta con la que nadie quiere bailar. La tradición platónica y cristiana tienen mucho que ver con la anatematización del cuerpo.

Pues bien, la proscripción del cuerpo a lugares secundarios e incluso, literalmente, herramientas, en los procesos de educación en general no es otra cosa que la eliminación o la circunscripción total de las pasiones. Las pasiones remiten al cuerpo, y las pasiones son condenables, se dijo siempre, acercan a los seres humanos a la animalidad, y son incontrolables. La historia de la humanidad es la lucha contra las pasiones; de ahí la importancia de la voluntad y de la sobredeterminación del entendimiento sobre la voluntad. La consecuencia final, naturalmente, era la disciplinarización de la educación, en toda la línea de la palabra, y con esta, entonces se trató siempre de la disciplinarización del trabajo y de toda la sociedad. Mecanismos de control, en toda la línea de la palabra.

Recientemente hemos logrado reconocer, sin embargo, que los seres humanos tienen dos cerebros. Es más, al pie de la letra, el mismo número de células que existe en el cerebro existe en los intestinos. El segundo cerebro se llama cerebro entérico, o también, mesentérico. Este segundo cerebro está situado en los intestinos, y se encuentra perfectamente conectado con el siste-

ma nervioso central. Sin exageración alguna, pensamos con el cerebro y con el cuerpo: esto es, con el cerebro en el sentido clásico de la palabra, y con el cerebro mesentérico. Debemos poder aprender bien biología, y abandonar entonces esas expresiones desafortunadas y feas como el “sentir-pensar”, que no es más que una palabra. También las ciencias sociales y humanas, en sentido amplio, deben poder aprender, en este caso, de la biología y la medicina.

La racionalidad humana, en consecuencia, ni comienza ni termina en los procesamientos que se llevan en la corteza cerebral. Más radicalmente, la racionalidad humana es esencialmente empática, y por tanto vivencial o corporal. Pensamos de entrada con el cerebro (mes)entérico, y reforzamos o clarificamos las cosas con ayuda del sistema nervioso central. Se habla, igualmente, del sistema nervioso entérico, paralela o simultáneamente con el sistema nervioso central. En ocasiones, el sistema nervioso entérico es capaz de actuar independientemente del cerebro –o sistema encefálico–. La complejidad de la vida y de los sistemas vivos es algo que apenas empezamos a entender cabalmente. Sin duda alguna, estos aprendizajes impactarán en el futuro inmediato al mundo de la educación.

Asistimos, en verdad, al surgimiento de un nuevo tipo de racionalidad en la historia de la humanidad occidental. Se trata del reconocimiento de que la razón y la sensibilidad no están ya separadas, como aconteció desde la tradición inaugurada por Platón. En este camino hemos recordado que entre los pueblos andinos existe un término que permite decir con una sola palabra tres instancias. Se trata de la palabra *chakuchaka*, en quechua, que significa tanto pensar, como sentir e intuir. Una razón de más para abandonar el “sentir-pensar” (*horribile dictu*).

Por este mismo camino hemos logrado aprender que, por ejemplo, de la mano de la genética, es mucho menos lo que nos separa que lo que nos une del resto de la trama de la vida. Estamos volviendo a aprender en términos de unidad con la naturaleza; y esto es perfectamente diferente a la ciencia clásica, a todo el pensamiento medieval, y manifiestamente a los pilares de Platón y Aristóteles.

La educación modo complejo es, así, sin ambages, un tipo de educación para una nueva civilización que está emergiendo. Cabe aquí una analogía: si en la Antigua Grecia, en el periodo arcaico y clásico, por ejemplo, la *episteme* era el término que abarcaba tanto a la ciencia como a la filosofía, asimismo asistimos hoy al surgimiento de una nueva “epistemología” que sintetiza en una unidad dinámica mente y cuerpo, cerebro y cuerpo, pensamiento y pasiones, pensamiento, sensibilidad e intuición, notablemente.

Como se aprecia, sin dificultad se puede decir que asistimos así a los límites de toda epistemología en sentido platónico o aristotélico, y de todas sus derivaciones y variantes a lo largo de la historia de los últimos 2.500 años. Los umbrales, las ventanas, las dimensiones, los horizontes –en fin, como se prefiera– que se avizoran desde ya son magníficamente diferentes a todo lo conocido antes, en particular si se atiende a la “historia oficial” de Occidente (en hipertexto a la película de 1985 de L. Puenzo). Debemos poder aprender, bien y rápido, los procesos en curso, y desarrollar una educación acorde. La sugerencia de este texto es que esta educación es *modo complejo*.

Una educación modo complejo no se centra en el desarrollo del conocimiento, con cualesquiera justificaciones, y como quiera que se interprete al conocimiento. Mucho mejor y más radicalmen-

te, se trata de una educación cuyo pivote es la vida –la vida tal-y-como-la-conocemos, y la vida-tal-y-como-podría-ser-posible.

De esta suerte, por primera vez en la civilización que está desapareciendo –Occidente–, la educación deja de ser un asunto eminente o centradamente antropológico, para convertirse en un asunto biocéntrico o ecocéntrico¹¹. Ahora bien, como queda dicho, este no es simplemente un cambio de foco. Más exactamente, se trata de una transformación radical en las formas de pensar, de vivir, de relacionarse, y de sentir –el mundo, la naturaleza–. En otras palabras, la educación modo complejo no es simplemente un cambio en la estructura y los modos de la educación, por ejemplo, para formar mejores seres humanos, o acaso para cambiar las actitudes hacia los demás, y ni siquiera para sensibilizar a los estudiantes según el espíritu de la época (*Zeitgeist*). Antes bien, se trata de una transformación radical en los modos y condiciones del aprendizaje de cara a afrontar, hacia adelante, con una nueva forma de vida, nuevos y mejores horizontes civilizatorios.

Ahora bien, huelga decir que la educación modo complejo no es, en manera alguna, una herramienta sin más; basta con recordar que la educación y la pedagogía en general no son sencillamente ciencias sociales. Más exactamente, son ciencias sociales aplicadas. Esto es, en su estado normal, se trata de la implemen-

¹¹ En un texto en preparación sostengo que una preocupación planetaria es miope y equivocada por parcial. Basta con recordar que las grandes civilizaciones, pueblos y culturas de la humanidad –excepto Occidente– han tenido siempre, además y principalmente, una preocupación cósmica o cosmológica. De esta suerte, a lo que quiero señalar es a la idea de que una preocupación biocéntrica o ecocéntrica no es simple y llanamente planetaria, sino cósmica.

tación –en el aula y por fuera de esta– de conceptos, problemas y reflexiones que se han elaborado en otras partes y que se aplican al contexto específico del aprendizaje (y en el peor de los casos, de la enseñanza). La educación modo complejo es una formación de vida, análogamente a la formación que en muchos pueblos del mundo hacen los chamanes con sus aprendices. Solo que, en el contexto de sociedades complejas, se trata, si cabe la expresión, de “aprendices de brujo” en escala colectiva, incluso en muchas ocasiones, desde el punto de vista de una mirada macroscópica, de aprendices de brujo en escala multitudinaria.

La diferencia en el universo la establece en el individuo. Si es así, la escala macro de la educación es una aproximación generalizada que no descuida, en manera alguna, el hecho de que la formación es siempre formación de singularidades –en toda la acepción de la palabra.

La vida está constituida por una variedad –incluso, cabe decir, por una infinidad– de acontecimientos singulares. En la esfera del amor, de la amistad, del aprendizaje, de las experiencias del cuerpo, en determinados platos de comida, en esa experiencia única en cada caso que es el *ágape* (banquete, *symposio*), y muchos más. Ciertamente que hay personas, experiencias mismas y lugares que terminan, en el momento mismo, o al cabo del tiempo, por pasar como desapercibidos, generalizados y generalizables, en fin, por indiferentes. La rutina es el nombre para el olvido, y en el olvido todas las cosas terminan por desaparecer en la indiferencia. No en vano, en el mito griego, las aguas del río *Lethé* (olvido), es donde todas las cosas terminan por desaparecer, por ser indiferenciadas, por pasar como si nunca hubieran existido.

La vida, en su sentido más fuerte y pleno, por el contrario, consiste en todas aquellas cosas que no se hunden y terminan por

sumergirse en las aguas del olvido. Son esas cosas inolvidables, y que por inolvidables infunden vida y gratifican la existencia. La vida, sostenía el mito griego, son todas aquellas cosas que salen del olvido *–a-lethé–*, y que entonces constituyen, si cabe, el contienen de lo verdadero. Verdad, en griego es *alethé, aletheia*. Son verdades todo aquello que exalta la vida, que la afirma, la despliega, la explaya y le da alas, en fin, que la dignifica y la hace placentera y feliz. Exactamente en este sentido, en la Antigua Grecia, solo al final del día se podía decir si se conocía o no la felicidad, y si se había conocido o no la felicidad. La felicidad, en la gran sabiduría del mundo, no es algo que se compra en el momento y se disfruta por un instante, aunque sea largo.

Cabe, quizás, recordar que originariamente un mito no significa irracionalidad, sino que se trata de un relato cantado. Posteriormente, con el tránsito del mito al logos, y luego con el dominio del logos *–sobre el mito–*, el mito fue interpretado como irracional. Pero la verdad es que el relato del logos se volvió siempre árido y frío y terminó finalmente por desencantar al mundo. Es preciso llenar los relatos de canto y musicalidad; una manera de hacerlo consiste en recordar que hay idiomas con resonancias. El relato de la vida bien merece canto y música *–y no ya simplemente conceptos, categorías, demostraciones y fórmulas–*. Lo que pivota alrededor del olvido y la verdad *–lethé, aletheia–*, es una historia que se contaba con cantos y musicalidad; acaso, eventualmente, incluso se bailaba. La ciencia, como la filosofía, fue siempre un asunto adusto y conspicuo.

En esto consiste la educación modo complejo. Precisemos.

3.7 Puntualizando: el problema determina el método

En diversos contextos hemos hecho, recientemente, el aprendizaje de fenómenos singulares; así, por ejemplo, hemos aprendido que el nacimiento de este universo fue una singularidad cósmica. Sabemos de fenómenos de singularidad cósmica *–en plural–*, asimismo, a propósito de los agujeros negros. De otra parte, desde muchos campos hemos aprendido a reconocer de la inminencia de la próxima singularidad tecnológica *–a saber, la interfaz chip-célula, o también chip-cerebro, como se la conoce genéricamente–*. Incluso, más recientemente, en el marco notable de la Gran Historia *–un área propia de las ciencias de la complejidad–*, hemos aprendido acerca de fenómenos de singularidad histórica; esto es, fenómenos perfectamente singulares, irrepetibles. Son ejemplos, el descubrimiento de América, la revolución de 1789, la revolución de 1917, y tantos otros.

La historia, como el universo mismo, está catapultada por fenómenos de singularidad; no por generalizaciones, campanas de Gauss, curvas de Bell, ley de grandes números y demás. Pues bien, nada diferente acontece en el caso de la educación modo complejo. La singularidad de cada curso está dada por cada curso, y en cada clase, por la de cada estudiante. Algo que difícilmente puede afirmarse en el contexto, notablemente, del capitalismo académico, en donde se ve a los estudiantes en todos los niveles, como potenciales trabajadores de éxito, o con eficiencia, por lo menos.

La verdadera, más sensible e importante de las formas de educación, en toda la acepción de la palabra, es aquella que está desarrollada en la forma de singularidades. Ese profesor que marcó, a diferencia de todos los demás. Ese estudiante que se destaca

por sí mismo por encima de los demás por tal o cual razón, en aquella experiencia de aprendizaje que fue singular y única. Auténticos cisnes negros. La formación de “aprendices de brujo” es exactamente igual, solo que hoy tiene lugar en marcos de personalidades múltiples: muchos estudiantes, diversos profesores, diferentes procesos y escalas de aprendizaje, y demás.

La educación más verdadera y profunda, como la vida, está constituida por singularidades.

Pues bien, combinando el proceso de educación e investigación –que caracteriza a una buena educación en la universidad–, podemos decir que, dado el reconocimiento explícito de singularidades, no existen y no son posibles, procesos de generalización en la educación modo complejo. Lo mejor que el profesor –o incluso el gestor del conocimiento (administrativo de algún nivel)– puede hacer es estar preparado, en los procesos de admisión o de encuentro, con posibles singularidades, de tal o cual índole. Se admiten grupos, se encuentran grupos, pero cabe esperar, siempre, singularidades; como en la vida misma. A su vez, cada estudiante puede entrar a un programa o sitio determinado, encontrarse con grupos diversos, tener profesores diferentes, pero esperar, siempre, aquella singularidad que rompe todas las reglas. Es allí donde anida y de donde emerge la pasión. Todo lo demás es rutina, disciplina, normatividad.

No existe, en ninguna acepción de la palabra, un método en el proceso del aprendizaje, tanto menos si de entrada se está abierto a singularidades y durante el proceso cabe esperar que suceda alguna, o varias. Solo quien espera lo inesperado hallará, sostenía Heráclito, el “Oscuro de Éfeso”. Esperar lo inesperado. Es allí en donde acontecen las singularidades, y donde cabe saber que nos encontramos lejos del río del olvido (*Lethé*).

Digámoslo de manera clara. El problema determina el método, y no al revés. Jamás, ningún investigador, científico o buen profesor ha tenido problemas con el método. Es el encuentro con un problema –en el sentido heurístico de la palabra–, el que da qué pensar. El qué pensar, puede ser asumido como la búsqueda, entonces, de un método. Jamás antes.

Los sistemas, fenómenos o comportamientos complejos son sistemas abiertos. Pero es sumamente difícil ver sistemas abiertos. La conditio sine qua non para ver sistemas abiertos consiste en tener una estructura de mente abierta. Pues bien, sucede que la mayoría de las personas no tienen una estructura de mente abierta, debido a su facticidad. Esto es, por ejemplo, tienen sexo, lengua, credo, afiliaciones de creencias en tal o cual plano, nacionalidad, y tantas otras características de entrada. Nadie que tenga ciertas propiedades de entrada puede tener una estructura verdaderamente abierta –de mente o de espíritu.

Debemos poder ver el mundo al margen, independientemente, o bien poniendo entre paréntesis (*épojé*) –tres maneras diferentes de decir una sola y misma cosa–, todas aquellas actitudes, propiedades y atributos que de entrada caracterizan la biografía de cada uno.

Esa actitud o bien consiste o raya con esa forma excelsa de vida que es la sabiduría. Algo más y muy diferente a la educación, la ciencia y la investigación. En una palabra, se trata del reconocimiento de la banalidad del yo, o bien, más exactamente, en la pérdida del yo. Solo quien no tiene yo –porque ha renunciado a él– aprende verdadera y profundamente. O cambia estructuralmente. O vive auténticamente. Según se prefiera.

La educación, bien entendida, consiste en un cambio de formas de vida. Primero en el jardín infantil, luego en la prima-

ria, posteriormente en el bachillerato, al cabo en la universidad, verosíblemente con el/un doctorado, pero siempre, en la vida en los procesos de aprendizaje y de formación. En los inicios de los procesos de educación, se trata tanto de un acto de confianza de los padres con un colegio determinado (o jardín infantil y demás), o bien en una cierta capacidad de apuesta y desafío por parte del colegio o jardín infantil –de cara hacia el futuro—. En verdad, el vector de la educación no es, en absoluto, el pasado, sino el futuro; a saber, el futuro posible, el deseable, el verosímil, el deseado. Y así sucesivamente.

Podemos aquí establecer una analogía con la salud. Nadie se cura (de una enfermedad) si en el proceso de la curación no cambia (por completo). Quien no cambia muy probablemente volverá a enfermarse, de esto o de aquello. El cambio, evidentemente, es una transformación del estilo de vida, y de tipo de vida mismo. Desde otra perspectiva puede decirse sin dificultad que la gente enferma justamente porque no cambia, o porque el cambio no es sincero, profundo y radical.

En esto consiste la educación y el proceso de aprendizaje, aquí, modo complejidad, a saber: en un cambio de vida. Por ello mismo la fuerza de la imaginación es vital y determinante. Al fin y al cabo, cambiamos, según parece, de cara hacia aquello que ideamos, avistamos, avizoramos, intuimos o vemos “con los ojos del alma”, para decirlo en términos clásicos. De suerte que son actos ideatorios, juegos de fantasía, experimentos mentales, pompas de intuición los verdaderos gatilladores de los procesos de aprendizaje. Incluso aunque –y muchas veces precisamente debido justamente porque– no son procesos conscientes y predicativos.

No siempre la vida sucede de forma consciente y deliberada. Generalmente sucede todo lo contrario. Sin darle jamás la

espalda al sistema encefálico, debemos poder confiar en el cerebro entérico, que es, según parece, el nombre para la intuición, ese nido de magia y encanto, como enseña la poesía y la gran literatura.

En otras palabras, si la educación no cambia a las gentes, se trata entonces de simple adoctrinamiento y disciplinarización. Manifiestamente, la transformación hace referencia a una exaltación de la vida, a esa alegría de vivir que se siente pero que no cabe expresar sencillamente en palabras; es, en otros términos, esas señales de inteligencia que se pueden observar en el rostro de algunos, como una especie de carisma. La inteligencia no es, aquí, nada diferente, a una suerte de bonhomía profunda, acompañada de mucho conocimiento, de una sensación de afabilidad, de paz, o de contentamiento con el momento, y como un deseo de que se prolongue más.

En el proceso de aprendizaje manifiestamente puede haber hitos, mojones o referentes, de tal o cual especie. Pero se trata, siempre, esencialmente, de un camino abierto y, desde luego, no exento de incertidumbre, como por ejemplo el buen cine de autor, nunca como el cine de industria. La incertidumbre no comporta absolutamente ninguna significación negativa, por el contrario, hace referencia a esa disposición mediante la cual estamos abiertos –abiertos al futuro, al conocimiento, a nosotros mismos como a los demás—. La incertidumbre no es sino una traducción de la capacidad de sorpresa y asombro.

En efecto, ya en la *Teogonía* de Hesíodo recordamos que en el comienzo fue el *Khaos* (Caos); y *khaos* designa “al de la boca abierta”. Aquello que los primeros filósofos van a designar como el *thaumaxein*: la capacidad de asombrarse, de maravillarse, con el mundo, la naturaleza y la vida. Seguramente Nietzsche

dirá que justamente en esto consiste la última transformación, mediante la cual el león se convierte en niño (en *Así hablaba Zaratustra*). Nadie aprende si no rescata al niño que lleva por dentro, y vuelve a ser ese niño.

Siempre, el mejor aprendizaje será ese que, auténticamente, nos asombra. Con todo y que, naturalmente, la mayoría de cosas no nos asombran. El asombro es una expresión para aquella experiencia visual que consiste en estar deslumbrados. Vemos la luz, pero inmediatamente retiramos la vista de la luz porque no estamos acostumbrados a ella. Podemos sostener que el aprendizaje es el proceso mediante el cual aprendemos a ver la luz y nos acostumbramos a ella.

Un acto de total *poiesis*.

Lo anterior significa que el aprendizaje de complejidad se basa en problemas, antes que en método; este está supeditado a aquellos. Sin descartar, naturalmente, la posibilidad de incorporar o desarrollar diversos métodos o metodologías. Ahora bien, un problema jamás se encuentra, así no más, en el mundo. Muy por el contrario, los problemas son contruidos, concebidos.

En efecto, sucede aquí análogamente lo que acontece en el campo del periodismo o de la comunicación social. Ya sea en la crónica, la reportería gráfica, en el periodismo u otros, allá afuera en el mundo, nunca pasa nada. Esto ya lo había descubierto hace tiempo la literatura. La noticia siempre hay que construirla. A partir de un gesto, de una fotografía, de una entrevista, o por cualquier otro medio. La noticia se la construye, no se la encuentra así no más en el mundo.

Este ejemplo puede multiplicarse en diversos otros campos y actividades, desde el derecho hasta la antropología, y desde la

historiografía hasta la sociología, por ejemplo. La construcción de la noticia, o del caso, o de la historia comporta la construcción de un discurso y una lógica hasta entonces inexistentes. Pues bien, exactamente lo mismo sucede en el caso de la construcción de problemas.

Un buen investigador, dicho en términos genéricos, es aquel que ve un problema donde los demás no lo han visto. Para ello el peso de la imaginación es determinante, pues la construcción de un problema equivale al mismo tiempo a construir inmediatamente por lo menos dos mundos: uno, el del problema mismo, en el marco de un mundo que carecía antes de problemas, o por lo menos del problema identificado, y al mismo tiempo, de otra parte, el mundo de la solución del o de los problemas.

Así, el verdadero aprendizaje no es diferente a la capacidad para imaginar y sembrar mundos nuevos. Lo dicho, el aprendizaje modo complejo no es otra cosa que el desarrollo de capacidades para inventar y hacer posibles, de tantas maneras como sea imaginable, mundos distintos mejores, en fin, una vida diferente y mejor. En ello va lo mejor de la existencia.

3.8 Conclusiones

Este texto se ha concentrado en un nivel específico de la educación: la universidad. Ha sido así por acuerdo de los autores de este volumen. Pero es evidente que se trata de un corte meramente analítico y caprichoso. Nada de lo que se ha dicho aquí impide que estas reflexiones, modos y especificidades puedan ser implementadas creativamente también en niveles más básicos de la

educación, ya incluso desde la primaria. De hecho, en numerosos lugares y modelos educativos, mucho de esto ya está sucediendo desde la primaria y el bachillerato.

Ciertamente, los procesos educativos en la universidad son los más maduros hasta la fecha, como lo ponen de manifiesto distintas experiencias en Centros e Institutos de Investigación, en primer lugar, y posteriormente en doctorados y maestrías. Es lo que hay, a la fecha. Pero debe ser claro que el proceso debe poder completarse hasta los niveles más básicos de la educación, y entonces, posteriormente, desde estos niveles más básicos, volver a subir y modificar los superiores, en un bucle de retroalimentación desiderativamente positivo.

Se ha defendido aquí una tesis. Esta afirma que es indispensable cambiar toda la historia de la educación gracias al descubrimiento de que el *output* de esta ya no son los seres humanos sin más, a pesar de que el *input* sigue siendo los seres humanos. La educación ya no es algo que incumbe principal o exclusivamente a los seres humanos. Esta nueva educación es designada aquí como educación *modo complejo*.

Hemos hecho, muy recientemente, el aprendizaje de la vida y de los sistemas vivos. Por este camino, hemos llegado a aprender que la vida en general no comienza y tampoco termina en los seres humanos.

Hemos querido mostrar aquí las condiciones de trabajo en el aprendizaje de complejidad en la universidad. Entre otras condiciones se han destacado las siguientes: trabajo con modelamiento y simulación, en el marco de la segunda y la tercera revolución científica en curso. Atender al carácter alta y crecientemente contraintuitivo de la realidad, hoy; mantener el estado del arte como una exigencia al mismo tiempo ética y epistemológica,

y varias más. La idea es señalar cómo el trabajo en complejidad marca unas condiciones que difícilmente se corresponden con la ciencia moderna o clásica. Al mismo tiempo que se han presentado estas condiciones y modos y otros, se consideró el problema acerca de la demanda de herramientas cuando se trabaja con complejidad. Se presentaron sucintamente estas herramientas. Una solicitud semejante es exclusiva de los países hispanohablantes, y más exactamente es propia de América Latina. Sin embargo, para una visión más amplia se sugiere ir a la bibliografía, al final de este texto.

Este texto afirma que una educación modo complejo es posible y expone los modos y condiciones de su posibilidad. Estas condiciones y modos no consisten simple y llanamente en una mejora del proceso educativo, por ejemplo, en términos de currículo, de didáctica y demás. Más radicalmente, se trata de una nueva educación que se inscribe en una dinámica bastante más amplia y rica consistente en un cambio civilizatorio. Occidente está muriendo y al mismo tiempo está emergiendo una nueva civilización. La educación modo complejo es un aprendizaje conducente a la nueva civilización, cuyo rasgo central consiste en la descentralización de la perspectiva antropomórfica, antropológica y antropocéntrica de la realidad y del mundo, por una comprensión ecocéntrica o biocéntrica de horizonte cósmico, y no ya simplemente planetaria.

Varios de los modos y condiciones de la educación compleja han sido tomados de algunas experiencias existentes o en curso en varios Centros e Institutos de complejidad, y de algunos doctorados y maestrías en complejidad alrededor del mundo. Al mismo tiempo, sin embargo, se han introducido diferentes reflexiones sobre las condiciones de posibilidad de una educación

modo complejo. Pues bien, la combinación de ambos factores, experiencias y reflexiones pone de manifiesto que pierde sentido cualquier aproximación meramente instrumental o herramental a la educación y a los procesos de aprendizaje. En el contexto de las ciencias de la complejidad lo instrumental es indisoluble de lo conceptual y teórico.

Quizás todo el fundamento de este texto es el siguiente: una educación modo complejo debe poder dirigir la mirada a la manera como suceden los procesos de aprendizaje en la naturaleza. Al fin y al cabo, el aprendizaje es condición para la adaptación, y no hay mejor comportamiento en la naturaleza que la adaptación. Más exactamente, se trata del reconocimiento explícito de que la naturaleza aprende, y aprende mucho mejor y más que los seres humanos, por una simple razón evolutiva. La historia de los seres humanos sobre el planeta apenas si lleva cerca de 200.000 años. Comparativamente, por ejemplo, los saurios dominaron la tierra durante 250 millones de años, y por su parte los cefalópodos conquistaron los mares durante 300 millones de años.

La historia de los seres humanos, que se inscribe en el marco más amplio de los homínidos, se encuentra, a la fecha, lejos de la unidad básica de tiempo en geología, la cual comienza a contar a partir del millón de años. El experimento de la naturaleza con los seres humanos lleva apenas segundos, en la escala cosmológica. Ni siquiera un minuto. Faltarán aún muchos cientos de años, incluso varios miles de años para que la existencia humana pueda contar el primer minuto en escala cosmológica. Muchas veces se oyen pesimistas acerca de esta posibilidad, en la actualidad. En este sentido una educación modo complejo consiste en una perspectiva optimista, con una condición: que podamos aprender de la naturaleza y entonces orientar los procesos de vida humana

acordes con la naturaleza. Esto no es ya simplemente educación, información, ciencia o investigación; además, y principalmente, se trata de sabiduría –algo que no puede enseñarse jamás, pero que sí puede aprenderse.

Por ello mismo el énfasis ha sido aquí en el aprendizaje, y en absoluto en la enseñanza.

Finalmente, se hace necesaria una observación a título de conclusión. Se trata de advertir en contra de lo que podemos denominar una filosofía consistente en el optimismo conservador.

Creer que la educación lo resuelve todo o que es la clave de los cambios sociales, estructurales o civilizatorios es típico de un optimismo conservador. En efecto, de un lado, se trata de la creencia según la cual podemos superar los cuellos de botella personales, sociales, culturales y políticos. Basta con hacer buena educación, tan buena como quepa imaginar. Lo demás es ya simplemente cuestión de una buena combinación entre teoría y práctica en toda la acepción de la palabra. Sin embargo, esta es una actitud en verdad conservadora, en todo el sentido de la palabra, pues creer que la educación es la clave de los cambios personales y sociales implica reconocer que los problemas pueden resolverse a largo plazo.

Pero la verdad es que, a corto plazo, los violentos, los corruptos, los detentadores del poder –las corporaciones, los CEO, las cúpulas militares y eclesiásticas, los “tomadores de decisiones”, y demás– actúan a corto plazo para su beneficio propio y conducen del cambio climático a la crisis climática y de esta a la catástrofe climática, sin ambigüedades. La eficiencia y la eficacia, la producción y el crecimiento son estrategias de corto plazo por parte de los sistemas vigentes de poder y control, que son el mejor producto acabado de toda la historia de la racionalidad y forma de vida que caracteriza a Occidente.

En contraste, una educación modo complejo reconoce que la educación es tan solo un componente esencial de un espectro más amplio y complejo. Más exactamente, la advertencia contra el optimismo conservador radica en el reconocimiento de que la educación contribuye a superar los retos de los seres humanos en escala onto y filogenética, pero que la educación por sí sola es insuficiente e incapaz. Además, es indispensable el concurso de otras ciencias, disciplinas, saberes y prácticas: de la política y de la economía, de las matemáticas y la literatura, de la música y de la sociología, en fin, de las tecnologías y las ciencias básicas, por ejemplo.

A los grandes en la historia de la humanidad el mundo les cabe en la cabeza; no ya simplemente autores, escuelas, herramientas y técnicas. Pues bien, una educación modo complejo consiste en la posibilidad de que el mundo le quepa en la cabeza a los estudiantes. Por esta razón, si bien entre comillas, hemos optado por llamarlos “aprendices de brujos” (en referencia, por ejemplo, a la antropología o, en el caso de la música, a esa obra de M. de Falla).

Que el mundo y el universo les quepa a los seres humanos en su cabeza significa que efectivamente podemos aprender –de la historia del mundo, de la historia de la naturaleza, de la historia del universo–. En esto consiste la verdadera complejidad de la educación. Dicho rápidamente, se trata de aprender de la etología, de la mirmecología, de la ecología, la biología de sistemas, de la astroquímica y la astronomía, de las matemáticas de sistemas discretos y la combinatoria, de las ciencias de la computación, en fin, también de la experiencia, siempre muy difícil del vivir con el otro como otro, y no un otro a imagen y semejanza nuestra.

Esta es una historia nueva, pero ya ha empezado. Podemos avanzar con optimismo y mente abierta.

3.9 Bibliografía

- Burke, P. (2012). *Historia social del conocimiento*. Vol. II. *De la Enciclopedia a la Wikipedia*. Barcelona: Paidós.
- Calvo, C. (2015). *Del mapa escolar al territorio educativo: Diseñando la escuela desde la educación*. La Serena: Ed. Universidad de La Serena.
- Christian, D. (2019). *La gran historia de todo*. Barcelona: Crítica.
- Dartnell, L. (2019). *Orígenes: Cómo la historia de la Tierra determina la historia de la humanidad*. Madrid: Debate.
- Freire, P. (2018). *Pedagogía del oprimido*. Ciudad de México: FCE.
- Illich, I. (2016). *La sociedad desescolarizada*. Bogotá: La Librería de la U.
- Maldonado, C. E. (2011). Matemática aplicada y herramientas de la complejidad. En Londoño, G., Vera, J. y Montealegre, M. (Eds.). *Memorias del I Seminario de Matemática Aplicada* (págs. 9-26). Neiva: Ed. Universidad Surcolombiana-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Maldonado, C. E. (2016). Metaheurísticas y resolución de problema complejos. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 16(33), 169-185.
- Maldonado, C. E. (2018a). Pensar y formular problemas en ciencia y en filosofía. En M. L. Eschenhagen, G. Vélez-Cuartas, C. Maldonado y G. Guerrero Pino. (Eds.). *Construcción de problemas de investigación: Diálogos entre el interior y el exterior* (págs. 49-65). Medellín: UPB-UdeA.
- Maldonado, C. E. (2018b). Metaheurísticas de investigación en complejidad. En M. L. Eschenhagen, G. Vélez-Cuartas, C. Maldonado y G. Guerrero Pino. (Eds.).

- Maldonado, C. E. (2019). *Educación e investigación en complejidad*. Managua: Ed. UNAN-Managua.
- Maldonado, C. E. (2019). Las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida. En Villegas, M., Caballero, L. y Vizvaya, E. (Coords.). *Biocomplejidad: Facetas y tendencias* (págs. 257-280). Ciudad de México: Copit-arXives.
- Construcción de problemas de investigación: Diálogos entre el interior y el exterior* (págs. 210-229). Medellín: UPB-UdeA.
- Mejía, M. R. (2019). *Acción social colectiva y pedagogía*. Bogotá: Magisterio.
- Ordine, N. (2015). *La utilidad de lo inútil*. Barcelona: Acantilado.
- Pagels, H. R. (1991). *Los sueños de la razón: El ordenador y los nuevos horizontes de las ciencias de la complejidad*. Barcelona: Gedisa.
- Stokes Brown, C. (2009). *Del big-bang a nuestros días*. Barcelona: Alba.
- Turok, N. (2015). *El universo está dentro de nosotros: Del cuanto al cosmos*. Barcelona: Plataforma Editorial.
- Wilson, E. O. (2012). *The Social Conquest of Earth*. New York-London: Liverlight Publishing Corporation.