



Entrevista realizada
por Juli Peretó

Evelyn Fox Keller

(Nueva York, 1936) es profesora de historia y filosofía de la ciencia, dentro del programa «Ciencia, Tecnología y Sociedad», del Massachusetts Institute of Technology (MIT) desde 1992. Su trayectoria profesional es de lo más variada y, como a ella le gusta reconocer, le debe mucho a la educación de calidad que recibió en el sistema escolar público neoyorquino. Hija de inmigrantes rusos de primera generación, estudió física teórica y se doctoró en 1963 por la Universidad de Harvard. Con posterioridad ha sido profesora de biología matemática en la Universidad de Maryland, de matemáticas y humanidades en la Universidad Northeastern, perteneció al Institute for Advanced Study de Princeton y ha sido profesora visitante de instituciones como el California Institute of Technology o el Instituto Max Planck de historia de la ciencia. Actualmente ocupa a tiempo parcial la cátedra Wilson de filosofía de la ciencia de la Universidad de Minnesota. Su experiencia investigadora y docente es muy amplia y difícil de encajar en los límites de las áreas de conocimiento convencionales. Se doctoró en física con un trabajo pionero en biología molecular y sus publicaciones posteriores en física teórica y biología matemática se vieron desbordadas por su interés creciente en la filosofía de la ciencia, erigiéndose muy pronto en un referente indiscutible de la crítica feminista. De su paso por la biología matemática se le reconoce los excelentes trabajos que realizó obteniendo ecuaciones matemáticas que describen el comportamiento de *Dictyostelium discoideum*, una humilde ameba unicelular que cuando aprieta el hambre se convierte en un espectacular organismo pluricelular que genera esporas a la espera de mejores tiempos. Sin embargo, empezó a ser conocida por el público, más allá de los especialistas, tras el éxito de su primer libro: *A Feeling for the Organism: The Life and Work of Barbara McClintock*, traducido a siete idiomas, entre ellos el español (Barcelona, Fontalba, 1984). Otras obras destacables de Fox Keller son *Reflections on Gender and Science* (también hay edición en español: València, Edicions Alfons el Magnànim-IVEI, 1991), *Keywords in Evolutionary Discourse* (Harvard University Press, 1992), *Refiguring Life: Metaphors of Twentieth Century Biology* (Columbia University Press, 1995), *The Century of the Gene* (versión española: Barcelona, Península, 2002) y su más reciente *Making Sense of Life: Explaining Biological Development with Models, Metaphors, and Machines* (Harvard University Press, 2002). Hace poco participó en el curso «1953-2003. Cincuenta años de exploraciones biológicas. Homenaje a Stanley L. Miller», organizado por la sede valenciana de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, y tuvimos la oportunidad de conversar con ella.

Se exagera la capacidad de los humanos para cambiar la naturaleza y, en particular, su propia naturaleza

J. P.: *En las diferentes crónicas sobre los orígenes y desarrollo de la biología molecular, sobre todo tras la segunda guerra mundial, siempre se subraya el hecho de que numerosos físicos volvieron su mirada hacia la biología. Este año en que se celebran los cincuenta años de la doble hélice se ha recordado que Francis Crick, por ejemplo, era físico de formación. También usted empezó sus estudios universitarios en física y luego su primera publicación científica fue en el prestigioso Journal of Molecular Biology. ¿Cómo empezó a interesarse por la biología?*

E. F. K.: Se trata de una historia personal que arranca de mis años de estudiante de doctorado en Harvard. Tuve muchas dificultades en aquella época. Yo me había enamorado literalmente de la física a la que veía como una disciplina pura, precisa, como el pensamiento definitivo. Me enamoré de la idea de llegar a ser física teórica en un campo en el que las mujeres raramente sobresalían. Yo pensaba en la ciencia como una aventura colectiva para trabajar por el bien de la humanidad. Hasta el final de mi licenciatura en 1957 en Brandeis todo fue bien. Pero el mundo se vino abajo cuando empecé el doctorado en Harvard. Nadie, ni los profesores ni los estudiantes, quería hablar conmigo. Éramos tres mujeres en un grupo de unos cien estudiantes y yo lo único que quería era estudiar física teórica. Todo el mundo me miraba de forma extraña porque en aquel momento no se concebía que una mujer pudiese estudiar física teórica. Pensé entonces en hacer alguna otra cosa. Quizás me había llegado la hora de decantarme por el estudio del psicoanálisis, que también me interesaba mucho. Aprovechando las vacaciones de verano de, creo recordar, 1960 me fui con mi hermano, que estaba haciendo un curso en el laboratorio de Cold Spring Harbor, en Long Island. Él disponía de una cama de sobra y yo me llevé una maleta repleta de libros de Freud. Fue en-

tonces cuando tuve la oportunidad de conocer a los principales protagonistas de los inicios de la biología molecular.

Que por aquel entonces estaba viviendo una verdadera edad de oro...

■ **Sí era auténticamente maravilloso.** Tenga en cuenta que yo era joven y provenía de la física, pero ¡aquel ambiente era tan diferente al de los físicos teóricos! Aquellos científicos se pasaban el día a mi alrededor y ¡me hablaban! Tuve la oportunidad de hacer algunos experimentos en el laboratorio de Max Delbrück. Con Matthew Meselson hice mis propios descubrimientos y mi primera publicación en biología molecular. Esto me facilitó titularme en Harvard con Walter Gilbert como director. Volví a mi interés por la física teórica y también empecé a trabajar en biología matemática. En los años setenta me implicué de lleno en un programa interdisciplinar en el que explicaba matemáticas y filosofía. De ese tiempo arranca también mi interés en la reflexión sobre género y ciencia. Fue una época muy radical y la más divertida de mi vida, en la que me sumergí en la literatura, la antropología y la filosofía.

Usted es muy conocida como biógrafa de Barbara McClintock, ¿se encontró usted con ella en su primera estancia en el laboratorio de Cold Spring Harbor?

■ **Aquel verano** en Cold Spring Harbor la vi, sí, pero no hablé con ella. Barbara McClintock era muy excéntrica, muy remota, una mujer totalmente sola. Piense que yo trataba de ser una mujer científica y McClintock era toda una lección de lo que me podía suceder. Parecía como si una mujer sólo pudiese tener éxito en ciencia si lo sacrificaba todo en su vida. Me exponía a estar aislada y acabar sola como ella. Y, francamente, esto era lo último que quería oír.

Pero usted pensó que las cosas podían ser de otra forma, se rebeló...



Yo pensaba en la ciencia como una aventura colectiva para trabajar por el bien de la humanidad.

■ **Así es.** A mí me aterrorizaba el aislamiento. Por eso lo pasé tan mal en Harvard y por eso no tuve un especial interés en hablar con Barbara McClintock aquella vez. Pero ella se cruzó en mi vida tiempo después. Años más tarde me encontraba de lleno trabajando las ideas y reflexiones sobre género y ciencia y realizaba una actividad feminista muy intensa. Escribía mucho sobre teoría feminista. Un día me fui con unos amigos al cine y vimos una película que se basaba en la vida de la directora de orquesta Antonia Brico. Y cuando volvíamos a casa me pregunté por qué nadie habría hecho una película sobre una mujer científica. De hecho hay narraciones literarias sobre mujeres científicas, pero no películas... Esa noche sonó el teléfono de casa y un desconocido, que había leído un artículo mío donde contaba mi experiencia desagradable en Harvard, me espetó: «¿por qué no escribe usted sobre Barbara McClintock?». Me decidí a escribir un artículo con el único propósito de llamar la atención para que se hiciera una película sobre McClintock. Un año después recibía la llamada de alguien que se había dirigido a Barbara McClintock con esta intención y ella le había replicado: «Hable usted con Evelyn Fox Keller porque ella tuvo la idea primero». Está claro que McClintock no tenía ningún interés en lo de la película pero yo me sentí obligada a hablar con ella. En mi primera visita a su despacho fue ella la que me estuvo interrogando durante horas. Luego fueron años de esfuerzo, entrevistas y un estudio muy duro de la genética abstrusa que hacía McClintock con el maíz, hasta que finalmente apareció el libro pocos meses antes de que ella recibiese el premio Nobel. Cerré el círculo volviendo sobre mis reflexiones de género y ciencia y publicando un libro que precisamente se tradujo al español en Valencia. En el último capítulo de ese li-

bro resumo mi experiencia intelectual como biógrafa de Barbara McClintock.

Volviendo al caso de los físicos que se interesan por lo biológico, John Maynard Smith ha dicho que es importante que los físicos entren en biología pero dándose cuenta que pisan un territorio extraño donde son fundamentales conceptos poco habituales para ellos como el de adaptación. Un caso muy claro lo tenemos en Erwin Schrödinger, uno de los padres de la mecánica cuántica, que en 1944 publicó su celebrado libro ¿Qué es la vida? Linus Pauling se lamentaba que cuando Schrödinger invocaba en su libro la necesidad de nuevas leyes físicas para abordar el problema de la estabilidad del mensaje genético, él ya había establecido las bases de la explicación química de esta estabilidad y de la especificidad biológica a escala molecular. ¿Está de acuerdo con que el punto de vista de la física suele ignorar por un lado la naturaleza histórica de los seres vivos y por otro su naturaleza química?

■ **Estoy totalmente de acuerdo.** Schrödinger vio las cosas como las vio pero hizo que la atención se centrara en la naturaleza digital de la información y su idea de la existencia de un código fue realmente profética. Según han reconocido algunos de los protagonistas de la historia, su libro fue una inspiración para los jóvenes investigadores y los impulsó a perseguir la estructura molecular de los genes. Ahora, dicho esto, resulta sorprendente la poca resistencia que han ofrecido los químicos a la versión de la célula dada por los físicos. Schrödinger fue a buscar la respuesta a su gran pregunta a la mecánica cuántica, a través de la confusión que le producía un modelo de estructura de genes propuesto en 1935 por otro físico, Max Delbrück, y sus colaboradores. Pero la clave no se encontraba allí. El modelo de Delbrück falló y la respuesta de Schrödinger también. Luego, el descubrimiento de las secuencias de los áci-

dos nucleicos y de la información en las secuencias centró tanto la atención de casi todo el mundo que la naturaleza química de la especificidad quedó totalmente relegada. Este énfasis fue tan absorbente que no sé muy bien por qué los bioquímicos no protestaron más. La especificidad del enlace químico y toda la acción que hay detrás del reconocimiento específico en la unión entre proteínas simplemente se desvaneció.

A diferencia del «siglo XX corto» de Eric Hobsbawm, en su libro The Century of the Gene usted propone que hay un «siglo exacto» de la genética y reflexiona sobre la utilidad del concepto de gen, cómo ha ido cambiando al lo largo del siglo XX y cómo considera, en cierto modo, que es una noción superada por el avance del conocimiento biológico. Algo así como que ya no será tan útil hablar de genes en el siglo XXI. Ha tenido que defenderse de numerosas críticas, sobre todo de biólogos moleculares.

■ **Sí** y lo que creo es que no se me ha entendido del todo. Me parece que hay que matizar hasta qué punto las estrategias reduccionistas y holistas son útiles en la biología contemporánea. Mire, estoy convencida de que vivimos un momento maravilloso, de aquellos que hay tan pocos, cuando el éxito nos da lecciones de humildad. Ha pasado un siglo exacto desde que se redescubrieron las leyes de Mendel en 1900 y se anunció en 2000 que se disponía del primer borrador del genoma humano. De forma muy entusiasta se nos anuncia un montón de beneficios de la genómica y, sin embargo, creo que el mayor de todos ellos es esta humildad: hace cincuenta años que llevamos diciendo que hemos encontrado el «secreto de la vida» —y lo hemos escuchado repetidamente este año recordando el descubrimiento de la doble hélice de DNA por James Watson y Francis Crick. Estábamos convencidos que si aprendíamos a leer el mensaje del DNA, comprenderíamos

el «programa» que hace que un organismo sea como es. Que en las secuencias de nucleótidos encontraríamos la explicación de la vida. Y nos maravillábamos pensando lo sencilla que parecía la respuesta. Ahora más que la simplicidad de los «secretos» de la vida aquello que nos deja atónitos es su complejidad. El reduccionismo genético ha sido una estrategia de una utilidad enorme en la investigación científica y aún lo sigue siendo. Lo que yo sostengo en mi libro es que el concepto de gen ha alcanzado los límites de su productividad. O sea, hablar de genes ha llegado al límite de su utilidad, cosa que puede generar confusión en los legos y falta de imaginación en los científicos. Estoy totalmente convencida de que el concepto de gen como unidad de herencia nos ha llevado a resultados maravillosos, a análisis espectaculares, como también estoy absolutamente convencida de que, con todo, no vamos a renunciar al concepto de gen, a pesar de su extrema simplicidad, precisamente porque hay muchísimo interés y esfuerzo invertido para mantener esta historia simplista.

Usted sostiene en ese libro que precisamente para superar esta limitación, digamos lingüística y conceptual, necesitamos ir más allá en los métodos y los marcos teóricos para manejar la ingente cantidad de información que nos suministra la genómica.

■ **Sucede que las bases de datos** derivadas de la genómica van a ser cada vez más importantes y útiles sólo en la medida que apreciemos los niveles superiores de interacciones, en la medida que comprendamos las diferentes maneras como las secuencias pueden participar en el curso de la vida de una célula. En definitiva, en función de que podamos alcanzar a entender la dinámica global de los sistemas biológicos e ir más allá de la simple reconstrucción del todo a partir de las partes y sepamos introducir un tema central



de la biología evolutiva: la construcción histórica de las partes y los todos. Para ello no sólo necesitamos marcos teóricos adecuados para la biología sino también construir referencias lingüísticas apropiadas. ¿Quiere que le llamemos a todo esto biología de sistemas? Este nombre nos puede servir pero lo que está claro es que la biología molecular postgenómica nos lleva a un tiempo muy apasionante.

Algunos autores, entre los que se encuentran Francis Fukuyama o Jürgen Habermas, han advertido que los avances en biotecnología, a medida que nuestro conocimiento de la genómica humana y de la capacidad de intervención aumentan, pueden suponer una seria amenaza para el futuro de la naturaleza humana.

■ **Asistí hace poco a un congreso** de genómica y en la conferencia inaugural Charles Cantor, uno de los organizadores, aseguró que nos encontramos muy cerca de ser capaces de manipular el genoma de cualquier forma que deseemos para producir cualquier personalidad. Incluso en el caso de que podamos alterar la naturaleza humana en cualquier modo que queramos, ¿cuáles serían los efectos de esta acción? Todo esto me resulta tan chocante... En primer lugar, es cierto que la capacidad de alterar el genoma se ha incrementado de forma espectacular. Pero para intervenir de forma razonable sobre el genoma y alterar nuestra naturaleza hay una cuestión previa completamente diferente, a saber, qué parte o partes de nuestro genoma tienen que ver con la naturaleza humana, con la personalidad. Desde luego, detrás de esto hay una concepción que presupone que la naturaleza humana está escrita en el genoma. Primero me pregunto qué entendemos por naturaleza humana. Para mí una de las características definitorias del ser humano, algo en lo que creo que mucha gente estaría de acuerdo, es nuestra capacidad para la sociabilidad, para la interacción social. Y, por tanto, nuestra

dependencia de los marcos culturales. Otra característica de la naturaleza humana es la plasticidad de nuestro sistema nervioso, que por lo que sabemos hoy es notablemente plástico. Quizás esta plasticidad está escrita en nuestros genes así como la sociabilidad puede que esté escrita en el DNA. Más probablemente ambas estén inscritas en la dinámica genómica global. Pero lo que es seguro es que son heredables, heredamos esta forma de ser sociales. Veo, no obstante, una inflación de ansiedad, una exageración en la capacidad de los humanos para cambiar la naturaleza y, en particular, su propia naturaleza. Hace veinticinco años que hablamos de terapia génica, algo técnicamente mucho más simple, pero todavía no la tenemos aquí... La clonación tardará todavía mucho más. Para mí hay cambios en el mundo mucho más alarmantes y que no se derivan de la genética. La situación política y económica en el tercer mundo, la superpoblación, la contaminación, el calentamiento global, la velocidad con que desaparecen los arrecifes de coral. O cosas todavía más rápidas: los cambios ocurridos en África durante el pasado siglo con los procesos de colonización y descolonización que han llevado en algunos lugares a hacer normal que los niños se preparen para matar. Esto me parece una transformación de la naturaleza humana muy preocupante y que no tiene nada que ver con la intervención genética.

¿No le parece que muchos científicos sociales arrastran un déficit en conocimiento de biología evolutiva?

■ **Los científicos sociales** son víctimas de esa división artificial entre biología y cultura, entre genes y ambiente. Como también lo son los científicos cuando aplican el reduccionismo genético. No tiene ningún sentido hablar de cultura si no tenemos los seres humanos biológicos que la producen. Es esta dicotomía la que no tiene sentido. Me parece

Hay cambios en el mundo mucho más alarmantes y no se derivan de la genética.

que los científicos sociales deberían saber más biología y conocer mejor procesos como el de la selección natural. Pero también creo que los sociobiólogos y los psicólogos evolutivos deberían saber mucha más genética y aprender más de los desarrollos más recientes en biología evolutiva. Por ejemplo, la importancia de la herencia epigenética y los diferentes niveles a los que puede actuar la selección natural. Esto está completamente ausente de los discursos extremadamente reduccionistas. Pienso que todo el mundo debería aprender más biología.

Su libro Making Sense of Life lo inicia con un bello capítulo sobre los intentos de fabricar vida en el laboratorio por científicos como Stéphan Leduc o Alfonso Herrera, hace un siglo. Era una época en la que había una aceptación general de la continuidad entre lo inerte y lo vivo, y la creencia que la base de la vida era la organización llevó a estos autores a la producción de formas que imitaban las células y los organismos. Usted afirma que se guiaban por la igualdad entre construcción y comprensión. ¿Es todavía válida la vía de comprender la vida a través de su síntesis?

■ **Bueno, eso depende** de lo que entendamos por «comprender». Creo que mucha gente sólo necesita construir algo para pensar y estar convencida de que lo entienden. Es decir, lo entienden en la medida en que lo saben construir. Y esta forma de pensar resulta muy familiar en biología, puesto que es una ciencia sumamente pragmática. Fue, como usted acaba de comentar, muy común a principios del siglo XX, ligado a la idea de entender qué es la vida, como lo fue años más tarde en la biología del desarrollo, especialmente en su fase molecular y genética. La afirmación «tengo una explicación de un fenómeno cuando puedo hacer una réplica en el laboratorio» representa una noción muy pragmática de la comprensión. De todos modos cuando me formula usted la pregunta está partiendo de una

noción de comprensión diferente a *construcción*, puesto que afirma que la construcción nos llevará a la comprensión. Yo, sin embargo, digo que la comprensión es la construcción. El caso es que en otras partes de mi libro traté de mostrar, intentando no tomar partido, que hay una gran diversidad de formas de comprensión. El mejor ejemplo histórico que hay de la separación entre culturas epistemológicas lo tenemos entre las ciencias matemáticas y las ciencias de la vida. De ahí mi enorme interés por la historia de la biología matemática, porque realmente nos muestra cómo hay gente que ignora que *explicación* puede tener diferentes significados para otras personas, lo que hace que vivan en mundos diferentes. Ahora, con los modelos computacionales, estamos empezando a ver lo que parece una conversión y una transformación de culturas.

Y hablando de síntesis de vida, me gustaría que me dijese qué piensa del proyecto de Craig Venter y Hamilton Smith de sintetizar un genoma artificial, a partir de las informaciones recogidas de los estudios teóricos y experimentales de genómica comparada de microorganismos, que permitirán llegar al concepto de genoma mínimo.

■ **Ah, no me pregunte sobre eso...** La verdad, estoy muy preocupada con ese proyecto. Me parece extraordinariamente irresponsable. Bueno, permítame que matice. Desde el punto de vista teórico el concepto de genoma mínimo para la vida es de lo más apasionante, saber qué se necesita como mínimo para tener una célula viva. Lo cual en sí es muy interesante porque de la misma manera que no hay una única definición de vida, lo que sea el genoma mínimo dependerá de lo que le demandemos al organismo que lo contenga, qué queremos que haga. En el caso del genoma de *Buchnera*, del genoma de esas pequeñas bacterias endosimbiontes de los pulgones estudiado por científicos de la Universitat de València, una cuestión muy importante pendiente



de resolver sería precisamente hasta qué punto fue hábil la bacteria para hacer uso del genoma del pulgón para sobrevivir.

Ahora, lo que realmente me preocupa y me pone nerviosa es el riesgo que supone el hacer cada día más fácil la ingeniería genética. De hecho mi principal preocupación en el futuro del mundo es que la tecnología para construir genomas virales pequeños, para los cuales los humanos puede que no tengamos ninguna protección, está haciéndose tan accesible que se podría llegar a hacer en cualquier parte, en la cocina, en el garaje. Lo que Venter está haciendo es desarrollar y hacer avanzar la tecnología para conseguir esto.

Sí, esto es totalmente cierto y hace poco más de un año la revista Science publicó el trabajo de un laboratorio que había sintetizado un virus de la polio a partir de la información teórica accesible en Internet. La tecnología necesaria ya está aquí. Pero quisiera que comentase qué le pareció la reacción de un grupo de estudios bioéticos de EE.UU. que consideraron que el proyecto de Venter, acusándolo de reduccionista, era una amenaza a aquellas ideas de vida que ven en ella algo más que pura física y química.

■ **En primer lugar**, veo que estos críticos, como mucha gente, confundieron reduccionismo con materialismo. Y, en segundo lugar, me parece un argumento tremendamente curioso. Si ellos tienen razón y la vida es algo más que física y química, a qué viene preocuparse: Venter fracasaría estrepitosamente [la conversación se interrumpe un momento por las sonoras carcajadas que acompañan a esta afirmación]. Aquí se da el mismo caso que con las críticas a los organismos genéticamente modificados, los transgénicos. La crítica más dura se fundamenta en un argumento reduccionista que, a su vez, los principales opositores, los ecologistas, repudian. Detrás de todo ello hay una creencia poco fundada en el poder omnímodo del gen.



Lo que realmente me preocupa es el riesgo de hacer cada día más fácil la ingeniería genética.