

2022

Filosofía de la ciencia causal



Eduardo Ochoa Hernández
Nicolás Zamudio Hernández
Lizbeth Guadalupe Villalon Magallan
Pedro Gallegos Facio
Gladys Juárez Cisneros
Gerardo Sánchez Fernández
Abraham Zamudio Durán
Estrada López Brittany Dayan
Salomon Eduardo Borjas García
Rogelio Ochoa Barragán



ISBN: 978-607-8416-22-6



Filosofía de la ciencia causal

Autores:

Eduardo Ochoa Hernández
Nicolás Zamudio Hernández
Lizbeth Guadalupe Villalon Magallan
Pedro Gallegos Facio
Gladys Juárez Cisneros
Gerardo Sánchez Fernández
Abraham Zamudio Durán
Estrada López Brittany Dayan
Salomon Eduardo Borjas García
Rogelio Ochoa Barragán

ISBN: 978-607-8416-22-6

Morelia. Michoacán. 6 de abril de 2022



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Coordinación de Innovación Educativa CIE/QFB

PRESENTA:

Filosofía de la ciencia causal

Autores:

Eduardo Ochoa Hernández
Nicolás Zamudio Hernández
Lizbeth Guadalupe Villalon Magallan
Pedro Gallegos Facio
Gladys Juárez Cisneros
Gerardo Sánchez Fernández
Abraham Zamudio Durán
Estrada López Brittany Dayan
Salomon Eduardo Borjas García
Rogelio Ochoa Barragán

Título original de la obra:

Ochoa H. E., *et al.* (2022) **Filosofía de la ciencia causal**. Morelia: UMSNH-CIE

Copyright © 2022

Tzintzuntán No. 173 Col. Matamoros C.P. 58240, Edificio E planta alta Morelia, Michoacán. México. MX

Teléfono (443) 3-14-28-09. Email: ehqfb@yahoo.com.mx

ISBN: 978-607-8416-22-6



Programa: Profesor escritor.

Esta obra fue publicada originalmente en Internet bajo la categoría de contenido abierto sobre la URL: <https://libertadacademica.com/Licenciatura2020/elements/OpenOnlineCourse.html> mismo título y versión de contenido digital. Este es un trabajo de autoría publicado sobre Internet Copyright © 2022 por la CIE/UMSNH protegido por las leyes de derechos de propiedad de los Estados Unidos Mexicanos. No puede ser reproducido, copiado, publicado, prestado a otras personas o entidades sin el permiso explícito por escrito del CIE o por los Autores.



Directorio

Dr. Raúl Cárdenas Navarro
Rector

L.E. Pedro Mata Vázquez
Secretario General

Dr. Orépani García Rodríguez
Secretario Académico

ME en M.F. Silvia Hernández Capi
Secretaria Administrativa

Dr. Juan Carlos Gómez Revuelta
Secretario Auxiliar

Dr. Rodrigo Gómez Monge
Tesorero

Dr. Héctor Pérez Pintor
Difusión Cultural y Extensión Universitaria

Lic. Luis Fernando Rodríguez Vera
Abogado General

Mtro. Rodrigo Tavera Ochoa
Contralor

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias
Coordinador de la Investigación Científica

Contenido

Módulo 1. La educación escolar frente a su práctica pseudocientífica: impostores de la ciencia

1.1 La humildad frente a lo desconocido	1
1.2 La pseudociencia en la ciencia escolar	3
1.3 Ciencia: una definición aproximada	4
1.4 Ciencia versus sentido común	5
1.5 Ciencia versus pseudociencia: señales de advertencia	9
1.6 Crisis de humildad intelectual, el gran desafío del científico	15
1.7 Formar científicos	16

Módulo 2. Formar el instinto científico

2.1 La ciencia	19
2.2 De la confusión a la satisfacción	27
2.3 Quién es el científico, por Sócrates	30
2.4 El instinto de la verdad	31
2.5 Un científico universitario en expansión	38

Módulo 3. Negacionistas

3.1 Los científicos	43
3.2 Algunos insisten en que la “Tierra es plana” en la universidad	45
3.3 Aprenda los modos de conocer imaginativo de la mejor ciencia moderna	46
3.4 Agenciar los modos científicos de conocer: el deber del universitario	47
3.5 El profesor de ciencias	51

Módulo 4. Predictibilidad versus tecnología

4.1 Aprender matemáticas, es aprender nuevos modos de “ver”	58
4.2 La crítica como sinónimo de vitalidad cultural	62
4.2.1 La alegoría	64
4.2.2 Los científicos	65
4.2.3 ¿cómo sabemos que algo es objetivo?	66
4.3 ¿Cómo piensa la gente?	69
4.4 Teoría y credibilidad	71
4.4.1 Darse la mano empiristas y teóricos	74
4.5 La lógica de la biología moderna	86
4.5.1. Causalidad en términos de probabilidad subjetiva	86
4.5.2 Ejemplo, filosofía de la nanobiología	89
4.5.2.1 Fundamento de la biología moderna	89
4.5.2.2 Nanobiología	93
4.6 Hacer preguntas correctas	100

Módulo 5. La conciencia emerge de la materia física

5.1 Percepción	112
5.2 Holismo	117
5.3 No conocer (ignorancia) y no reconocer (ignorar)	118
5.3.1 Las muchas caras de la ignorancia	119
5.4 Pensar matemáticas, el ensayar el arte de la razón	125
5.6 Revelaciones	129
5.7 Ampliar el intelecto	130
5.8 El fetichismo metodológico de los políticos	132
5.9 La ontología	137

Módulo 6. Vida racional-deliberativa: el intelectual

6.1 Deliberación	148
6.2 Racionalidad individual	150
6.3 Razón desconectada e intelecto comprometido	151
6.4 Racionalidad analítica y desempeño intuitivo-espontáneo	152
6.5 Observador aislado y deliberador comprometido colectivamente	153
6.6 Maestro omnipotente	153
6.7 El papel de Phronesis	154
6.8 Desde la actitud de planificar	155
6.8.1 Razón calculadora	157
6.8.2 Proyecto categórico atravesando contingencias	160
6.9 John Rawls	165
6.10 Realización de la deliberación	167
6.11 Teorizar e intelectualizar la deliberación	169
6.12 El deliberante como autor práctico	174
6.13 Profundidad y superficie	179
Referencias	181

Módulo 1. La educación escolar frente a su práctica pseudocientífica: impostores de la ciencia

1.1 La humildad frente a lo desconocido

La habilidad en la humildad para reconocer, flexibilizar y cambiar nuestras ideas, es la fortaleza clave en la actividad científica¹. En muchos dominios de la profesión, el científico escolar universitario sigue luchando con el problema de distinguir las prácticas científicas de las pseudocientíficas. Revisando la evidencia de la brecha científico-profesional escolar. Específicamente, delineamos los principios básicos del pensamiento científico, delineamos los errores cognitivos generalizados que pueden contribuir a la creencia en prácticas pseudocientíficas dentro de lo escolar y profesional, proporcionamos una lista de 10 señales clave de advertencia de la pseudociencia, y ofrecemos 10 recetas fáciles de usar, diseñadas para fomentar el pensamiento científico entre los profesionales e investigadores de la ciencia escolar. Sostenemos que el pensamiento científico, aunque falible, es en última instancia la mejor protección de los científicos escolares contra una serie de errores de pensamiento.

Las preocupaciones sobre la amplia brecha entre la ciencia y la práctica, incluida la ciencia escolar, son omnipresentes y de larga data², en las universidades poco desarrolladas no se considera el pensamiento científico en lo escolar³. Esta brecha científico-profesional, como se le ha llegado a llamar⁴, está marcada por una notable disyunción entre la evidencia científica sobre las mejores prácticas de disertación, evaluación y tratamiento disponibles, por un lado, y lo que los practicantes realmente hacen en sus prácticas rutinarias, por otro. El término popular, "brecha científico-profesional", puede implicar, engañosamente en nuestra opinión, que uno es necesariamente un científico o un practicante, no ambos. Por el contrario, como en la clínica, podemos distinguir entre dos dimensiones conceptualmente independientes en lo escolar: ciencia *versus* no ciencia, por un lado, e investigación y práctica, por el otro⁵. Esta doble distinción da como resultado cuatro cuadrantes. Uno puede ser un investigador científico, un investigador no científico, un practicante científico o un practicante no científico. Esta distinción subraya un punto crucial. El concepto de

practicante científico no es un oxímoron, porque incluso los escolares que no realizan investigaciones pueden actuar como científicos en el ámbito del diagnóstico. Es decir, pueden aportar un pensamiento científico riguroso para evaluar los problemas de comportamiento, pensamiento y de aprendizaje de los escolares. Además, pueden ser consumidores activos y perspicaces de la literatura de investigación en lo escolar y funcionar como académicos-practicantes⁶ que continuamente se esfuerzan por basar sus prácticas en la mejor evidencia de investigación disponible. Junto con sus colegas científicos, algunos escolares y profesionales de la salud aliados han pedido un aumento en la confianza en las prácticas basadas en la evidencia, disertación y diseño experimental para ayudar a cerrar la brecha científico-profesional⁷. Los científicos escolares eficaces deben aprender no solo a administrar intervenciones basadas en la evidencia, sino también a convertirse en consumidores reflexivos y perspicaces de la evidencia de la investigación más rigurosa y práctica de la disertación en lo escolar, No es suficiente leer la literatura o asistir a seminarios de educación continua o en servicio. Debe leer y escuchar con atención. El hecho de que un artículo se publique en una revista revisada por pares no significa que la ciencia sea precisa o necesariamente sólida⁸. Dicho en términos ligeramente diferentes, todos los escolares, independientemente del entorno en el que operen, necesitan desarrollar y mantener un conjunto de habilidades que les permita distinguir las prácticas basadas en evidencia de las no basadas en evidencia.

A pesar de la importancia crucial de este conjunto de habilidades intelectuales, algunos dominios de lo escolar, siguen caracterizados por técnicas populares pero poco respaldadas. De hecho, el problema de las afirmaciones cuestionables y no validadas en lo escolar, como la ciencia educativa, no es nuevo. Tres ejemplos de afirmaciones populares pero sin fundamento sobre niños excepcionales: (a) un estudio publicado que pretendía demostrar aumentos notables en el coeficiente intelectual (de 35 puntos o más) siguiendo prácticas de enseñanza especiales (pero descritas de manera inadecuada), mostró que se basaba en afirmaciones totalmente infundadas⁹; y (b) afirmaciones asombrosas de la efectividad del "patrón psicomotor", un tratamiento neurológico para la tartamudez, problemas de lectura, parálisis cerebral y otras discapacidades que requieren que los niños realicen movimientos extraños para recapitular el desarrollo de su sistema nervioso, pero eso es basado en una investigación fatalmente defectuosa¹⁰. La ignorancia de los estándares válidos de evidencia empírica y una voluntad obstinada de creer que se había encontrado una

panacea, se combinaron para desviar energías preciosas y recursos financieros hacia callejones esencialmente sin salida.

1.2 La pseudociencia en la ciencia escolar

Como sugiere, un número sustancial de científicos escolares parece no basar sus prácticas en ciencia sólida. Este hecho parece ser especialmente cierto en el ámbito de la evaluación de datos, teorías y conceptos. Además, existen amplias razones para el malestar con respecto al uso de prácticas cuestionables e incluso pseudocientíficas en la ciencia escolar. Pero, ¿qué es la pseudociencia? la pseudociencia es una ciencia “falsa” o “fingida” que “no se caracteriza por estudios cuidadosamente controlados que den como resultado un conocimiento públicamente verificable¹¹. En términos algo diferentes, podemos pensar en las prácticas pseudocientíficas como aquellas que poseen la apariencia superficial de la ciencia pero carecen de su sustancia¹². En otras palabras, son impostores de la ciencia, aunque sus defensores rara vez son charlatanes deliberados o conscientes. Por definición, las prácticas pseudocientíficas carecen de un apoyo empírico-teórico adecuado para respaldar sus extravagantes afirmaciones. En algunos casos, incluso pueden causar daño¹³. Vale la pena señalar que las prácticas pseudocientíficas no son necesariamente completamente inválidas o ineficaces, pero las afirmaciones asociadas con estas prácticas superan en gran medida la evidencia científica disponible. De hecho, una amplia gama de estrategias populares de evaluación e intervención pseudocientíficas son relevantes para la ciencia escolar, incluidas las técnicas asociadas con trastornos del aprendizaje y problemas de conducta.

Mitos generalizados en la ciencia escolar

La ciencia escolar también tiene muchos mitos: afirmaciones ampliamente aceptadas que no están respaldadas por pruebas convincentes. Los mitos prominentes de la ciencia escolar, incluidos los conceptos erróneos sobre las discapacidades de lectura y matemáticas, la utilidad de la evaluación en la memoria, el tratamiento del trastorno por déficit de atención e hiperactividad y programas de prevención del suicidio¹⁴. A continuación, ofrecemos una muestra altamente selectiva (y lejos de ser exhaustiva) de una variedad de mitos relevantes para la ciencia escolar. Hay varias otras creencias populares pero poco respaldadas, como la supuesta efectividad de la comunicación

facilitada para el autismo, la noción de que ciertas personas tienen el "cerebro izquierdo" y otras "el cerebro derecho", y la afirmación de que hacer coincidir los estilos de aprendizaje de los estudiantes con los estilos de enseñanza de los profesores fomentan su aprendizaje, por ejemplo:

- Autoestima: muchos psicólogos asumen que la baja autoestima está muy relacionada con la inadaptación y el bajo rendimiento escolar, y muchas escuelas ofrecen programas diseñados para mejorar la autoestima. Sin embargo, los estudios muestran que, aunque la autoestima se correlaciona negativamente con la depresión, esta correlación es solo de magnitud modesta; además, la autoestima está mínimamente relacionada con el éxito interpersonal y el uso de sustancias¹⁵. Además, la mayoría de las investigaciones sugieren que, aunque la baja autoestima se correlaciona con un bajo rendimiento escolar, no está causalmente relacionada con ella¹⁶.

Sostenemos que la ciencia y el pensamiento científico son salvaguardas valiosas, de hecho esenciales, contra los encantos a menudo seductores de la pseudociencia. También pueden ayudarnos a identificar mitos y conceptos erróneos superficialmente convincentes pertinentes a la ciencia escolar. En segundo lugar, errores cognitivos generalizados que pueden impedir la evaluación precisa de las prácticas analíticas y pueden contribuir a la adopción de prácticas pseudocientíficas y la aceptación de conceptos erróneos, especialmente en la estadística.

1.3 Ciencia: una definición aproximada

Ya hemos ofrecido una definición en miniatura de pseudociencia. Pero, ¿qué es la ciencia? Los filósofos de la ciencia han debatido durante mucho tiempo la respuesta a esta pregunta engañosamente compleja. Aunque no pretendemos ofrecer una respuesta concluyente aquí, ofrecemos algunas pautas útiles. Sea lo que sea la ciencia, está claro lo que no es. La ciencia no es un conjunto de hechos y cifras acumulados, ni es un dispositivo monolítico de recopilación de la verdad que sea idéntico en diversas disciplinas. Aunque "el" método científico a menudo se introduce en las clases de biología, química o física de la escuela, como una técnica única para ayudarnos a comprender el estado de la naturaleza, cada disciplina científica está asociada con su propio conjunto de salvaguardas contra el error. Por lo tanto, el concepto de "el"

método científico es casi con seguridad un mito¹⁷ porque existen múltiples métodos científicos, cada uno diseñado para responder a diferentes tipos de preguntas. Diversos campos científicos, como la psicología, la química, la biología y la astrofísica, utilizan métodos muy diferentes para minimizar los errores y llegar a una aproximación más cercana a la verdad. Sin embargo, a pesar de sus marcadas diferencias superficiales, las metodologías científicas utilizadas por diferentes campos fuera y dentro de la ciencia comparten una característica clave: el compromiso de erradicar los errores en nuestra red de creencias¹⁸. En última instancia, como lo conciben la mayoría de los filósofos, el enfoque sistemático del conocimiento, más que las características del conocimiento per se, hace que una disciplina sea científica. Específicamente, como argumentó el físico ganador del premio Nobel Richard Feynman (1985), la esencia de la ciencia es hacer todo lo posible para demostrar que estamos equivocados. Como señaló Feynman, debemos esforzarnos continuamente por encontrar formas de someter nuestras creencias más preciadas a pruebas rigurosas y de cambiar de opinión cuando la evidencia nos obligue¹⁹. Como observó el astrónomo y escritor científico Carl Sagan, la ciencia es ante todo una forma de pensar, una mentalidad de duda junto con una mentalidad abierta a nuevas afirmaciones²⁰. Debemos lograr un equilibrio saludable entre la duda y la mentalidad abierta: este equilibrio es el enfoque que a menudo se denomina escepticismo. Escepticismo, en contraste para el cinismo, implica una voluntad de considerar afirmaciones novedosas, pero también una insistencia en la evidencia que las respalde. El cinismo está marcado por el desdén hacia afirmaciones nuevas y no comprobadas, y en muchos aspectos es tan problemático como la excesiva apertura mental²¹. En las elocuentes palabras de Sagan, la ciencia implica una mezcla de actitudes aparentemente contradictorias. Por un lado, requiere una apertura casi completa a todas las ideas, por extrañas y raras que suenen, una propensión a preguntarse ... Pero al mismo tiempo, la ciencia requiere el escepticismo más vigoroso e intransigente, porque la gran mayoría de las ideas son simplemente incorrectas, y la única forma de distinguir lo correcto de lo incorrecto, el trigo de la paja, es mediante el análisis y la experimentación crítica. Demasiada apertura y aceptación de todas las nociones, ideas e hipótesis, equivale a no saber nada. Demasiado escepticismo, especialmente el rechazo de nuevas ideas antes de que se prueben adecuadamente, y no solo está desagradablemente gruñón, sino que también está cerrado al avance de la ciencia. Lo que necesitamos es una combinación acertada.

1.4 Ciencia *versus* sentido común

En marcado contraste con los escritores que han argumentado que la ciencia es poco más que sentido común formalizado²², estamos del lado de aquellos quienes han sostenido que la esencia de la ciencia es el "sentido poco común"²³. Es decir, la ciencia no es natural, porque a menudo requiere que anulemos nuestras corazonadas e intuiciones sobre el mundo natural, incluido el mundo psicológico. Quizás lo más importante es que la ciencia es un potente antídoto contra el realismo ingenuo²⁴, la tentadora pero errónea suposición de que el mundo es exactamente como lo vemos.

Una gran cantidad de dichos en nuestro idioma atestiguan el dominio del realismo ingenuo en nuestro pensamiento cotidiano: "Ver para creer", "Lo creeré cuando lo vea", "Lo vi con mis propios ojos". De hecho, podría decirse que el realismo ingenuo es la fuente de muchas de las teorías científicas más espectacularmente equivocadas de la historia. Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, la gente asumió que la tierra era el centro del sistema solar, si no del universo, porque sus percepciones crudas y su realismo ingenuo les aseguraban que así era. Después de todo, cada día, aparentemente permanecemos plantados en tierra firme mientras el sol dibuja un gran arco alrededor del cielo desde el amanecer hasta el anochecer²⁵. Por tanto, desde una perspectiva fenomenológica, parece que estamos en el centro de las cosas, aunque esta perspectiva es, por supuesto, engañosa. De manera similar, cuando un científico escolar realiza una intervención para alterar el comportamiento problemático en el aula de un estudiante y observa una mejora después de esa intervención, puede asumir que la intervención fue responsable del cambio. Esa conclusión sería comprensible, ya que encaja con el realismo ingenuo: "Vi el cambio con mis propios ojos". Pero esta inferencia sería errónea, ya que refleja el error lógico de "post hoc, ergo propter hoc" (después de esto, por lo tanto por esto). Específicamente, la conclusión omite considerar una plétora de explicaciones rivales para la mejora, incluidos los cambios que ocurren naturalmente, regresión a la media (la tendencia de las puntuaciones extremas a volverse menos extremas después de volver a realizar la prueba), efectos placebo, (mejora resultante de la mera expectativa de mejora), interferencia de múltiples tratamientos (atribuir la mejora a un tratamiento específico cuando en realidad se debe a una intervención concurrente), efectos novedosos (la tendencia de los participantes a reaccionar de manera diferente a cualquier nueva intervención) y otros artefactos²⁶. En cambio, para evaluar si la intervención funcionó, los científicos escolares deben valerse de métodos científicos, como ensayos controlados aleatorios²⁷ y

diseños sistemáticos dentro de los sujetos²⁸, que ayudan a excluir la mayoría de estas fuentes de error. Por lo tanto, al menos algo de la renuencia a adoptar la práctica basada en la evidencia en la psicología escolar es comprensible, y refleja en gran medida una preferencia por el razonamiento intuitivo y de “sentido común” sobre el razonamiento científico. Sostenemos que la primera forma de razonamiento nos llega a todos de forma más natural y automática. El razonamiento científico, por el contrario, no es natural: debe aprenderse, practicarse y mantenerse como un hábito mental²⁹. De hecho, un trabajo reciente en psicología del desarrollo sugiere que los estudiantes muestran ciertos impedimentos profundamente arraigados al pensamiento científico, como una tendencia a inferir la teleología (es decir, el propósito) y la causalidad incluso cuando está ausente³⁰. En pocas palabras, el pensamiento científico no es una forma natural de conceptualizar el mundo. Por lo tanto, no es de extrañar que el pensamiento científico sea un desarrollo relativamente reciente en la historia de la humanidad, que se originó de forma incipiente en la antigua Grecia y que no emergió plenamente hasta la Ilustración europea a finales del siglo XVII. Visto desde esta perspectiva, la resistencia de algunos científicos escolares a los enfoques de evaluación y tratamiento basados en la evidencia no es muy sorprendente. La mayoría de nosotros nos inclinamos a confiar en nuestras intuiciones y observaciones informales, que tienden a ser personales, tangibles y subjetivamente inmediatas. Tienden a privilegiarlos sobre los hallazgos científicos, que tienden a ser impersonales, abstractos y subjetivamente distantes. Por lo tanto, cuando las intuiciones del científico escolar con respecto a la validez de una técnica de evaluación o la eficacia de una intervención empírica entran en conflicto fuertemente con evidencia científica bien replicada, a menudo pueden ponerse del lado de sus intuiciones. Sin embargo, la larga historia de errores en la medicina, la psicología y otras disciplinas nos enseña que las intuiciones, aunque ciertamente útiles en muchas circunstancias, son falibles³¹. Muchos historiadores de la medicina han argumentado que antes de aproximadamente 1890, la historia de la medicina fue en gran parte la historia del efecto placebo y que la mayoría de los procedimientos practicados por los médicos eran inútiles, dañinos o, en el mejor de los casos, no más útiles que un placebo. Durante siglos, los médicos "sabían", basándose en su experiencia clínica, que tratamientos como la formación de ampollas, las purgas y la hemorragia eran eficaces, aunque ahora reconocemos que este "conocimiento" estaba lamentablemente equivocado³². Aún así, vale la pena señalar que las intuiciones no son inútiles a pesar de su falibilidad. En particular, las intuiciones a veces pueden ser extremadamente útiles en lo que los filósofos de la ciencia a veces

denominan “contexto de descubrimiento³³”, es decir, generación de hipótesis. Por ejemplo, un científico escolar experimentado que tiene una fuerte corazonada de que un estudiante debe asegurarse en la mayoría de los casos de comprobar esta corazonada, teniendo en cuenta los peligros del sesgo de confirmación. Pero en el "contexto de la justificación", es decir, la prueba sistemática de hipótesis, una dependencia excesiva del pensamiento intuitivo puede ser peligrosa, incluso desastrosa. Esto se debe a que nuestras intuiciones, que se basan en un pensamiento asociativo rápido en lugar de un pensamiento analítico lento, generalmente no son adecuadas para abordar cuestiones científicas³⁴. Por ejemplo, el pensamiento intuitivo a "nivel instintivo" no suele estar orientado a descartar hipótesis rivales en entornos escolares. El mensaje de fondo aquí es no ignorar reflexivamente nuestras intuiciones, ya que nuestras corazonadas y observaciones subjetivas (a) a veces son correctas y (b) a veces pueden ser útiles para generar hipótesis fructíferas para luego ser probadas en investigaciones rigurosas. En cambio, debemos tratar nuestras intuiciones con saludable escepticismo y estar preparados para modificarlas o incluso descartarlas cuando la evidencia científica bien controlada las contradiga repetidamente. Además, los científicos escolares deben esforzarse continuamente por poner sus poderosas intuiciones a pruebas sistemáticas tanto en entornos clínicos como de investigación. En algunos casos, estas intuiciones resultarán precisas; en otros, resultarán erróneas. Solo los métodos científicos, salvaguardias contra el error, pueden decirnos en última instancia si nuestras intuiciones son correctas o incorrectas. Si la historia de la ciencia nos ha enseñado algo, es que la certeza subjetiva es una guía poco confiable para la veracidad de las afirmaciones científicas. Debemos escuchar nuestras intuiciones, pero no debemos dejarnos aprisionar por ellas, y mejor atender nuestros sesgos³⁵, suficientes para preocuparnos por ganar humildad intelectual:

Realismo ingenuo. Creencia de que el mundo es precisamente como lo vemos.

Sesgo de confirmación. Tendencia a buscar evidencia consistente con nuestras creencias y negar, descartar o distorsionar evidencia que no lo es.

Cierre prematuro. Llegar a una conclusión prematura antes de que la evidencia adecuada esté disponible.

Creencia de perseverancia. Tendencia a aferrarse a creencias a pesar de repetidas pruebas contradictorias.

Correlación ilusoria. Tendencia a percibir asociaciones estadísticas que están objetivamente ausentes.

Sesgo de retrospectiva. Error de percibir eventos como más predecibles después de que han ocurrido.

Pensamiento grupal. Preocupación por la unanimidad grupal que impide la evaluación crítica de un tema.

Dependencia excesiva de heurísticas. Tendencia a ubicar. Demasiado peso en los atajos mentales y las reglas empíricas.

Heurística de disponibilidad. Juzgar la probabilidad de un evento por la facilidad con la que viene a la mente.

Heurística de anclaje. Tendencia a ser indebidamente influenciado por la información inicial.

Heurística de afectación. Juzgar la validez de una idea por la reacción emocional que puede obtener en nosotros.

Heurística de representatividad. Juzgar la probabilidad de un evento por su similitud con un prototipo.

Descuido de la tasa base. Descuidar o ignorar la prevalencia de una característica en la población.

Sesgo punto ciego. Tendencia a vernos a nosotros mismos como inmunes a los sesgos a los que otros son propensos.

Desembalaje. Obtener toda la información de diagnóstico relevante sobre un individuo **Biasa agregada.** Asunción de que los datos grupales son irrelevantes para un individuo o cliente dado.

Búsqueda satisfactoria. Tendencia a finalizar la búsqueda de otras posibilidades de diagnóstico una vez que se ha llegado a una conclusión diagnóstica inicial.

Eclipsar diagnóstico. Tendencia dramática y sobresaliente, diagnóstico para llevar a los médicos a pasar por alto diagnósticos menos obvios (p. ej., discapacidad de aprendizaje).

Momento de diagnóstico. Tendencia a aceptar sin crítica diagnósticos previos del mismo individuo.

Error psicológico. Descuidar la posibilidad de que un problema de comportamiento sea médico, no psicológico, en origen.

Patología biasa. Tendencia a sobrepatologizar el comportamiento relativamente normativo.

1.5 Ciencia *versus* pseudociencia: señales de advertencia

Los errores cognitivos, pueden conducir a prácticas científicas escolares subóptimas; en algunos casos, pueden llevar a los científicos escolares a caer presa de afirmaciones pseudocientíficas. Como se señaló anteriormente, las pseudociencias pueden considerarse como disciplinas que muestran la apariencia superficial de la ciencia pero que carecen de su sustancia³⁶. A diferencia de muchas otras afirmaciones inverosímiles, pueden ser especialmente peligrosas porque a menudo parecen ser convincentes en la superficie. Como consecuencia, pueden engañar incluso a individuos altamente inteligentes y bien entrenados. Como ocurre con los errores cognitivos, la aceptación de afirmaciones pseudocientíficas rara vez se debe a una baja inteligencia general o una educación insuficiente. En cambio, todos podemos ser víctimas de afirmaciones pseudocientíficas a menos que seamos conscientes de sus características más comunes³⁷. Es casi seguro que la ciencia y la pseudociencia difieren entre sí en grado más que en especie, por lo que es poco probable que haya un único criterio necesario o suficiente para distinguir la ciencia de la pseudociencia. Sin embargo, podemos identificar varios indicadores útiles o "señales de advertencia" de la pseudociencia³⁸. Aunque ninguna de las señales de advertencia proporciona evidencia dispositiva de que una afirmación sea dudosa, mientras más señales de este tipo exhiba una afirmación, más escépticos deberíamos volvernó. Muchas afirmaciones dudosas en ciencia escolar, debemos señalar, incorporan varias señales de advertencia simultáneamente. Aquí delineamos diez señales de advertencia que deberían ser especialmente útiles para los psicólogos escolares para diferenciar las afirmaciones y prácticas científicas de las pseudocientíficas. Tales señales de advertencia pueden ser útiles para los científicos escolares cuando evalúan afirmaciones en los medios de comunicación, en Internet, en talleres, en la literatura revisada por pares e incluso en conversaciones con sus colegas. Junto con cada signo, que ayuda a ilustrarlo:

Indicador de pseudociencia:

- Falta de falsabilidad y uso excesivo de hipótesis ad hoc
- Falta de autocorrección.
- Énfasis en la confirmación.
- Evasión de la revisión por pares.
- Dependencia excesiva de pruebas testimoniales y anecdóticas.
- Ausencia de conectividad.

- Reclamaciones extraordinarias.
- Falacia *ad antequitem*.
- Uso del lenguaje hipertécnico.
- Ausencia de condiciones de contorno.

Señal de advertencia número uno: falta de falsabilidad y uso excesivo de hipótesis *ad hoc*. Según el filósofo de la ciencia Sir Karl Popper, la falsabilidad (la capacidad de refutar una teoría con evidencia) es una característica clave de la ciencia, mientras que la falta de falsabilidad es una característica clave de la pseudociencia³⁹. Popper criticó las teorías de la personalidad de Freud y Adler como no dotadas de falsabilidad, ya que eran consistentes con prácticamente cualquier conjunto de hallazgos observados. Como señaló Popper, esta teoría es prácticamente imposible de falsificar y, por lo tanto, no es científica. Una persona que aspire a convertirse en un poderoso líder mundial podría acomodarse dentro de la teoría, pero según Adler, también podría hacerlo una persona que se convierta en un alcohólico crónico; la última persona podría simplemente estar usando su forma de beber para persuadirse a sí mismo de que "si no me hubiera convertido en un bebedor empedernido, seguramente me habría convertido en una gran persona". Una teoría que explica todos los resultados concebibles, observó Popper de manera incisiva, en efecto no explica nada. Como consecuencia, no es científico. Las teorías científicas no solo deben anticipar ciertos resultados; deben excluir otros resultados. Las teorías pueden volverse esencialmente infalsabilidad por el uso excesivo de hipótesis *ad hoc*⁴⁰. Una hipótesis *ad hoc* es esencialmente una "vía de escape" o "escapatoria" que los investigadores pueden utilizar para explicar los hallazgos negativos, resultados que desafían sus hipótesis. Como consecuencia, puede invocar una o más hipótesis *ad hoc* para explicar estos hallazgos inesperados. Una o más de estas hipótesis *ad hoc* pueden incluso ser correctas. En algunos casos, las hipótesis *ad hoc* tienen un papel legítimo que desempeñar en la ciencia, especialmente cuando fortalecen el contenido de la teoría, el poder predictivo o ambos. Por el contrario, en las pseudociencias, las hipótesis *ad hoc* rara vez se fortalecen y, en cambio, se invocan típicamente como un medio desesperado para salvar las afirmaciones de todas las falsificaciones excepto las ciertas. El uso excesivo de hipótesis *ad hoc* puede hacer que las afirmaciones sean virtualmente imposibles de falsificar en la práctica, porque una acumulación de tales hipótesis puede en efecto servir como escudos protectores impenetrables contra hallazgos negativos. Como consecuencia, el uso excesivo de hipótesis *ad hoc* puede colocar afirmaciones fuera del alcance de las pruebas científicas.

Señal de advertencia dos: Falta de autocorrección a largo plazo, las afirmaciones científicas tienden gradualmente a autocorregirse, ya que los métodos científicos están diseñados para arraigar nuestros errores en nuestra red de creencias⁴¹. Por el contrario, las pseudociencias tienden a estancarse durante largos períodos de tiempo, y a menudo muestran escasos cambios ante la repetida evidencia contraria. Irónicamente, el estatus provisional de la ciencia, que a veces ha llevado a los estudiosos posmodernistas a cuestionarla, es una de sus principales fortalezas, porque el conocimiento científico aceptado siempre está abierto a revisión en espera de nuevos datos. Al mismo tiempo, algunos hallazgos científicos, están tan bien establecidos que podemos depositar una confianza sustancial en ellos, incluso cuando reconocemos que hay algunos aspectos remotos de posibilidad de que puedan ser anulados o revisados algún día. En general, los investigadores haciendo caso omiso de esta evidencia de investigación negativa, los defensores de los estilos de aprendizaje han establecido un mercado floreciente de herramientas de evaluación y medición⁴². Dada la gran cantidad de evidencia que contradice la hipótesis de emparejamiento de estilos de aprendizaje, los estudiantes y los maestros harían bien en recurrir a técnicas educativas basadas en investigaciones científicas más sólidas⁴³.

Señal de advertencia tres: énfasis en la confirmación. Como señalamos anteriormente, el sesgo de confirmación puede llevarnos a buscar evidencia que sea consistente con nuestras hipótesis e ignorar o reinterpretar selectivamente evidencia que no lo sea. Las ciencias incorporan salvaguardas sistemáticas contra el sesgo de confirmación, como diseños de control aleatorios; por el contrario, las pseudociencias tienden a burlar descaradamente tales salvaguardas. Además, en las pseudociencias, los resultados positivos generalmente reciben un peso considerablemente mayor que los resultados negativos; este énfasis en la confirmación más que en la refutación va en contra del principio de que la ciencia funciona mejor al someter las afirmaciones al riesgo de falsabilidad. Como escribió el filósofo de la ciencia Mario Bunge, el pseudocientífico, como el pescador, exagera su pesca y descuida sus fallas o las disculpa. Como es el caso de muchas afirmaciones cuestionables, afirman que se puede utilizar para tratar "todos los problemas de conducta". Para reforzar sus afirmaciones (y lo más relevante para la señal de advertencia actual de la pseudociencia), los creadores presentan numerosas citas y reseñas en su sitio web como evidencia de la efectividad de su programa. Sin

embargo, el sitio web no menciona la posibilidad de que no funcione para todos los casos.

Señal de advertencia cuatro: Evasión de la revisión por pares. Aunque el proceso de revisión por pares está lejos de ser perfecto⁴⁴ y no está libre de influencias o sesgos políticos, por lo general brinda al menos cierta protección contra la investigación de mala calidad. En el proceso de revisión por pares, los consejos editoriales de las revistas y los comités de revisión de subvenciones envían artículos y propuestas de subvenciones para que sean revisadas por varios, a menudo tres o más, académicos independientes (y generalmente anónimos). Mientras que las ciencias se basan en la revisión por pares como una salvaguardia parcial contra el error, muchas pseudociencias pasan desapercibidas en la revisión por pares, difundiendo y promoviendo afirmaciones antes de que hayan sido sometidas a un cuidadoso escrutinio por parte de los expertos.

Señal de advertencia cinco: Dependencia excesiva de la evidencia anecdótica y testimonial. Como han observado algunos estudiosos, el plural de anécdota no es un hecho. En otras palabras, múltiples piezas de evidencia anecdótica rara vez, si es que alguna vez, son suficientes para concluir que una afirmación es correcta. Esta conclusión es válida porque las anécdotas son (a) a menudo difíciles de verificar, (b) de representatividad poco clara o cuestionable, y (c) casi siempre vulnerables a múltiples explicaciones en competencia. La relación entre la evidencia anecdótica y la eficacia del tratamiento es típicamente asimétrica⁴⁵. Sin embargo, si uno escucha afirmaciones anecdóticas de la eficacia de un tratamiento por parte de los consumidores, no debe concluir que el tratamiento debe ser eficaz. Solo los estudios controlados que han sido replicados por académicos independientes pueden permitirle llegar a esta conclusión.

Señal de advertencia seis: Ausencia de conectividad. Keith Stanovich definió la “conectividad” como la medida en que las afirmaciones se basan en otras afirmaciones o se “conectan con ellas⁴⁶”. Las ciencias desarrolladas tienden a mostrar un carácter acumulativo, con afirmaciones novedosas basadas en hallazgos bien establecidos. En contraste, las pseudociencias a menudo carecen de conectividad con otros conocimientos, pretendiendo construir paradigmas completamente nuevos de la nada. Por supuesto, en casos raros, en la ciencia surgen paradigmas completamente nuevos que derrocan el conocimiento existente, un fenómeno que Kuhn denominó como

"ciencia revolucionaria". Sin embargo, estos éxitos espectaculares son muy pocos y distantes entre sí, y están acompañados de evidencia especialmente persuasiva de que el nuevo paradigma puede predecir hallazgos que los paradigmas anteriores no pueden. Ejemplo: Los defensores de la idea de que algunos individuos son de "cerebro izquierdo" mientras que otros tienen "cerebro derecho" se basan en hallazgos científicos legítimos que indican que los dos hemisferios a menudo difieren algo en sus estilos cognitivos⁴⁷. Sin embargo, estos defensores ignoran el considerable corpus de investigaciones que muestran que ambos hemisferios están en interacción virtualmente continua y no habitan en "mundos" psicológicos separados⁴⁸. También ignoran la evidencia de que los dos hemisferios son mucho más similares que diferentes en su procesamiento de información.

Señal de advertencia siete: Reclamaciones extraordinarias. Como argumentaron Marcello Truzzi⁴⁹ y más tarde Sagan, las reclamaciones extraordinarias requieren evidencia extraordinaria. Es decir, si uno presenta una afirmación que va en contra de prácticamente todo el conocimiento existente, debe proporcionar evidencia especialmente convincente para esta afirmación. Este principio encaja con los principios básicos del pensamiento bayesiano, un enfoque que incorpora la plausibilidad *a priori* de las afirmaciones al evaluar su fuerza probatoria. Sin embargo, muchas pseudociencias presentan afirmaciones extraordinarias sin ofrecer pruebas igualmente extraordinarias. Ignorar estos nuevos patrones es potencialmente crear desequilibrio y frustración en la mente de esta preciosa nueva idea.

Señal de advertencia nueve: uso de lenguaje hipertécnico. En un esfuerzo por diferenciar con precisión entre conceptos superficialmente similares, los científicos a menudo encuentran útil introducir terminología nueva y distinta. No obstante, se puede abusar de esta práctica, especialmente cuando la terminología proporciona técnicas sin fundamento con un prestigio de respetabilidad científica inmerecida. Los promotores de la pseudociencia a menudo se basan en un lenguaje demasiado técnico en un esfuerzo por establecer la legitimidad de sus prácticas que de otro modo serían inválidas. En contraste con el lenguaje de las ciencias bien establecidas, este lenguaje con frecuencia carece de precisión, significado o ambos.

Señal de advertencia diez: Ausencia de condiciones de frontera. Las teorías y prácticas científicas generalmente incorporan condiciones de frontera claramente definidas:

instancias en las que las afirmaciones asociadas con la teoría son, y no son, aplicables. En marcado contraste, “se supone que la mayoría de los fenómenos pseudocientíficos operan en una gama extremadamente amplia de condiciones⁵⁰”, de modo que los proponentes pueden afirmar que su concepto o tratamiento se aplica a prácticamente todas las condiciones, o prácticamente a todas. Las afirmaciones expansivas carecen claramente de condiciones límite: ellas presentan su método como una panacea para prácticamente todos contextos.

1.6 Crisis de humildad intelectual, el gran desafío del científico

La capacidad de autocorregirse se considera un sello distintivo de la ciencia. Sin embargo, la autocorrección no siempre ocurre con la evidencia científica por defecto. La trayectoria de la credibilidad científica puede fluctuar con el tiempo, tanto para campos científicos definidos como para la ciencia en general. La historia sugiere que, lamentablemente, son posibles grandes catástrofes en la credibilidad científica y el argumento de que "es obvio que se han hecho progresos" es débil. La evaluación cuidadosa del estado actual de la credibilidad de varios campos científicos es importante para comprender cualquier déficit de credibilidad y cómo se pueden obtener y establecer resultados más confiables. Los mecanismos de reproducción eficientes e imparciales son esenciales para mantener altos niveles de credibilidad científica. Cualquier desviación del principio de que la búsqueda de la verdad tiene prioridad sobre cualquier otro objetivo puede dañar seriamente las funciones autocorrectoras de la ciencia.

La influencia de las creencias previas de los científicos en sus juicios sobre la calidad de la evidencia. Un análisis bayesiano indica que el patrón de efectos de concordancia encontrado en estos estudios puede ser normativamente defendible, aunque también se avanzan argumentos en contra de la implementación de un enfoque bayesiano del juicio científico⁵¹.

Ser necios. La variedad de estrategias que los individuos pueden usar para resistir la persuasión: refuerzo de actitudes, contraargumentos, afecto negativo, exposición selectiva, validación social y derogación de la fuente. También se reveló una estrategia novedosa, afirmando la confianza de que nada puede hacer que uno cambie de opinión. El necio practica derogación de la fuente por la importancia de la actitud, el

conocimiento percibido, la efectividad percibida de la estrategia y la deseabilidad social significativa en la probabilidad percibida de usar varias estrategias. Contra argumentar es la estrategia más eficaz para resistir la persuasión⁵².

La hipótesis de la **impotencia científica** predice que las personas se resisten a la evidencia científica que refuta las creencias al concluir que el tema de estudio no es susceptible de investigación científica. Por lo tanto, el hecho de que se presenten pruebas científicas que refuten las creencias puede conducir a una erosión de la creencia en la eficacia de los métodos científicos⁵³.

En los últimos años, los científicos han prestado cada vez más atención a la reproducibilidad. Por ejemplo, el *Reproducibility Project*, un intento de replicación a gran escala de 100 estudios publicados en las principales revistas, encontró que solo el 39% podía reproducirse sin ambigüedades⁵⁴. Existe un creciente consenso entre los científicos de que la falta de reproducibilidad se debe a varios factores metodológicos, incluido el bajo poder estadístico, los grados de libertad de los investigadores y el énfasis en la publicación de resultados positivos sorprendentes. Sin embargo, existe un polémico debate sobre hasta qué punto las fallas en la reproducción de ciertos resultados también podrían reflejar diferencias contextuales entre la investigación original y el intento de replicación. Estos resultados sugieren que los investigadores, los replicadores y los consumidores deberían tener en cuenta los factores contextuales que podrían influir en un proceso psicológico de conocer. Ofrece varias pautas para tratar la sensibilidad contextual en la reproducibilidad.

Prueba de reflexión cognitiva, es una medida simple de un tipo de capacidad cognitiva: la capacidad o disposición para reflexionar sobre una pregunta y resistirse a informar la primera respuesta que se le ocurra. De hecho, la relación es a veces tan fuerte que las preferencias mismas funcionan efectivamente como expresiones de la capacidad cognitiva, un hecho empírico que pide una explicación teórica⁵⁵.

1.7 Formar científicos

El objetivo de las intervenciones de educación científica es nutrir, enriquecer y mantener el interés natural y espontáneo en el conocimiento y los procedimientos científicos. Discutimos una taxonomía de la investigación sobre el pensamiento

científico desde la perspectiva del desarrollo cognitivo y los intentos asociados de enseñar ciencia. Resumimos algunos de los desacuerdos actuales en el campo de la educación científica y ofrecemos algunas sugerencias sobre formas de continuar avanzando en la enseñanza de la ciencia.

La autocorrección, una característica clave que distingue la ciencia de la pseudociencia, requiere que los científicos actualicen sus creencias a la luz de nueva evidencia. Sin embargo, las personas a menudo se muestran reacias a cambiar sus creencias. Se ha descubierto que los científicos actualizaron sus creencias, pero no tanto como el modelo bayesiano sugiere que deberían hacerlo si confían en los resultados. No se ha encontrado evidencia de que los científicos se volvieran más críticos con las replicación de resultados cuando habrían preservado sus creencias preexistentes. Tampoco encontraron evidencia de que la inversión personal o la falta de experiencia desalienten la actualización de creencias, pero las personas con mayor humildad intelectual actualizaron sus creencias con más eficacia. Los resultados sugieren que los estudios de replicación pueden contribuir a la autocorrección dentro de la ciencia, pero los estudiantes de ciencias pueden subestimar su valor probatorio.

Se propone que la motivación puede afectar el razonamiento al depender de un conjunto sesgado de procesos cognitivos, es decir, estrategias para acceder, construir y evaluar creencias. La motivación para ser exacto mejora el uso de aquellas creencias y estrategias que se consideran más apropiadas, mientras que la motivación para llegar a conclusiones particulares mejora el uso de aquellas que se consideran más probables de producir la conclusión deseada. Existe evidencia considerable de que es más probable que las personas lleguen a las conclusiones a las que quieren llegar, pero su capacidad para hacerlo se ve limitada por su capacidad para construir justificaciones aparentemente razonables para estas conclusiones. Estas ideas pueden dar cuenta de una amplia variedad de investigaciones relacionadas con el razonamiento motivado.

Para explorar la hipótesis de que el desarrollo de la identidad de un dominio específico predice sesgos de razonamiento, los adolescentes y adultos jóvenes completaron medidas de identidad de dominio general y específico de dominio, regulación epistémica y capacidad intelectual y evaluaron argumentos que apoyaban o amenazaban sus metas ocupacionales. Los sesgos se definieron como el uso de un razonamiento sofisticado para rechazar los argumentos que amenazan el objetivo y el

uso de un razonamiento superficial para aceptar argumentos que apoyan el objetivo. A través de dos medidas de sesgo, los análisis de regresión jerárquica mostraron que la identidad vocacional específica del dominio y la regulación epistémica predecían mejor los sesgos de razonamiento. Ni la edad ni la capacidad intelectual predijeron una variación significativa en los sesgos después de que se ingresaron los puntajes de identidad vocacional y regulación epistémica en las ecuaciones de regresión. Los resultados apoyan la tesis de que los sesgos en dominios específicos pueden explicarse tanto por atributos de personalidad específicos de dominio como por disposiciones metacognitivas generales de dominio para monitorear el razonamiento y descontextualizar la estructura del problema a partir de contenidos superficiales. Se propone un marco de proceso dual para explicar las relaciones entre identidad, regulación epistémica, edad, capacidad intelectual y sesgos de razonamiento.

El razonamiento generalmente se considera un medio para mejorar el conocimiento y tomar mejores decisiones. Sin embargo, mucha evidencia muestra que el razonamiento a menudo conduce a distorsiones epistémicas y malas decisiones. Esto sugiere que debería repensarse la función del razonamiento. Nuestra hipótesis es que la función del razonamiento es argumentativa. Es idear y evaluar argumentos destinados a persuadir. El razonamiento así concebido es adaptativo dada la dependencia excepcional de los seres humanos de la comunicación y su vulnerabilidad a la desinformación. Una amplia gama de evidencia en la psicología del razonamiento y la toma de decisiones puede reinterpretarse y explicarse mejor a la luz de esta hipótesis. El bajo rendimiento en las tareas de razonamiento estándar se explica por la falta de contexto argumentativo. Cuando los mismos problemas se colocan en un marco argumentativo adecuado, las personas resultan ser hábiles argumentadores. Los expertos en argumentar, sin embargo, no buscan la verdad, sino argumentos que respaldan sus puntos de vista. Esto explica el notorio sesgo de confirmación. Este sesgo es evidente no solo cuando las personas están realmente discutiendo, sino también cuando razonan de manera proactiva desde la perspectiva de tener que defender sus opiniones. Un razonamiento tan motivado puede distorsionar evaluaciones y actitudes y permitir que persistan creencias erróneas. El razonamiento utilizado de forma proactiva también favorece las decisiones que son fáciles de justificar pero no necesariamente mejores. En todos estos casos descritos tradicionalmente como fallas o defectos, el razonamiento hace exactamente lo que se puede esperar de un dispositivo

argumentativo: buscar argumentos que apoyen una conclusión dada y, *ceteris paribus*, favorecer conclusiones para las que se puedan encontrar argumentos.

Módulo 2. Formar el instinto científico

2.1 La ciencia

La palabra “ciencia” proviene del término latino *scientia*, que significa conocimiento o comprensión, interpretado en un sentido filosófico más amplio que en el uso moderno. La palabra “científico” no entró en uso hasta mediados del siglo XIX, cuando fue acuñada por William Whewell, un filósofo historiador, sacerdote episcopal y hombre de ciencia. Previamente los cultivadores de la ciencia se consideraban filósofos naturales⁵⁶. Ese término tenía sentido porque destacaba la ciencia como una filosofía de cómo podemos conocer el mundo natural a través de métodos que se refieren a fenómenos naturales. La filosofía natural contrastaba con la filosofía oculta, que trataba de explicar el mundo en términos de poderes y agencias sobrenaturales. La filosofía natural no floreció realmente hasta la revolución científica del siglo XVII, pero sus raíces se remontan mucho más allá. Se puede encontrar entre los antiguos griegos, como en la opinión de Hipócrates sobre la epilepsia, esta no debe ser vista como “enfermedad sagrada” causada por la posesión divina, sino como aflicción natural con una causa natural.

Este enfoque natural sobre los causales y los efectos, es una metodología que distingue al pensamiento científico. No es una metafísica aireada, sino una filosofía empírica completamente fundamentada. Las explicaciones científicas pueden ser “ocultas” solo en el sentido arcaico del término, que se refiere a causas que están en lo profundo de la realidad y requieren del arte del diseño experimental para sacarlas a la luz, piense en ello, cómo en años muy atrás antes del descubriendo del ADN, este no existía. Parte de

las maravillas de la ciencia es descubrir cómo las estructuras secretas, intrincadas y causales del mundo producen los maravillosos efectos que observamos.

Puede haber sido Sócrates quien originalmente hablaba de la filosofía como asombro. Platón le da esta línea en uno de los diálogos importantes donde discutió la epistemología, la naturaleza del conocimiento. Como es típico del diálogo socrático, los lectores se dan cuenta rápidamente de que los conceptos que habían dado por sentados no son tan sencillos después de todo. Lo que significa tener y adquirir conocimiento, que es el objeto de la epistemología, es una cuestión particularmente complicada. La propia respuesta de Platón, - nacemos con conocimiento pero necesitamos usar la razón para burlarse de él en una forma de memoria- no parece inicialmente muy plausible para nuestra sensibilidad moderna esta frase. Estamos más en el linaje epistemológico de Aristóteles, quien argumentó que todo el conocimiento tiene su fuente de sensación. La ciencia se asienta de manera natural en este espacio empírico. Sin embargo, un Sócrates moderno volvería a señalar que las cosas no son tan simples. Tal vez no nacemos con conocimientos innatos en la forma que Platón imaginó, pero tampoco es que la mente sea una tabla en blanco. Nacemos con recursos axiomáticos para aprender sobre el mundo con una mente parcialmente preformada por la evolución. Somos capaces de reconocer la unidad de cantidad, las dimensiones espaciales, categorizamos en conjuntos las cosas, estimamos probabilidad y lo más importante, aplicamos lógica a las situaciones que se nos presentan.

En el descenso del hombre evolucionado, Charles Darwin exploró la evolución de los rasgos mentales, incluyendo la atención, la memoria, la imaginación y la razón. Demostró que incluso las características mentales humanas más avanzadas podían encontrarse en formas incipientes en otros animales, y ofreció explicaciones de cómo estos instintos podrían haber sido moldeados por la selección natural⁵⁷. Sin instintos — una combinación de lo sensorial y los recursos innatos axiomáticos— que nos preparen para el mundo, los organismo no tendrían tan buena posibilidad de sobrevivir. Un organismo que pudo, por ejemplo, descubrir relaciones causa-efecto críticas en su entorno, no tendría problemas en la dura competencia de la vida. Los seres humanos no somos diferentes. Aunque nuestro poder mental es más evolucionado también estamos obligados a descubrir la estructura causal del mundo.

Esto nos conduce a un concepto central, la **verdad**. Darwin es completamente típico en su respuesta, la verdad como un objetivo científico. Pero Sócrates nos advierte que seamos claros sobre lo que queremos decir con verdad. Una respuesta razonable sería decir que la ciencia tiene como objetivo el conocimiento proposicional, que implica nociones de lógica de la verdad y lo falso, aunque es posible que no sepamos cuál. Presumiblemente, el trabajo de la ciencia sería averiguarlo. Si las hipótesis científicas son solo declaraciones que expresan proposiciones, entonces tal vez la ciencia es solo para determinar su verdad o falsedad, hipótesis por hipótesis. Los positivistas lógicos hicieron un valiente intento de analizar el conocimiento, pero por razones que no nos concierne aquí el proyecto final fracasó⁵⁸.

Algo que mejor tiene sentido para la ciencia, es la posibilidad de la verdad. Consideremos una noción más amplia de la verdad por la cual podemos referirnos a una semejanza más o menos verdadera. Una imagen es el caso más simple, y a menudo hablamos de la ciencia como la que proporciona una imagen del mundo, tal vez porque por efecto pensamos en la ciencia en término de observaciones visuales. No hay nada de malo hablar libremente de esta manera, siempre y cuando tengamos en cuenta que podemos ser informados sobre el mundo por otros sentidos; hay limitaciones a la metáfora de la imagen, y la ciencia ciertamente no se limita a los modelos visuales. Cuando los científicos hablan de buscar la verdad, se refieren a su búsqueda de los mejores modelos del mundo. Modelar algo significa reproducirlo, producir una semejanza, en mayor o menor grado, de maneras que sean relevantes para los propios intereses.

Puede ser útil pensar en esto como la diferencia entre un binario (falso o verdadero) y lo que se puede llamar una noción analógica de la verdad. La lógica clásica tiene solo dos estados, verdadero o falso, por lo que si una proposición no es verdadera, tiene que ser falsa. Los científicos, sin embargo, saben que sus modelos nunca son perfectos, lo que en una noción binaria de la verdad implicaría que todos son falsos. Se podría argumentar que, estrictamente hablando, este es un relato preciso de nuestra situación, y solo necesitamos aprender a vivir con ella, porque solo los dioses podrían saber lo que es verdaderamente cierto. Pero tal punto de vista parece perverso y no esencialmente útil para entender la práctica de la ciencia.

Tomemos un enfoque diferente. La verdad de la lógica clásica podría considerarse como basada en un extremo de una escala de precisión o semejanza: la verdad es 100 por ciento y la falsedad cero por ciento. Pero esta forma de analizar las cosas confunde algo que es casi correcto, digamos 99.9 por ciento, con algo en el extremo opuesto de la escala. En cambio, ¿qué pasa si tomamos la verdad y la falsedad como estar en los extremos superior e inferior y luego pensamos en cómo una semejanza puede ser más verdadera a medida que algo es más cierto, sino es perfectamente cierto. De manera similar, se puede hablar de grado de fidelidad: ¿qué tan buena semejanza con la realidad es el modelo M ? Esto también encaja con formas comunes de hablar, como cuando preguntamos qué tan preciso es un modelo de renderizado M , o cuán fiel es una reproducción de M .

De esta manera conectamos verdad con la noción de modelado y la idea de fidelidad con la reproducibilidad, pero también debemos comprender otro aspecto clave de la metodología de la ciencia. Concretamente, se refiere a la idea de reproducibilidad en el sentido práctico de ser capaz de replicar (es decir, reproducir) los resultados. Los científicos no confían en los experimentos que no pueden replicar. Como resultado experimental, la reproducibilidad se asume como un asunto robusto, lo que significa que resiste nuevas pruebas, que razonablemente aumenta la confianza en la verdadera versa de su modelo. Esta es una noción práctica de la verdad. A diferencia de la noción clásica, no está necesariamente ligada al lenguaje. Los modelos más verdaderos, del mismo modo, harán predicciones más precisas con mayor regularidad. Esto muestra conexión entre la verdad y la replicabilidad.

Se podría decir mucho más sobre cómo y por qué esto tiene sentido en la ciencia, el punto importante es que cuando los científicos dicen que están buscando verdades sobre el mundo (conocimiento objetivo), están hablando de la verdad empírica que nos ayuda a hacer nuestro camino en el mundo y que necesariamente viene graduada: siempre hay valores p , intervalos de confianza, grados de probabilidad u otros indicadores de precisión asociados a todos los hallazgos científicos.

Conocimiento. Es el segundo concepto al que Darwin refiere. Filosóficamente analizamos qué es el conocimiento, dibujándolo cuidadosamente entre varias distinciones importantes, como la diferencia entre saber-cómo y saber-eso. Este estudio de Darwin está dentro de la epistemología. El saber-eso lo llaman conocimiento

propositivo o descriptivo, es decir, conocimiento que se puede afirmar en forma de sentencias descriptivas: disertación. Esto es muy diferente de la noción más básica de saber hacer algo, que los filósofos llaman conocimiento procesal; tal vez sepa cómo lanzar una rosa, pero no ser capaz de articular ese conocimiento en ningún tipo de forma descriptiva. La relación entre saber-cómo y saber-qué es importante, pero por el momento, vamos a quedarnos con esto último y preguntar lo que significa para alguien saber que P (proposición particular). La noción clásica se remonta a Platón, quien sugirió que para que algo contara como conocimiento tenía que ser no solo una verdadera creencia, sino también justificada, es decir, surgir de un proceso de agencia racional. Una suposición afortunada, no cuenta como conocimiento. El conocimiento proviene de la razón de la evidencia apropiada, reflexionada en sus conexiones causales. La epistemología moderna ha encontrado que en casos en los que incluso creencias que son justificadas, todavía no pueden contar como conocimiento si el proceso por el cual se formuló la creencia del conocedor no era rigurosa.

El conocimiento científico es un tipo de conocimiento que ha sido justificado por demostraciones científicas dentro del diseño experimental generador de evidencia. Una vez más, no todas las preguntas son científicas o tienen una respuesta científica, pero las metodologías de la ciencia han demostrado ser confiables para responder preguntas empíricas sobre el mundo natural. También debemos reiterar que el conocimiento científico no es absoluto. Decir que la ciencia es un proceso confiable, no es decir que es perfecta o que después de una cierta cantidad de esfuerzo dado llega a la verdad absoluta. El conocimiento empírico de cualquier tipo es falible y la ciencia, no es una excepción.

A diferencia de la certeza formal deductiva que proporciona la matemática, la ciencia es una empresa inductiva. Esto significa que, aunque que todas las premisas del argumento sean ciertas, todavía existe la posibilidad de que la conclusión sea falsa. El conocimiento siempre viene en cierto grado de confianza. Expresando: "los datos sugieren; parece probable; por lo que hemos visto hasta ahora" y así sucesivamente los científicos, a menudo no consideran frases de este tipo como signos de equívoco, sino como confesión de ignorancia. De hecho, lo que estos operadores lingüísticos de grado de confianza representan es la epistemología básica de la ciencia, son etiquetas lingüísticas que marcan la fuerza de la evidencia acumulada, y el reconocimiento siempre presente de que más evidencia puede sugerir un cambio. Esa es la naturaleza

de la evidencia inductiva y parte de la razón por la que los descubrimientos científicos rara vez se ajustan al momento estereotipado de eureka.

Esto nos lleva al tercer elemento de la cita de Darwin: el **descubrimiento**. Cada científico sueña realizar un nuevo paso en la frontera de lo desconocido... el oficio de revelación del funcionamiento natural revela hechos y elabora métodos útiles. Uno puede descubrir no solo **X**, sino también cómo afecta **Y**. En cualquier caso, el núcleo de la noción de descubrimiento está en la semántica de la misma palabra; revelar y hacer eviten relaciones lógicas y traer luz a lo que antes estaba en las sombras. Los descubrimientos suelen darse lentamente con un acumulado de conocimiento que revela algo del mundo y sus posibilidades. Pero un descubriendo requiere disertación (comprensión) no solo sobre el qué, sino la razón del por qué.

Razonamiento. Filosóficamente, sabemos que la razón exige que este estándar de descubrimiento más alto se cumpla antes de que uno explore algo como un verdadero descubrimiento científico. Para poner las bases, devolvamos nuestra atención a nivel precientífico e instintivo que Darwin postuló.

Darwin señaló que los rasgos mentales evolucionaron. Las formas rudimentarias o precursores de los rasgos humanos se encuentran en otros animales. Dado este descubrimiento, debemos esperar igualmente que el conocimiento científico surgiera de formas de conocimiento más simples que precedieron a las científicas e incluso la evolución mental de los seres humanos. En este nivel básico, el descubriendo tiene raíces en el lenguaje desde un punto de vista evolutivo, saber-cómo precede a saber-qué. El primer examen para un organismo es cómo sobrevivir. ¿Cuánto necesita saber para ello? Solo tiene que ser suficientemente bueno en la práctica. ¿Qué también debe razonar? Lo suficiente. A medida que los rasgos mentales axiomáticos innatos (conteo, propiedades del espacio, categorizar, probabilidad y lógica) se vuelven más complejos, los conceptos de conocimiento y razón también se vuelven más estructurados extendiendo la lógica y las herramientas del lenguaje natural. El instinto científico de la razón tiende a manifestarse desde estos axiomas innatos como un impulso a explorar y averiguar realizándonos preguntas y creando conceptos, teorías y planteando problemas. Esto puede experimentarse inicialmente como una vaga sensación de necesidad de saber, una incomodidad de ignorancia, similar a un susurro de la mente hasta una pregunta que desconcierta, sentimos una confusión básica con nuestras

creencias más elementales de nuestros axiomas. Para organismo con rasgos mentales superiores lingüísticos como nosotros, las formas de estructurar conceptos, hechos, teorías, evidencia, problemas, preguntas, métodos, técnicas... nuestra racionalidad está limitada, pero en colaboración con sociedades de investigadores, el poder cognitivo se amplifica mejorando nuestros rasgos de estilo de pensamiento. El punto es que los axiomas de nuestra cognición alimentan nuestra curiosidad, es decir la agencian de justificaciones. En resumen la curiosidad es un instinto que Darwin expresó necesario para sobrevivir en el mundo.

La curiosidad es un instinto, y los instintos son respuestas “definidas y uniformes” a sensaciones o asociaciones particulares. Estos instintos impulsan los comportamientos y al menos en su forma más básica no se requieren aprender de la experiencia. Por su puesto, decir que los instintos no requieren aprender de la experiencia, no significa que estos no puedan mejorar y ser la diferencia de nuestra actitud a partir del aprendizaje posterior a los instintos básicos. Incluso los cantos característicos de las aves se modifican en versiones variantes dependiendo de los dialectos que las aves infantiles escuchen a su alrededor.

Presumiblemente, los complejos entornos y las complejas relaciones con las que los seres humanos tienen que lidiar hicieron que la flexibilidad de la alta inteligencia y el aprendizaje sea más valiosa para nosotros a largo plazo, pero el punto de Darwin es que todos los rasgos mentales tienen que ser adquiridos en grados. Nuestro poder intelectual superior debe haber evolucionado sobre una base de instintos más simples. Sería un error para nosotros pensar que nuestra inteligencia nos ha alejado del reino del instinto animal.

Darwin observó los instintos, particularmente en la forma en que se exhiben incluso en los bebés antes de cualquier experiencia. Nadie que haya interactuado con animales jóvenes —mascotas o incluso sus hijos— duda de la evidencia de su interés innato en explorar las novedades en su entorno. La curiosidad se extiende a nuevos estímulos a través de modos sensoriales y también el interés por el mundo. Algunas personas viven la ansiedad de buscar nuevas cosas, mientras otras se adhieren a lo cotidiano si pueden, graduando la realidad en capas de abstracción. El instinto de la curiosidad también está sujeto a la selección natural, si la curiosidad siempre o incluso por lo general mata al gato; la evolución habría terminado rápidamente con esta disposición. Pero eso no es

lo que observamos y no es difícil ver cómo la curiosidad proporciona una ventaja evolutiva selectiva en muchos entornos.

La curiosidad es un rasgo epistémico ventajoso para un organismo que con su juego de sensores y axiomas, es útil para adquirir conocimiento. La curiosidad y otros rasgos instintivos nos permiten averiguar nuestro único mundo parcialmente predecible. Si el mundo fuera completamente regular en todas las formas que importan a los organismos, no tendrían que ser curiosos. En un mundo con recursos limitados e irregularmente ubicados en el espacio tiempo, su posibilidad de sobrevivir y reproducirse sería una cuestión de desviarse de caminos trillados y ensayar algo nuevo.

En estos mundos, una disposición a investigar las novedades y a salir del camino estándar para probar nuevos conocimientos puede tener una utilidad real, dando a los organismos una ventaja competitiva. Sin tal instinto, el descubrimiento de nuevos recursos sería menos probable. Incluso los mecanismos elementales de investigación podrían proporcionar una ventaja. Freud tenía razón en que también es útil para el sexo. Incluso los organismo bien dotados no irán bien en la competencia evolutiva sino pueden encontrar pareja o cualquier otra cosa necesaria para reproducirse.

Además, al considerar el valor de la búsqueda de novedades, es importante tener en cuenta que, si bien lo nuevo puede ser útil, también puede ser peligroso. Ese susurro de curiosidad es posible que esté detrás un depredador. La capacidad de identificar nuevos peligros y aprender a evitarlos también es de valor adaptativo. Tenemos que admitir que la curiosidad a veces mata al gato. Los organismos que siempre se precipitan, rápidamente donde otros temían pisar, a veces entran en peligro. Un poco de precaución está en el orden, lo que tal vez explica por qué la curiosidad se experimenta inicialmente como una especie de inquietud... la sensación de que algo no está del todo bien o como debería ser.

Hay dos posibles repuestas a las anomalías percibidas. La respuesta conservadora es ignorar las diferencias y seguir con las generalizaciones establecidas. La respuesta progresista y curiosa es investigar las diferencias con esperanza de descubrir una generación de modelos más amplia y precisa. Este último enfoque tiene la ventaja adaptativa de la autocorrección y el descubrimiento de patrones nuevos o más amplios. Cada una de estas posiciones está confundida, una respuesta intratable podría ser

inicialmente más segura, pero una respuesta curiosa proporciona una oportunidad para el aprendizaje. El primer trabajo de un organismo es descubrir las regularidades e irregularidades de su mundo, y esto es ciertamente cierto para los seres humanos. Freud pensó que la curiosidad humana siempre era en última instancia sexual, pero aunque, por supuesto, reconocemos la importancia de la reproducción en un relato evolutiva, hay una ventaja más general que es un requisito previo incluso para esta. Los bebés lo hacen, debemos ser capaces de averiguar la estructura causal del mundo, y esto requiere atender patrones ocultos y notar violaciones a modelos existentes. Esto es lo que hacen los bebés, necesitan ser capaces de hacer cognición inductiva, que es la capacidad de aprender y generalizar a partir de nuevas experiencias. Los datos novedosos alteran las regularidades familiares, a veces el diseño de nuevos experimentos, revelan regularidades más profundas. La previsibilidad es útil, y por tanto una vez que algo ha sido comprobado y es familiar, entonces las cosas se vuelven predecibles de nuevo. La previsibilidad es útil y por lo general se necesita curiosidad para descubrirla.

2.2 De la confusión a la satisfacción

Cuando un organismo se aparta de un camino regular, ¿cómo podemos saber que está impulsado por la curiosidad en lugar de la confusión? A primera vista, uno parece positivo, activo y adaptativo mientras que el otro parece negativo, pasivo y no adaptativo. Los dos están estrechamente relacionados en que ambos implican una respuesta a una desviación de un patrón esperado. Ambas son reacciones a algo en el entorno que difiere del mapa conceptual (o de algún conflicto dentro del mapa conceptual) e indican una discordancia con las expectativas. Ambos implican una sensación de desconcierto. Estamos desconcertados cuando descubrimos una anomalía en lo que habíamos visto anteriormente como una regularidad. Es como si el flujo de percepción va ¿qué?...¿porqué? La desviación de la expectativa es confusa. Las anomalías de cualquier tipo se perciben como desconcertantes y también como potencialmente interesantes.

Prestamos atención a los patrones de similitud y diferencias en nuestro entorno. La aleatoriedad pura no es interesante; si vemos ruido blanco, después de unos minutos ya ni siquiera lo vemos. La repetición simple también puede ser aburrida. Estamos programados por la evolución para notar las regularidades y las irregularidades y para

tratar de averiguar cómo resolver cualquier anomalía. Este interés se mezcla con la emoción, tal vez relacionada con la sensación producida cuando el cuerpo se prepara para un posible peligro, o de otra manera anticipa la acción. “El ruido blanco o sonido blanco es una señal aleatoria (proceso estocástico) que se caracteriza por el hecho de que sus valores de señal en dos tiempos diferentes no guardan correlación estadística. Como consecuencia de ello, su densidad espectral de potencia (PSD, sigla en inglés de power spectral density) es una constante, es decir, su gráfica es plana.¹ Esto significa que la señal contiene todas las frecuencias y todas ellas muestran la misma potencia. Igual fenómeno ocurre con la luz blanca, de allí la denominación⁵⁹”.

Además, la curiosidad, como todos los demás rasgos, es variable entre los individuos. Algunos responden solo a la novedad extrema, mientras otros sienten picazón de la curiosidad con más intensidad. Al final, el sentimiento emocional que proviene de la resolución de la tensión inquisitiva es un tipo especial de placer y para las personas que son profundamente curiosas, el sentimiento puede ser profundo. Como cualquier gato que muera de curiosidad lo atestiguaría, la resolución de algún tipo rompecabezas es un sentimiento de máxima satisfacción.

En el sentido moral de Darwin. Hasta ahora, nos hemos centrado en la extraña sugerencia de Darwin de que tenemos un instinto de verdad, conocimiento de descubrimiento, y hemos argumentado que es razonable pensar en la curiosidad como un instinto evolucionado. Pero ahora queremos pasar a la sugerencia aún más asombrosa que hizo, a saber, que es “algo de la misma naturaleza que el instinto de al virtud”. ¿Qué podría significar decir que la curiosidad es virtud? ¿Y por qué hablar de la virtud misma como instinto?

Para ayudar a contar la historia, veamos primero los propios puntos de vista de Darwin sobre la evolución de lo que él llamó el sentido moral. La moralidad, hipotéticamente, se hizo posible cuando los animales que habían evolucionado los instintos sociales alcanzaron un grado suficiente de poder intelectual. Por instintos sociales, Darwin tenía en mente aquellos sentimientos que llevan a los animales a disfrutar de la simpatía, como los afectos de los padres. Explicó cómo tales comportamientos de ayuda instintiva que podrían proporcionar a los animales una ventaja competitiva en diversas circunstancias, mejorando las posibilidades de supervivencia en un grupo de individuos relacionados. Tales comportamientos podrían ser esencialmente para el

cuidado parental de los jóvenes o incluso el aseo mutuo que elimina útilmente los parásitos. A corto plazo, tales instintos podrían ser particularmente poderosos, pero en combinación con la memoria y la imaginación mejoradas, pueden convertirse en sentimientos más fuertes de insatisfacción asociados con instintos incumplidos. Estos sentimientos, sugirió, son la voz incipiente de la conciencia. Ser capaz, con mayor inteligencia, recordar tales sentimiento del pasado e imaginar el mismo efecto en el futuro, si se descuidaron las conductas de ayuda, proporciona una indicación de lo que deben o no deben hacer —que es el sentido moral—. Darwin no pensaba que pudiéramos atribuir adecuadamente la moralidad a los animales de la misma manera que lo hacemos a los seres humanos, pero hipotetizó que cualquier animal con la capacidad instintiva de empatía, junto con un grado suficiente de inteligencia, llegaría a sentir un imperativo moral para comportarse en consecuencia.

Es necesario tener precaución; el hecho de que necesitamos ciencia evolutiva para ayudar a explicar nuestra capacidad moral no implica que podamos leer reglas éticas directamente de la biología. La supervivencia del más apto es un poderoso principio explicativo para entender el mundo biológico, pero hace la teoría ética hace que este principio tenga una fractura. Consideren este experimento mental que Darwin propuso: “si los seres humanos fueran criados exactamente en las mismas condiciones que las abejas de colmena, entonces las hembras solteras, como abejas trabajadoras, pensarían que es su deber sagrado matar a sus hermanos y las madres se esforzarían por matar a sus hijas fértiles; y a nadie se le ocurriría interferir⁶⁰”. Si un sentido moral evolutivo funcionara de esta manera, el problema sería obvio: sería cometer una variación de la falacia que el filósofo escocés del siglo XVIII David Home identificó al tratar de derivar un “debe” moral de un mero “es”. La falacia es obvia una vez que se señala: que algo es el caso no implica por sí mismo que debe ser así. Se necesitará un razonamiento un poco más filosófico para encontrar alguna premisa moral que vincule las afirmaciones fácticas con las conclusiones morales. Darwin mismo dio algunos pasos tentativos con la teoría ética kantiana y utilitaria.

Este breve panorama, es suficiente para ver cómo Darwin pensó en la evolución del instinto de la virtud y algunas de las complejidades que tendrían que ser resueltas a medida que avanzamos. Algunos teóricos no piensan que la falacia naturalista es una falacia en lo absoluto. Alistair McIntyre, pensó que las declaraciones sobre lo que es bueno, son solo una especie de declaraciones fácticas⁶¹. Dejando a un lado esta

cuestión, como con el sentido moral, no se debe esperar derivar una sólida noción ética de la normatividad de las consideraciones biológicas por sí sola. Sin embargo, el relato evolutivo del origen de la curiosidad como instinto puede recibir importancia normativa cuando se pone en un contexto filosófico. Tanto Darwin como Home lo habrían encontrado atractivo. Los rasgos de carácter como la curiosidad que son principios para la ciencia

2.3 Quién es el científico, por Sócrates

La ciencia, como toda gran filosofía, comienza en el asombro. El objetivo de la ciencia es hacer descubrimientos, pero el anuncio de uno ocurre al final de un proceso de investigación que comenzó cuando un científico observó algo extraño, interesante, diferente o desconcertante, y pensó: esto es extraño. La ciencia generalmente se presenta como un conjunto de repuestas, pero esto tergiversa más que en su producto. La ciencia se caracteriza mejor como una serie de preguntas por mentes inquisitivas que simplemente no pueden dejar de preguntarse qué o por qué.

El secreto de la ciencia es preguntarse de una manera especial. Se entiende bien que todas las respuestas son científicas: en su búsqueda de repuestas, tanto científicos como religiosos reconocen que fue un “milagro” la existencia. Tales preguntas requieren un modo diferente de pensar: metodologías. Tampoco distinguir las interrogaciones científicas es solo una cuestión de elegir las preguntas correctas. No es tan fácil como decir, por ejemplo, que la ciencia se ocupa de los "qué" y la religión de los "porqué". ¿Cuál es el significado de la vida? No es una pregunta científica por el hecho de que comiencen con “qué”. Por otro lado, puede haber una respuesta científica perfectamente razonable a una pregunta como, ¿Por qué estamos aquí? Siempre que sus diferentes sentidos sean liberados de ambigüedad. La ciencia no puede abordar esta pregunta si se entiende que el "por qué" se refiere al propósito metafísico último. Deja eso a los filósofos o teólogos. Sin embargo, puede abordar muy bien la pregunta más mundana de por qué de los procesos causales que nos grajearon aquí. La ciencia evolutiva proporciona repuestas científicas satisfactorias a ese último sentido de la pregunta. Algunos podrían pensar que uno simplemente necesita separar las preguntas filosóficas de las científicas, pero es no es un asunto simple. La mayor parte de lo que pensamos ahora como preguntas científicas comenzaron como preguntas filosóficas. De hecho, en un sentido básico, las preguntas científicas son un subconjunto

de preguntas filosóficas. A algunos les puede resultar curioso hablar de la ciencia como filosofía. ¿No son las nociones aireadas de los filósofos de cabeza en las nubes lo opuesto a los hechos duros producidos por los pies en la tierra científica? Esta puede ser una visión común, pero surge principalmente de conceptos erróneos sobre la filosofía y la ciencia. En realidad, hay buenas razones por las que un título avanzado en ciencias se llama PhD: doctorado en filosofía. Este enfoque metodológico natural es parte de lo que distingue al pensamiento científico. No es una metafísica aireada, sino una filosofía empírica complementemente fundamentada⁶².

Las explicaciones científicas pueden ser “ocultas” solo en el sentido arcaico del término, que se refiere a causas que pueden estar “ocultas” a la vista. Parte de la maravilla de la ciencia es descubrir cómo el secreto, las intrincadas estructuras causales del mundo producen los maravillosos efectos que observamos. Como es típico de los diálogos socráticos, los lectores se dan cuenta rápidamente de que los conceptos que habían dado por sentados no son tan sencillos después de todo. Lo que significa tener y adquirir conocimientos, que de la epistemología, es una cuestión particular complicada. La propia respuesta de Platón, que nacemos con conocimiento, pero necesitamos usar la razón para desentrañarlo en una forma de recordar, inicialmente no parece muy plausible para nuestra sensibilidad moderna. Estamos más en el linaje epistemológico que se remonta a Aristóteles, quien argumenta que todo conocimiento tiene su fuente en la sensación. La ciencia se encuentra de manera más natural en este campo empirista. Sin embargo, un Sócrates moderno volvería a señalar que las cosas no son tan simples.

Tal vez no nacemos con un conocimiento innato en la forma en que Platón imaginó, más bien con una base axiomática biológica⁶³, pero tampoco la mente es solo una pizarra en blanco, como sostenía una forma estricta de empirismo⁶⁴. El animal humano tiene instintos programados para reconocer las propiedades geométricas del espacio, contar a partir de la unidad (monada), categorizar en conjuntos las cosas, estimar probabilidades en la predicción del entorno y razonar sí, no, y, o, como operadores modales lógicos. Pero el punto es el mismo: nacemos biológicamente listos para aprender sobre el mundo con una mente que está parcialmente preformada por la evolución.

2.4 El instinto de la verdad

En “*The descent of man*”, Charles Darwin exploró la evolución de los rasgos mentales, incluyendo la atención, memoria, imaginación y la razón. Demostró que incluso las características mentales humanas más avanzadas podrían encontrarse en formas incipientes en otros animales, y ofreció explicaciones de cómo estos instintos originales simples podrían haber sido moldeados por la selección natural. Sin instintos los científicos universitarios que los preparen para el mundo, serán intelectuales sin tantas posibilidades de sobrevivir. A un universitario que no pudo, por ejemplo, disertar y descubrir las relaciones críticas causales en su entorno le iría mal en la dura competencia de la vida. Los seres humanos no son diferentes a muchos animales, así como solo más plásticos y adaptables cerebrales, a un nivel básico nosotros, también estamos obligados a descubrir la estructura interna de la biología, las estrellas, la mente..., estructura causal del mundo.

Dado tal punto de vista, las reflexiones de Darwin sobre sus propias motivaciones científicas y su carácter en los años durante los cuales formuló su teoría de la evolución no deberían ser una sorpresa. En una carta a su amigo y colega científico John Henslow, escribió⁶⁵: creo que existe, y siento mucho dentro de mí, un instinto de verdad, o conocimiento o descubrimiento, de algo de la misma naturaleza que el instituto de virtud, y que tener tal instinto es razón suficiente para las investigaciones científicas sin ningún resultado práctico que se derive de ellas.

Mucho más que un sentimiento personal es la manifestación de la conciencia y sus recursos axiomáticos inscritos en el genoma humano⁶⁶. Esta es una observación asombrosa con implicaciones radicales. Darwin notó que algo muy significativo sobre sí mismo como científico. Se reconoció a sí mismo como agente epistémico, un buscador de conocimiento a un nivel más profundo.

Vale la pena mirar en detalles algunos elementos claves con el objetivo desempacar su importancia para cómo pensar sobre el carácter de la ciencia. Comencemos con la verdad.

Verdad. Para Darwin fue completamente típico el centrarse en la verdad como un objetivo científico, pero Sócrates nos advertía que tratemos de ser claros sobre lo que queremos decir con esto. Una respuesta razonable sería decir que la ciencia apunta al

conocimiento proposicional, que implica nociones lógicas bien definidas de la verdad. Las proposiciones se expresan como declaraciones descriptivas y son verdaderas o falsas, aunque es posible que no sepamos cuáles. Presumiblemente, el trabajo de la ciencia sería averiguarlo. Si las hipótesis científicas son solo declaraciones que expresan proposiciones, entonces tal vez la ciencia se trata solo de determinar su verdad o falsedad, hipótesis por hipótesis. Por atractivo que sea este enfoque basado en la lógica, hacer que funcione fue más difícil de lo esperado.

Algo diferente tiene más sentido para la ciencia. Considere una noción más amplia de la verdad por la cual podemos referirnos a una semejanza más o menos verdadera. Una imagen es el caso más simple, y a menudo hablamos de la ciencia como una imagen del mundo, tal vez porque no pensamos en la ciencia en términos de observaciones visuales. No hay nada de malo en hablar libremente de esta manera, siempre y cuando tengamos en cuenta que podemos ser informados sobre el mundo por otros sentidos; hay limitaciones a la metáfora de la imagen, y la ciencia ciertamente no se limita a los modelos visuales. Cuando los científicos hablan de la búsqueda de la verdad, se refieren a su búsqueda de los mejores modelos del mundo. Modelar algo significa reproducir una semejanza, en mayor o menor grado, de manera que sean relevantes para los intereses humanos.

Expresar la verdad de esta manera y conectarla con las nociones de modelo y la idea de fidelidad de reproducción también es útil para comprender otro aspecto clave de la metodología de la ciencia. Específicamente, se relaciona con la idea de reproducibilidad en el sentido muy práctico de poder replicar (es decir, reproducir) los resultados de uno. Los científicos no confiarán en los experimentos que no pueden replicar. A medida que se descubre que un resultado experimental es más robusto, lo que significa que continúa manteniéndose su confianza en cuán verdadero es su modelo. Esta es una noción muy práctica de la verdad. A diferencia de la noción clásica, no está necesariamente ligada al lenguaje. Por ejemplo, los modelos pueden ser ciertos de la misma manera que el objetivo de alguien es verdadero, como el de un arquero experto. Las personas, como objetivo es verdadero pueden disparar o lanzar algo para que vaya a donde quieren que vaya, de manera similar, harán predicciones más precisas con mayor regularidad. Esto muestra la conexión entre verdad y replicabilidad.

Se podría decir mucho más sobre cómo y por qué esto tiene sentido en la ciencia (y los filósofos de la ciencia están más que felices de hacerlo a la menor instigación). El punto importante es que cuando los científicos dicen que están buscando verdades sobre el mundo, refieren a un tipo más humilde de verdad empírica que nos ayuda a abrirnos camino en el mundo y que necesariamente viene en grados: siempre hay valores p , intervalos de confianza, grados de probabilidad u otros indicadores de precisión asociados a todos los hallazgos científicos.

Conocimiento. El concepto de conocimiento para un científico es de un tipo. Filosóficamente, analizar el conocimiento requiere que uno dibuje cuidadosamente varias distinciones importantes, como la diferencia entre saber cómo y saber eso. Esto último es lo que los epistemólogos, filósofos del conocimiento, llaman proposicional o conocimiento descriptivo, es decir, conocimiento que se puede expresar en forma de sentencias descriptivas. Esto es muy diferente de la noción más básica de saber hacer algo, que los filósofos llaman conocimiento procedimental; puede saber cómo tirar un piedra, pero no ser capaz de articular ese conocimiento en ningún tipo de forma descriptiva de su naturaleza. La relación entre saber cómo y saber eso es importante, por el momento, quedémonos con esto último y preguntémosnos qué significa para alguien conocer ese **P** (es decir, conocer alguna proposición en particular). Como antes, la noción filosófica clásica de esto se remonta a Platón, quien sugirió que para que algo contara como conocimiento tenía que ser no solo una creencia verdadera, sino también justificada. Una suposición afortunada no cuenta como conocimiento. El conocimiento proviene de la evidencia y el razonamiento apropiado. Incluso eso puede no ser todo lo que hay, que los epistemólogos han encontrado casos en los que incluso las creencias verdaderas que están racionalmente justificadas aún pueden no contar como conocimiento si el proceso por el cual se formó la creencia del conocedor no fue confiable. El conocimiento científico es un tipo de conocimiento que ha sido justificado por demostraciones. Una vez más, no todas las preguntas son científicas o tienen una respuesta científica, pero las metodologías de la ciencia han demostrado ser confiables para responder preguntas empíricas sobre el mundo natural.

También en este caso debemos reiterar que el conocimiento científico no es absoluto. Decir que la ciencia es un proceso confiable no quiere decir que sea perfecto o que inevitablemente alcance la respuesta exacta después de una cantidad dada de esfuerzo. El conocimiento empírico de cualquier tipo es falible, y la ciencia no es una excepción.

De acuerdo con nuestra noción analógica de la verdad, el conocimiento científico también viene en grados de verdad.

A diferencia de la certeza formal deductiva que proporcionan las matemáticas, la ciencia es una empresa inductiva. Eso significa que incluso si todas las premisas del argumento son verdaderas, todavía existe la posibilidad de que la conclusión sea falsa. Un ornitólogo puede haber observado cien cisnes blancos, o mil, o diez mil, y así concluir con creciente confianza que todos los cisnes son blancos, pero sigue siendo posible que algún día se descubra un cisne negro: probabilidad subjetiva.

Los científicos hablan de esta manera natural, calificando sus afirmaciones en un juego de disertación, no solo informando niveles estadísticos de significación, sino indicando la precaución inductiva apropiada con frases como “los datos sugieren”, “parece probable”, “por lo que hemos visto hasta ahora”, y así sucesivamente. Los no científicos a menudo consideran tales frases como signos de un conocimiento equivoco, y no como confesiones de ignorancia al no poder reducir la incertidumbre a cero, maximizar la información frente a la entropía. De hecho, lo que tales indicadores de grado de confianza representan es la epistemología básica de la ciencia; son etiquetas lingüísticas que marcan la fuerza de la evidencia acumulada y el reconocimiento siempre presente de que una mayor evidencia puede requerir un cambio. Esa es la naturaleza de la evidencia inductiva y parte de la razón por la que los descubrimientos científicos rara vez se ajustan al momento de Eureka estereotipada.

Descubrimientos (Eureka). Esto nos lleva al tercer elemento de Darwin sobre el instinto científico. Todo científico sueña con hacer un nuevo descubrimiento... de ser el primero en observar un fenómeno, identificar una nueva especie, idear un nuevo proceso o descubrir alguna ley secreta de la naturaleza. Nuestro objetivo general en la ciencia es comprender el funcionamiento del mundo natural. Al volver brevemente al conocimiento procedimental, los científicos no solo buscan descubrir métodos útiles. Uno puede descubrir métodos útiles. Uno puede descubrir no solo esa X, sino también cómo Y. En cualquier caso, el núcleo de la noción de descubrimiento está contenido en la palabra misma, descubrir es revelar y hacer aparente algo que antes estaba envuelto en una nube de incertidumbre. Su objetivo es traer luz a lo que antes estaba oscurecido. El descubrimiento rara vez es tan simple como sugiere el estereotipo, en

parte debido a los puntos mencionados anteriormente sobre la naturaleza de la justificación científica.

Al observar algo extraordinario, uno puede en principio simplemente decir “he descubierto algo interesante” en un sentido con el que nadie discutiría. Sin embargo, los científicos rara vez estarán satisfechos con esa afirmación; lo considerarán en relación con otras observaciones y teorías existentes, y lo someterá a pruebas relevantes. Por tales razones, los descubrimientos científicos generalmente ocurren lentamente. ¿Puedes decir, por ejemplo, que has descubierto algo si realmente no entiendes exactamente lo que has encontrado? Un descubrimiento requiere comprensión, no solo qué, sino la razón por la cual ocurre.

Instinto de la razón

Razón. Filosóficamente, sabemos que la razón exige que se cumpla el estándar más alto de la lógica formal o material antes de que uno llame a algo un verdadero descubrimiento científico. Para sentar las bases, en un nivel precientífico, Darwin señaló que los rasgos mentales evolucionaron. Formas rudimentarias o precursores de los rasgos humanos se encuentran en otros animales. Dado este descubrimiento, también deberíamos esperar que el conocimiento científico surgiera de formas más simples de conocimiento que precedieron a los científicos e incluso a la evolución de los seres humanos. En este nivel evolutivo básico, el descubrimiento no necesita ser articulado en el lenguaje. Desde un punto de vista evolutivo, el saber como procede la razón. La primera orden del día para un organismo es simplemente ser capaz de saber cómo sobrevivir en su entorno. ¿Cuánto necesita saber? Solo necesita hacer uso de sus instinto axiomático para ser lo suficientemente bueno en la práctica. ¿Qué tan bien tiene que razonar? Lo justo. A medida que los rasgos mentales se vuelven más complejos, los conceptos de conocimiento y razón también se vuelven más sofisticados, pero en etapas anteriores con lo que estamos tratando es con el conocimiento prelingüístico y el razonamiento a nivel innato impulsado por instintos de buscar explorar, descubrir y sobrevivir. Esto puede experimentarse inicialmente como una vaga sensación de irritación e insatisfacción, similar a una picazón que debe rascarse o una punzada de hambre que lo mueve a buscar comida. A veces, esto se siente no solo en el surco de una ceja sino también en el intestino, como ligero pero incómodo estiramiento, como un estómago que genera señales. Tal vez no sea sorprendente que

se hable de una pregunta especialmente desconcertante como algo que tiene a uno rascándose la cabeza o atando el estómago en nudos. Incluso antes de que podamos ponerle palabras y convertirla en una pregunta real, sentimos una confusión básica que debe resolverse o una necesidad que duele por satisfacer.

Para los organismos con rasgos mentales de orden superior, y en especial los primates lingüísticos de cerebro grande como nosotros, las formas en que se resuelven los problemas y se responde las preguntas son más sofisticadas. Sin embargo, algunos problemas siempre pueden seguir demasiado difíciles, incluso para seres inteligentes como nosotros. Nuestra racionalidad está limitada, como lo dijo el pionero científico cognitivo Herbert Simon, por lo que debemos esperar decisiones óptimas. Sin embargo, la evolución no requiere la perfección de los organismos; solo requiere que sean lo suficientemente buenos para la competencia del día. A medida que los rasgos mentales mejoran, también lo hace nuestra evolución cultural, incluida la ciencia. Al principio, solo necesitamos tener suficientes razones para comenzar a hacer ciencia; las normas se elevarán a partir de entonces. El punto es que, en la base, estos rasgos que constituyen las semillas de la ciencia son instintivos.

Entonces, ¿Cuál es ese instinto de verdad, conocimiento y descubrimiento? Darwin usó la palabra en otra parte, y la reconoceremos fácilmente: es la curiosidad.

La curiosidad es el instinto por la verdad

Un impulso más poderoso que la alimentación, así, el ensayista Lewis Thomas describió sobre el comportamiento humano por la “ciencia natural⁶⁷”: Los científicos en el trabajo tienen el aspecto de criaturas que siguen instrucciones genéticas; parecen estar bajo la influencia de un instinto humano profundamente enraizado. Son, a pesar de sus esfuerzos por la dignidad, más bien como animales jóvenes dedicados al juego salvaje. Cuando están cerca de una respuesta, se les ponen los pelos de punta, sudan, están inundados de su propia adrenalina. Agarran la respuesta, y agarrarla primero, es para ellos un impulso más poderoso que alimentarse o criarse o protegerse contra la falta de comida.

Thomas si bien no uso el término curiosidad, pero si la tenía en mente al hablar del impulso de los científicos para encontrar las repuesta que buscan. Thomas reconoció este tipo de comportamiento inquisitivo es instintivo, pero profesaba no saber cómo

funciona. No se puede panificar, necesita el entorno correcto de una tradición intelectual, libertad académica y un impulso a la literatura curricular abierta. Creo que podemos decir más que esto. De hecho, el propio Thomas estaba en el camino correcto, se educa a los científicos desde el fortalecimiento del instinto de curiosidad, dijo, puede implicar la competencia de leer y escribir, como el más fuerte paso en este sentido.

2.5 Un científico universitario en expansión

Un cambio en nuestras creencias más fundamentales está destinado a enfrentar la resistencia. No somos ajenos a esto; nos hemos encontrado con la oposición a nuevas formas de pensar toda nuestra vida. Cuando éramos niños, por las noches meditábamos en descubrir en un telescopio o microscopio una vida como científicos, mirando las maravillas a través de la razón. Pero la realidad parecía recordarnos que esto era solo un sueño. Al ingresar al primer grado, los estudiantes teníamos referentes de nuestros padres campesinos, carpinteros, soldadores, panaderos...., Justo allí surgió la pregunta de ¿por qué el cielo es azul?, la respuesta del profesor fue, lo “dicen los libros”, y entonces la siguiente pregunta fue: ¿Quién hace los libros? Fue hasta la era de nuestros estudios de ingeniería que un profesor expresó que el arte de pensar es la fuente de los libros y de las explicaciones incluyendo teorías sobre el color con que percibimos al cielo azul.

Nos convertimos en apasionados de la poesía, las matemáticas y la ciencia, los libros inundaron todo nuestro hogar y la economía se fue a la ruina. Los científicos están capacitados para hacer innovadoras preguntas, pero también están entrenados para ser cautelosos y racionales; su interrogatorio generalmente está dirigido a ganar profundidad incremental, no al derribo de paradigmas (modelos dominantes de explicación). Ser científico es recoger frutas y bayas evadiendo depredadores y permaneciendo vivos el tiempo suficiente para procrear ideas y diseñar experimentos para comprender la naturaleza matemática de la existencia.

“Una cosa que hemos prendido en una larga vida”, dijo Einstein, “es que nuestra ciencia, medida contra la realidad, es primitiva e infantil, y sin embargo es la cosa más preciada que tenemos⁶⁸”. Las ciencias deben trabajar con conceptos operativos simples

que la mente humana pueda comprender al transformarlos en datos. Pero a medida que la evidencia del poder de nuestra conciencia crece con el poder lingüístico humano, la ciencia puede ser la clave para responder a preguntas que antes se pensaban que estaban más allá de sus fronteras, las que nos han plagado desde antes del comienzo de la civilización.

Este será el comienzo de un manuscrito, pero no es el comienzo de nuestra historia. Eso es porque nos estamos hundiendo en una odisea en curso dentro de la literatura de los héroes del pensamiento. Es una vida que ha comenzado a leer a los gigantes del pensamiento dentro de sus conexiones de justificación y fundamentos. Nos estamos asentando mucho después de que los créditos académicos de apertura tuvieran sentido (grados académicos). Es igual al Renacimiento, ese que fue testigo de una transformación en forma que los humanos intentaron entender el cosmos. Pero incluso cuando la superstición y el miedo perdieron lentamente su control sobre nuestra curiosidad, la visión establecida que surgió distaba una división firme entre dos entidades básicas: los observadores pegados a la superficie de nuestro pequeño planeta, el vasto reino de la naturaleza que constituye un cosmos casi totalmente separado de nosotros mismos. La suposición de que estas entidades: conciencia y realidad; son dos bolas de cera completamente diferentes que han impregnado tanto el pensamiento científico que es probable que todavía sea asumido por el lector incluso ahora en el siglo XXI.

Sin embargo, la opinión opuesta no es nueva. Los primeros maestros sánscritos y taoístas declararon unánimemente que cuando se trata del cosmos, “todo es Uno”, es decir, materia y conciencia. Una unidad entre el observador y el llamado universo externo o extralingüístico, a medida que trascurrieron los siglos, eran consistentes en mantener que tal distinción es ilusoria. Algunos filósofos occidentales como Berkeley y Spinoza desafiaron los puntos de vista prevalecientes sobre la existencia de un mundo externo y su separación de la conciencia. Ahora mismo el modelado matemático estadístico considera el sesgo cognitivo como una fuente importante de error inseparable del observador y su modelo predictivo. Sin embargo, el paradigma dicotómico entre mente y materia siguió siendo el consenso de moda, especialmente en el mundo de la ciencia positivista.

Pero la minoría negacionista consiguió un megáfono importante hace un siglo, cuando algunos de los creadores de la teoría cuántica, sobre todo Erwin Schrödinger y Niels Bohr, concluyeran que la conciencia es fundamental para cualquier verdadera comprensión de la realidad. Si bien, la escritura creativa de disertación es el medio para la conciencia, fueron las matemáticas el experimento de laboratorio mental, en el curso de la formación de ecuaciones que formarían la base de la mecánica cuántica y sus innumerables éxitos, por lo tanto, también fueron pioneros que ayudaron a poner en la mesa el papel lingüístico de la conciencia, un siglo más tarde en apoyo con el terreno computacional de la racionalidad humana asistida por ordenador.

Hoy en día las rarezas del mundo cuántico como el entrelazamiento han llevado a la minoría cada vez más a la corriente principal del pensamiento moderno. Si es realmente cierto que la vida y la conciencia disfrutan de una clarificación inmediata. No son solo resultado de laboratorios extraños como el famoso “experimento de la doble hendidura” que no tiene sentido a menos que la presencia del observador esté íntimamente entrelazada con los resultados. A nivel cotidiano, cientos de constantes físicas como la fuerza electromagnética llamada “alfa” que gobierna los enlaces eléctricos entre los átomos (enlaces químicos) son idénticos en todo el universo y “establecidos en piedra” precisamente en los valores que permiten la existencia de vida. Esto podría ser simplemente una coincidencia asombrosa. Pero la explicación más simple es que las leyes y condiciones del universo permiten al observador porque el observador las genera con su base axiomática.

Nos sumergiremos en lo que Niels Bohr, el gran físico Nobel, quiso decir cuando dijo: “no estamos enseñando a los estudiantes universitarios a medir el mundo; lo estamos creando⁶⁹”. Enseñar a pensar es desenredar la lógica que la mente científica utiliza para generar nuestra experiencia espacio-temporal y obtener información sobre problemas de cómo surgen a la conciencia, explorando aquellas regiones de la realidad enredadas en el cerebro que juntas constituyen el sistema de asociación con la sensación unitaria del “yo” observador.

En la medida que reconocemos cada vez la vida más como una aventura que trasciende nuestra comprensión de sentido común, también obtendremos pistas sobre los experimentos del pensamiento, que se pueden utilizar para explicar por qué estamos aquí ahora a pesar de las probabilidades abrumadoras en nuestra contra.

Todos nosotros somos prisioneros de nuestros primeros adoctrinamientos en el hogar, porque es difícil, casi imposible, sacudirse el primer entrenamiento de uno. Por eso estos son tiempos peligrosos para la ciencia, cuando sus conocimientos contradicen a los políticos o empresarios.

Es emocionante porque algunas de nuestras preguntas más profundas por fin están siendo respondidas y nuestros problemas humanos están en la cúspide de ser resueltos. Los cambios científicos son más obvios cuando comparamos el mundo de hoy con el que algunos de nosotros estudiamos ciencias hace solo una dos décadas atrás. Este programa universitario pretende empujar aún más los límites de la educación del estilo de pensamiento científico.

Este manuscrito no es para aquellos que se resisten a creer en la evidencia que tienen ante sí. En cambio, está dirigido a estudiantes que son receptivos a revelaciones importantes basadas en observaciones y experimentación, porque eso es lo que es la conciencia, incluso si nuestro enfoque final es contraintuitivo.

Dado que el conocimiento es *sine qua non* de la ciencia, y la percepción sensorial y cognitiva basada en axiomas, son la única manera de adquirir conocimiento, la conciencia debe parecer más básica para nuestra comprensión que cualquier metodología neuronal o subsistema. Después de todo, si la conciencia humana contiene sesgos o peculiaridades fundamentales, esta podría colorear todo lo que vemos o aprendemos. Así que nos gustaría saber esto antes de continuar en nuestros innumerables métodos de adquisición de información científica, ya sean clasificaciones de datos y regresiones o taxonomías de formas de vida. La conciencia es la raíz. Es más fundamental que el disco duro de su computadora. En esta analogía, es más bien como la corriente eléctrica. Además, los experimentos desde la década de 1920 han revelado inequívocamente que la mera presencia del observador cambia una observación. Trata entonces y ahora como una rareza o inconveniente, este fenómeno sugiere fuertemente que no estamos separados de cosas que vemos, escuchamos y contemplamos. Más bien, nosotros —la naturaleza y el observatorio— somos una especie de entidad inseparable. Esta simple conclusión se encuentra en el corazón de la conciencia.

Pero, ¿qué es esta entidad? Desafortunadamente, dado que la conciencia se ha estudiado superficialmente y en gran medida sigue siendo un misterio, la amalgama que es “conciencia y materia” es igualmente enigmática, de hecho, más aún. Al estudio superficial, referimos que mientras que la neurociencia ha progresado impresionantemente desde la determinación de qué partes del cerebro controlan varias funciones sensoriales y motoras hasta explorar cómo las redes complicadas de neuronas codifican conceptos, este mismo campo ha hecho poco para revelar problemas fundamentales profundos sobre cómo la conciencia surge de la materia en primer lugar, el llamado “gran problema de la conciencia”.

Tal vez la investigación no quiere, ya que esos problemas fundamentales han demostrado ser obstinados e inmunes a la elucidación a través de las herramientas habituales de la ciencia. ¿Cómo empezar a diseñar un experimento que resulte en información objetiva sobre este fenómeno subjetivo?

No se puede negar que los científicos tienen los mismos sueños y prejuicios que todos los demás, y tienen puntos de vista que pueden no ser siempre del todo objetivos. Lo que un grupo de científicos llama “consenso”, otros lo ven como “dogma”. Lo que una generación considera un hecho establecido, la próxima generación demuestra ser un malentendido ingenuo. Al igual que en la religión, la política o la educación, los argumentos siempre han estallado en la ciencia. A menudo existe el peligro de que, mientras una cuestión científica sigue sin resolverse, o menos abierta a dudas razonables, las posiciones que ocupan cada lado del argumento pueden convertirse en ideologías arraigadas. Cada punto de vista puede ser matizado y complejo, y sus defensores pueden ser tan inquebrantables como serían en cualquier otro debate ideológico. Y al igual que con las actitudes sociales sobre religión, política o cultura a veces necesitamos una nueva generación para venir, sacudirnos los grilletes del pasado y hacer avanzar el progreso del debate.

Pero también hay una distinción crucial a la ciencia, en comparación con otras disciplinas. Una sola observación cuidadosa o resultado experimental puede hacer que una visión científica o una teoría de larga data sean obsoletas y reemplazables con una nueva visión del mundo. Esto significa que esas teorías y explicaciones de los fenómenos naturales que ha sobrevivido a la prueba del tiempo son las que más confiamos. La tierra va alrededor del sol y no al revés; el universo en expansión y no

estático; la velocidad de la luz en un vacío siempre mide lo mismo sin importar la velocidad con la que se mueva el observador; y así sucesivamente.

Ante una nueva idea que se hace de un descubrimiento científico importante, que cambia la forma en que vemos el mundo, no todos los científicos la comprarán en el inmediato tiempo, pero ese es su problema; el progreso científico es inexorable, que, por cierto, siempre es algo bueno: el conocimiento y la iluminación son siempre mejores que la ignorancia. Comenzamos con no saber, pero buscamos averiguar... y, aunque podamos discutir en el camino, no podemos ignorar lo que encontramos. Cuando se trata de nuestra comprensión científica de cómo es el mundo, la noción de que la ignorancia es dicha carga tiene sentido. Como dijo Douglas Adams una vez: “yo tomaría el asombro de la comprensión sobre el asombro de la ignorancia cualquier día⁷⁰”.

Módulo 3. Negacionistas

3.1 Los científicos

Los científicos no se limitan a la razón, son capaces de probar sus teorías frente a la evidencia empírica⁷¹. Los negacionistas son quizás el tipo más difícil de tratar de los charlatanes, porque muchos de ellos se entregan a la fantasía de que en realidad están adoptando los más altos estándares de rigor científico, incluso mientras repudian los estándares científicos de la evidencia. En temas como el cambio climático antropogénico, y el plagio que causa debilidad intelectual; la mayoría de los negacionistas realmente no tienen ninguna otra ciencia que ofrecer; simplemente no les gusta la ciencia que tenemos. Ellos creerán lo que quieren creer y esperarán a que las evidencias se acomoden algún día. Buscarán cualquier excusa para demostrar que sus creencias mal justificadas realmente son mejores que los hechos producto del cotejo racional de datos y teorías revisadas por pares. Si bien, es posible que en realidad no les importa la evidencia empírica, en un sentido convencional, ninguna evidencia

podría convencerles de renunciar a sus creencias, sin embargo, parecen ansiosos por usar cualquier evidencia existente para respaldar su creencia preferida.

Pero todo esto se basa en un malentendido radical o mal uso del papel del orden en la creencia científica. Como sabemos, la creencia científica no requiere demostración o ser verdad absoluta, pero es mejor que pueda sobrevivir a un desafío de refutar la evidencia y el escrutinio crítico de sus pares. Pero ese es solo el problema. La hipótesis negacionista parece basarse en la intuición deseada, no en los hechos justificados. Si una creencia no se basa en evidencia empírica, ¿cómo podemos convencer a alguien para que la modifique basándose en evidencia empírica? Es casi como si los negacionistas estuvieran haciendo afirmaciones basadas en la fe.

Como es de esperar, la mayoría de los negacionistas no se ven a sí mismos como negacionistas; prefieren llamarse a sí mismos “escépticos” y se ven a sí mismos como defensores de los más altos valores científicos, que sienten que han sido comprometidos por aquellos que están en contra de sus ideas. Los negacionistas suelen afirmar que al haber mejor evidencia disponible, es signo, de fraude o ha sido contaminada por aquellos que están tratando de encubrir algo perverso.

Los negacionistas aseguran que los científicos cognitivos de todo el mundo están exagerando los datos sobre: se afirma que leer y escribir nos hace más inteligentes; negándose a considerar las hipótesis alternativas, porque aseguran que estos científicos quieren crear más trabajo para sí mismos u obtener más dinero para subvenciones. Los negacionistas suelen agregar que a mayor evidencia disponible, es señal fraudulenta u ocurrió contaminación de datos; es que ellos mismos son prueba de que llegaron a ser líderes políticos y gobierno sin necesidad de leer y escribir en su vida como medio de aprendizaje. Esto es lo que hace frustrante tratar con negacionistas. No se ven a sí mismos como ideólogos, sino como escépticos que no serán engañados por herramientas matemáticas, experimentos controlados y probabilidad subjetiva bayesiana. No están sucumbiendo a teorías conspiradoras altamente improbables sobre la evidencia, estos personajes sin apoyo empírico afirman en lo que ellos tienen fe. Es por ello, por lo que se sienten justificados en su firme negativa a cambiar sus creencias. Después de todo, un buen escéptico se considera a sí mismo, un héroe que no fue convencido por el rigor científico y el lenguaje matemático.

¿Los científicos son escépticos? Creo que la mayoría lo son, no en el sentido de que creen que el conocimiento es imposible, sino que deben confiar en la duda como crisol para poner a prueba sus propias creencias antes incluso de que hayan sido comparadas con los datos de audaces diseños experimentales. Llamamos a esto escepticismo científico. La capacidad de criticar la propia obra, para que pueda fijarse antes de mostrársela a cualquier otra persona, es una herramienta importante de la ciencia⁷². Cuando ofrece el científico una teoría al mundo, una cosa es segura, no será tratada suavemente. Los científicos no suelen salir a recopilar solo los datos que apoyan su teoría, porque nadie más hará eso. Como dijo Popper, la mejor manera de saber si una teoría es buena es someterla a tanto escrutinio como sea posible para ver si falla.

3.2 Algunos insisten en que la “Tierra es plana” en la universidad

Para nuestros estudiantes, les es difícil mantener la mente concentrada, cuando les saltan palabras que no tienen para su vocabulario sentido y, desde luego que renuncian a investigarlas. Suele ser más fácil, descartar como cuerdo al profesor que invita a razonar con un lenguaje profundo de la realidad. No estamos diciendo que todos sean delirantes, pero hay un hilo conductor aquí que exige agenciar conocimiento. En lugar de hablar de un trauma de la vida, es mejor hablar de aprender en la complejidad. Muchos se sienten atraídos por la idea de la conspiración para educar universitarios “mediocres”. Al pretender aprender desde la literatura el modo científico de pensar, se está tratando de sanar la herida de la educación que solo presenta información y no disertación como proceso intelectual.

Se ha notado que varios “terraplanistas” parecen alineados o marginados de la sociedad del conocimiento. Pero, eso era fácil de atribuir a su creencia de que la misma Tierra es plana. Cuando un profesor confía en el discurso estructurado de la literatura más elegante, a menudo son perseguidos por la burocracia por sus puntos de vista y pagan un alto precio, son marginados de la comunidad y el trabajo en colaboración. ¿No le parece atractivo explicar todo esto a través de alguna conspiración gigante?

Llegué a la conclusión que tal vez la idea de la “Tierra Plana” no es tanto una ciencia que alguien aceptaría sobre la base de evidencia experimental, sino como una identidad de mínimo esfuerzo intelectual. El modo de pensar científico podría darle a los jóvenes un propósito de vida, creemos que no leer puede explicar algunos traumas

de la mala educación primaria, u otras dificultades de la vida... por ejemplo, creer que ya que las elites en el poder eran todas corruptas y conspiraban contra su persona... pero dejó de lado que usted, ni nadie más, se marginó realmente de la evidencia en lo absoluto. La evidencia solo era una gran racionalidad porque los terraplanistas la tomaron como puro bla-bla de la literatura científica. Personalmente creemos que la falta de humildad intelectual para desafiar nuestras creencias, tiene como fin, tomar un camino del mínimo esfuerzo intelectual. Esto significa que no podemos pedirles que cambien sus creencias porque las consideran parte de su identidad. ¿Cómo podríamos hacer para que alguien comenzara a comprender que su sistema de creencias está equivocado, sin hacer que pareciera que lo estamos atacando como persona?

3.3 Aprenda los modos de conocer imaginativo de la mejor ciencia moderna

No hay duda que a nuestro juicio, para formar un científico, es necesario desarrollar el poder creativo de su imaginación cuando lee y escribe para pensar. Nos dimos cuenta, solo cuando un profesor nos habló sobre el lado creativo de las ciencias, lo hizo fuera del nuestro plan de estudios. La ciencia generalmente se define como conocimiento especializado⁷³. Pero, ¿de dónde viene este conocimiento? ¿Dónde más que de las nuevas formas y dispositivos intelectuales para realizar disertaciones, diseños experimentales y ciencia de datos? La base de tal terreno es literatura, pero a esto ahora se conoce como experimentación racional, y con razón, debido a su orden y su contabilidad.

Debemos cambiar el estado mediocre de ver a la ciencia como un cuerpo de verdades, por uno que se transforma en una concepción dinámica de la ciencia como una búsqueda definida. La ciencia es un proceso creativo para explorar nuestra ignorancia. La ciencia es esa porción de conocimiento acumulativo en la que los nuevos conocimientos a partir de disertar y experimentar, observar, calcular, demostrar conducen a una mayor experimentación y observación.

Solo recientemente las universidades han reconocido el papel creativo de la formación científica en STEM. Para enfatizar en la importancia creativa de la capacidad de ingeniería, ciencia y humanidades, la lectura y escritura de disertaciones crea y da acceso a los más jóvenes al pensamiento original. La originalidad hace hombres y

mujeres: ciudadanos, profesionales y líderes del conocimiento y no meras cajas que almacenan información cruda y que se repite para verificar que la contienen.

El acto creativo del científico es similar al de otros artistas, tales como músicos y poetas, la imaginación transita por una tradición intelectual, entra en la elaboración de piezas de diseño experimental, interpretación matemática y crear hechos dentro de contextos teóricos e intentar su comprensión hipotética enfrentando datos y evidencias.

Después de jornadas intensas de trabajo formal, aparecen las respuestas cuando menos las esperamos. Todavía no conocemos a hombres de ciencias fríamente calculadores que exploran lo desconocido con certezas de descubrimiento o invención sorprendente. La mayoría de las veces, el científico más imaginativo es quien asciende al puesto de investigador, diseñador, académico... consagrado. Por supuesto debe tener una fuerte preparación técnica en tareas intelectuales, pero, para ser la verdadera bujía de su vida, debe alentar a los que lo rodean a hacer lo mismo: los más serios y rigurosos intelectuales de su tiempo.

3.4 Agenciar los modos científicos de conocer: el deber del universitario

Procesos atencionales antes que proposicionales, decir, reflexión antes que operaciones de lógica formal. El objetivo es comprender el fenómeno de la agencia epistémica (formas de **apropiación de modos de conocer**) en términos de atención selectiva e identificar desde la psicología el fenómeno. La ciencia cognitiva moderna afirma que hacernos de conocimiento requiere agencia⁷⁴. Nuestra vida intelectual depende de la agencia cognitiva para el conocimiento⁷⁵. ¿Es necesario cualquier forma de agencia epistémica para el conocimiento? El tema principal de este análisis son los procesos de formación y revisión de creencias, es un fenómeno psicológico, por lo que se entiende relevante para la teoría psicológica. Debido a que damos voz desde el principio a la psicología, la postura es que la atención selectiva impacta sobre el desempeño de conocimiento del individuo. Los individuos se elevan como virtud o como culpa desde sus actos de conocimiento, esta ética también participa en los procesos intelectuales. La virtud sobre el conocer refiere a justificar, comprender, explicar, demostrar, fundamentar... en sí la sabiduría, y otros logros epistémicos. El deber de agenciar los modos científicos de conocer impactan en el proceso de culpa para quien pretende ser solvente, digno, íntegro y profesional en la formación universitaria.

La virtud de agencia, enfatiza la verdad de las capacidades y habilidades de los modos de conocer del universitario, como la visión, la memoria, la comunicación escrita y las formas básicas de razonamiento en el modelado deductivo e inductivo confiable. Estos son los procesos y sistemas de pensamiento que estamos dispuestos como universitarios a agenciar y dispuestos a manifestar cada vez que pensamos en el aprendizaje del estilo científico, que es donde pasamos la mayor parte de nuestro tiempo de vigilia entre jóvenes universitarios. El éxito de los jóvenes universitarios depende de el entrenamiento de su cognición real esencialmente, hacer esto una virtud y sembrar la culpa como motor de reivindicación, afirmación para estar dispuestos a hacer del proceso intelectual un recurso valioso de nuestra vida.

La atención que ponemos a los modos de conocer y la capacidad intelectual, constituyen la forma más importante de integración de agencia epistémica y ética. Es una cuestión de integración de reflexión y respaldo consciente, de las muchas perspectivas racionales desde Descartes hasta nuestro tiempo. Los psicólogos que trabajan en la tradición de la “teoría de la actividad” afortunadamente comprenden que el conocer exitoso implica una destreza mental de los modos de conocer en la ciencia⁷⁶. Esta destreza mental surge de la reflexión y la agencia de modos de conocer. La **reflexión** es un proceso complejo de la conciencia que guían la acción, son la actividad mental de integración de las motivaciones necesarias para trabajar en entornos de incertidumbre y complejidad⁷⁷. Esta es una forma espacial de educación científica bajo el modelo STEM de dos pilares: la energía mental que surge de la reflexión (la atención) y la agencia epistémica de los procesos del estilo académico y científico.

Participar de aprender algún objeto de estudio dentro de un plan curricular universitario, es una actividad que requiere destreza en los modos de conocer y ser dirigido por los estados de reflexión que logramos comprender en el continuo movimiento de conocer desde la literatura y, la forma en que socializamos las ideas con nuestro entorno intelectual. Los teóricos de la atención post-voluntaria, presentan un marco para las habilidades requeridas para satisfacer de manera confiable y encontrar soluciones a problemas bien definidos⁷⁸. Requieren habilidades en los modos de conocer y atención creada por reflexión, para lograr concentración e ignorar con éxito la información irrelevante para nuestras tareas intelectuales. La distracción, puede

significar un fracaso, una frustración y la pérdida de virtud intelectual. Ignorar la información incorrecta evita la sobrecarga cognitiva. La agencia por reflexión de síntesis del objeto de estudio, logra esto porque las necesidades, intereses y motivos que explican y racionalizan una acción implicarán nuestra atención sobre la gran cantidad de información relevante. De lo contrario, el aprendiz (el agente), podría considerar que la habilidad de los modos de conocer científico, se procesa inconscientemente o sin juicio explícito de la información disponible, y esto podría socavar cualquier afirmación de que el conocimiento requiere agencia epistémica del estilo científico de conocer.

Sin embargo, el hecho de que alguien domine las muchas partes de las actividades intelectuales del modo de conocer científico, esta actividad puede parecer para un observador, que se procesan de forma automática e inconsciente, en muchos casos los agentes en realidad muestran solvencia en el éxito de su oficio intelectual. Para comprender cómo funciona realmente la agencia epistémica en la mayoría de las actividades regulares de la vida, es esencial comprender este tipo de habilidad cognitiva dirigida a objetivos científicos, académicos, de ingeniería y diseño; la destreza requiere coordinar el acto de conciencia por síntesis del contenido y habilidades modulares de disertar: fundamentar, justificar, demostrar, calcular, sintetizar, categorizar, narrar..., dirigida a objetivo científico y académicos. La justificación reflexiva como atención y concentración, también es una destreza importante de la habilidad de síntesis necesaria para agenciar motivación.

La capacidad de integración de procesos intelectuales del estilo científico, enfatizan los teóricos que requiere una introspección consciente y reflexiva que nos da un proceso de síntesis de textos⁷⁹. En muchos, caso la introspección en realidad asegura el éxito de una acción y la necesidad de agenciar modos de conocer científico. Una cosa que aprendemos como profesores universitarios, es que quien no reflexiona, sintetiza textos como estado del arte y gana concentración en el tipo de información específica; la agencia no es exitosa y por ende su educación se ve comprometida por falta de atención.

La atención selectiva humana desde donde atendemos activamente algo por una razón o propósito. Es la atención (concentración enfocada) en parte, la forma importante de agencia epistémica (modos de conocer), y es una de las piedras angulares de la cognición humana más confiable. Atender a un objeto a lo largo del tiempo, investigar

objetos al mismo tiempo y en diferentes formas de atención. La falta de motivación por los modos de conocer tiene un valor epistémico adicional en las formas de ignorancia y falta de atención sostenida en el conocimiento académico y científico⁸⁰. El aprendiz universitario que se pregunta por el mundo, le implica una representación introspectiva y consciente de que están mucho más cerca de las necesidades y de los deseos que de las intenciones de actuar solo para una calificación.

Leer y sintetizar haciendo preguntas en la literatura, esto marca una diferencia fundamental en la forma en que comprendemos la motivación de los modos de conocer. Esta forma de análisis lógico de las ideas, nos revelan los recursos teóricos presenten en las narrativas de los textos científicos y académicos. Pueden ser capturados los modos de conocer por motivos reflexivos. Al escribir la organización de las notas tomadas en nuestras lecturas ensayamos la forma en que las normas epistémicas científicas obtienen un control de rigor del razonamiento, así el aprendiz compra para sí (agencia) a sus intereses las maneras del pensar científico.

Es difícil convencer al estudiante universitario de la relación “a causa de” que conecta adecuadamente a un aprendiz con sus logros científicos y académicos, de modo que el logro se debe a las habilidades en los modos de pensar de disertación y, por lo tanto, es un éxito acreditado en el estudiante universitario de lo que es capaz de escribir de manera original. La competencia intelectual es comprender los requisitos para producir conocimiento científico de la relación “a causa de” y la motivación al análisis⁸¹. Esta es la relación que conecta a un aprendiz con sus éxitos de una manera que hace que el éxito sea lo suficientemente acreditado por los productos científicos que desarrolla. Es una tradición que se remonta a Aristóteles, un acto de virtud que la persona manifiesta en su carácter, coraje, determinación intelectual.

El éxito se debe a ciertas excelencias en el aprendiz y, por lo tanto, es acreditable a las virtudes exigidas en los modos de conocer científico sobre problemas complejos en la causalidad y la acción en juego en el diseño experimental. A grandes rasgos, esto nos dice que una creencia científica tiene una posición normativa epistémica, es una actitud positiva a actuar en disertación sobre una realidad con algún deseo de conocer.

Hay muchos puntos en los modos de conocer significativos reunidos en nuestro concepto de “epistémico”. El éxito relevante (satisfacer el deseo de conocer) se debe a

las habilidades integradas de disertar y que involucran al mundo del aprendiz. El punto de partida y sostenido del modo de conocer, hace necesario la atención, la disposición y la motivación dirigida al conocer el mundo y sus razones internas.

3.5 El profesor de ciencias

Durante muchas décadas, lo que saben los profesores y cómo utilizan sus conocimientos para realizar la labor docente ha sido un tema de interés para los investigadores en educación, los formadores de docentes y los formuladores de políticas educativas⁸². En sus artículos seminales, Shulman introdujo una nueva forma de pensar sobre el contenido del conocimiento docente. Shulman en Harvard propuso que la base de conocimientos de los profesores comprende al menos siete categorías de conocimientos: [conocimiento del contenido](#); [conocimiento pedagógico](#); [conocimiento curricular](#); [conocimiento de los alumnos](#); [conocimiento de contextos](#); [conocimiento de los fines, propósitos y valores educativos](#); y [conocimiento del contenido pedagógico](#) (PCK⁸³). De estas categorías, PCK ha generado un interés particular ya que representa la provincia única del conocimiento para la enseñanza que distingue a los maestros de los especialistas en contenido, y la idea ha generado muchos estudios empíricos sobre el conocimiento de los maestros, particularmente en los dominios de las ciencias y las matemáticas. Sin embargo, a pesar de su potencial para hacer avanzar el campo, la diversa comprensión e interpretación de PCK que se ha producido desde sus inicios ha limitado en gran medida su utilidad en la investigación, la formación docente y las políticas⁸⁴. El propósito de revisar y sintetizar la literatura empírica para identificar específicamente cómo los investigadores de PCK investigan la PCK de los profesores de ciencias es la de comprender el papel del profesor universitario. Aunque hay varios artículos sobre el PCK de los profesores de ciencias⁸⁵ y conocimiento profesional de los profesores de ciencias⁸⁶, estas investigaciones no proporcionan un análisis en profundidad de las metodologías de investigación utilizadas. Las investigaciones recientes de cómo los científicos investigan el PCK de los profesores de matemáticas⁸⁷ y el conocimiento del contenido pedagógico tecnológico de los profesores⁸⁸ (TPACK) se centra en cómo se investiga la ciencia PCK en estudios empíricos, esto se publicó hace unos 20 años por primera vez⁸⁹.

Creemos que la literatura moderna revela las diversas formas en que se utiliza, interpreta e investiga el concepto de PCK dentro de la comunidad de investigación en educación científica. Dicha información es importante para avanzar en el campo al revelar la convergencia y divergencia en el pensamiento en torno al concepto de PCK e identificar brechas en el estado actual del conocimiento sobre la investigación del PCK de los profesores de ciencias.

El concepto de **conocimiento pedagógico del contenido** (PCK). En su discurso la Asociación Estadounidense de Investigación en Educación, introdujo por primera vez el constructo académico de PCK para comprender lo que es un profesor y su paradigma del “punto ciego con respecto al contenido que ahora caracteriza a la mayoría de las investigación sobre la enseñanza”. Aunque su introducción sirvió para desviar la atención de la investigación de un enfoque exclusivo en los procedimientos de enseñanza e instrucción para incluir el estilo del conocimiento de la materia, se argumentó que PCK va más allá del conocimiento de la materia *per se* a la dimensión de la materia para la enseñanza. PCK abarca la idea única de que los profesores se agencian conocimiento para los temas que enseñan con más regularidad en el área temática, las formas más útiles de representación de esas ideas, las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosas, en un discurso de disertación y narrativa; las formas de representar y formular el tema que lo hagan comprensible para los demás... [y] una comprensión de lo que hace que el aprendizaje de temas específicos sea fácil o difícil: las concepciones y preconceptos que los estudiantes de diferentes edades y orígenes traen consigo al aprendizaje de los temas y lecciones enseñados con mayor frecuencia. Un campo de conocimiento tan distinto es particularmente atractivo tanto para los formadores de profesores de ciencias como para los investigadores, ya que es bien sabido que las (pre) concepciones de los estudiantes pueden influir mucho en el aprendizaje de las ciencias⁹⁰, requiriendo que los maestros usen estrategias y representaciones de instrucción específicas para ayudar en el aprendizaje de los estudiantes. Desde la década de 1980, la idea de PCK ha prevalecido en gran medida en la literatura sobre educación científica. Se utiliza ampliamente, por ejemplo, como lente teórica para investigar el conocimiento profesional de los profesores de ciencias⁹¹. Los documentos de política, los estándares científicos profesionales y la literatura internacional consideran inequívocamente una buena comprensión de PCK como esencial para la enseñanza de ciencias de alta calidad⁹².

Aunque la comunidad de educación científica ha adoptado la idea de PCK, han surgido varios debates sobre su naturaleza y contenido a medida que los investigadores y educadores se han esforzado por utilizar el constructo en su trabajo. Los debates notables giran en torno a las siguientes preguntas:

(1) ¿Es PCK un cuerpo de conocimiento "independiente" y distinto? ¿Cómo se relaciona el PCK con la base de conocimientos profesionales para la enseñanza? Shulman consideró PCK como una de las siete categorías de conocimiento docente dentro de la base de conocimiento docente y creía que PCK surge y crece a medida que los profesores transforman su conocimiento del contenido con el propósito de educar⁹³. Los críticos de su propuesta dudaban de que el PCK pudiera distinguirse de otras categorías de conocimiento, como el conocimiento del contenido⁹⁴. Otros siguieron la propuesta original de Shulman y argumentaron que ver PCK como una categoría distinta de conocimiento destaca que PCK es más que la suma de las categorías de conocimiento a partir de las cuales se sintetiza PCK, agregan que tomar esta posición haría explícito un mecanismo transformador mediante el cual los profesores desarrollan su PCK (es decir, cómo los profesores "convierten" su materia en PCK).

(2) ¿Es la forma de conocimiento de PCK, un conjunto de habilidades, una disposición o alguna combinación de las mismas? Shulman originalmente consideró PCK como una forma de conocimiento profesional necesario para enseñar con éxito cierto contenido a grupos particulares de estudiantes. Identificó dos subconjuntos de conocimientos que en conjunto comprendían PCK, es decir, el conocimiento de las estrategias de instrucción apropiadas para un tema específico y la representación y comprensión de las dificultades de aprendizaje y (pre) concepciones de los estudiantes. Sin embargo, una variedad de puntos de vista epistemológicos sobre lo que cuenta como "conocimiento" comenzó a surgir y el debate que surgió de puntos de vista tan divergentes añadió complejidad a la naturaleza de PCK. Por ejemplo, algunos investigadores creen que la PCK también debería abarcar atributos no cognitivos, de ahí la adición de componentes afectivos a sus modelos de PCK, como las concepciones de los profesores sobre el propósito de la enseñanza de la materia, la eficacia del profesor, emociones y orientaciones para la enseñanza de la ciencia. De manera

similar, algunos investigadores adoptan una visión más estática del conocimiento, observando **lo que se conoce** como algo que una persona posee en su mente, mientras que otros adoptan una visión más dinámica que considera el conocimiento como parte de la acción de procesos intelectuales. Los investigadores en este último campo se esfuerzan por capturar y retratar PCK en el acto de enseñar procesos particulares.

(3) Si PCK es un cuerpo de conocimiento independiente, ¿qué componentes deberían incluirse? La mayoría de los investigadores, si no todos, han ampliado los dos componentes avanzados en el modelo PCK de Shulman. Aparte de los componentes afectivos, otros componentes comúnmente agregados incluyen el conocimiento curricular (es decir, el conocimiento sobre las metas y el alcance del currículo⁹⁵) y el conocimiento de la evaluación (es decir, el conocimiento sobre qué y cómo evaluar⁹⁶). Algunos adoptan una visión más estrecha y parsimoniosa de lo que comprende PCK y limitan los componentes de PCK a unos pocos componentes en sus modelos, mientras que otros adoptan una visión más abarcadora de PCK.

(4) ¿Es PCK un contexto específico? ¿Se puede investigar PCK fuera del contexto del aula? Algunos investigadores sostienen que la PCK se puede investigar utilizando pruebas estandarizadas de lápiz y papel que carecen de contextos de aula, mientras que otros afirman que la PCK de un profesor no existe en el vacío, sino que se sitúa en contextos de aula específicos. Se distingue dos perspectivas para investigar la PCK⁹⁷: una perspectiva cognitiva y una perspectiva situada. Aquellos que adoptan una perspectiva cognitiva suelen investigar la PCK de forma independiente fuera del contexto del aula, mientras que los investigadores que adoptan una perspectiva situada examinan cómo se representa la PCK en un contexto de aula específico. Paradigmáticamente, el primer grupo ve el conocimiento como ubicado "en la cabeza" de un maestro, mientras que el segundo ve el conocimiento como un "activo social" que es significativo solo en el contexto de su aplicación⁹⁸, esto sugieren que el primer campo considera PCK como "conocimiento para profesores", un conocimiento que es bastante estático y prescriptivo por naturaleza. Este último grupo ve PCK como el "conocimiento de los profesores", que los profesores desarrollan a partir

de sus oportunidades de aprendizaje formal y sus propias prácticas profesionales.

(5) ¿Es PCK individual o colectivo? Existe cierto debate sobre si PCK existe a nivel individual o grupal. Algunos estudiosos subrayan la naturaleza personal y privada de PCK⁹⁹. Otros opinan que a pesar de la naturaleza idiosincrásica de la PCK de los individuos, se pueden identificar puntos en común en la PCK de un grupo de profesores para generar una forma más general de PCK. Algunos incluso van un paso más allá al introducir la idea de PCK indispensable¹⁰⁰. Canonical PCK, por ejemplo, se refiere a "PCK que está ampliamente aceptado y formado a través de la investigación y/o la sabiduría colectiva de expertos de la práctica¹⁰¹". Esta perspectiva sugiere que PCK es definida normativamente por investigadores y expertos.

(6) ¿Cuáles son los niveles o tamaños de grano apropiados de PCK? Algunos investigadores destacan la naturaleza genérica de PCK¹⁰², mientras que otros sostienen que el valor de PCK radica en su especificidad de tema¹⁰³. Otros creen que, además del PCK de un tema específico, los profesores también requieren PCK para las prácticas disciplinarias, que abarca el conocimiento para ayudar a los estudiantes a comprender las actividades auténticas de una disciplina, las formas en que se desarrolla el conocimiento en un campo en particular y las creencias que representan una comprensión sofisticada de cómo funciona el campo¹⁰⁴, además, se proponen que PCK existe en tres niveles diferentes: PCK general (también llamado PCK específico del sujeto); PCK específico de dominio; y PCK de temas específicos¹⁰⁵.

Estas opiniones divergentes sobre PCK requieren una revisión más exhaustiva de estudios sobre el conocimiento de los profesores de ciencias, al etiquetar la investigación de PCK como "preciencia". Lamentamos la complejidad del uso inconsistente e incoherente de términos y metodologías dentro del campo PCK y se requiere una connaturalización futura más coherente que permita basar sus hallazgos en los de otros campos y crear un cuerpo común de literatura.

Las expectativas a las que se enfrentan los profesores en su vida profesional son múltiples. Se espera que los maestros, por ejemplo, organicen oportunidades de

aprendizaje en literatura académica que ayuden a los estudiantes a desarrollar competencias en dominios como la ciencia¹⁰⁶, para desarrollar una relación de colaboración con sus colegas¹⁰⁷ o para asesorar de manera eficaz¹⁰⁸. Para cumplir con estas expectativas, los maestros requieren un amplio espectro de conocimientos y habilidades, así como orientaciones y creencias motivacionales. El conocimiento y las habilidades, así como las orientaciones y creencias motivacionales necesarias para actuar con éxito en su vida profesional, es lo que constituye la competencia profesional de los docentes¹⁰⁹. Ha habido una multitud de esfuerzos para describir los diferentes elementos de la competencia profesional de los docentes, cómo se desarrollan y cómo se desempeñan en la vida profesional. Uno de los más influyentes ha sido la propuesta de Shulman sobre el **conocimiento pedagógico del contenido** (PCK) como la provincia única de los profesores que se encuentra entre el conocimiento de la materia o el contenido (CK) y el conocimiento pedagógico general (PK). Este triplete de bases de conocimientos profesionales ha servido como marco teórico en muchos estudios diferentes que investigan la competencia profesional de los profesores de ciencias, cómo se desarrolla o cómo se desarrolla en la enseñanza. Sin embargo, la base de conocimientos de PCK ha estado sujeta a diversas conceptualizaciones. En el campo de la formación e investigación del profesorado de ciencias, el modelo de consenso refinado (RCM) de PCK, representa el último y más elaborado esfuerzo de proponer un modelo unificado de competencia profesional de los profesores de ciencias¹¹⁰. El modelo incorpora tres conceptualizaciones distintas (dominios) de PCK: el conocimiento profesional especializado de un profesor de ciencias que comparte con muchos otros profesionales en el campo y se desarrolla fuera de su propio salón de clases en la educación formal del profesorado de ciencias o el desarrollo profesional. Cursos: dicho conocimiento se deriva del conocimiento canónico colectivo de la educación científica (colectivo o cPCK); el conocimiento profesional personalizado y las habilidades relacionadas con el contexto del aula de un profesor de ciencias individual (personal o pPCK); y el subconjunto único de conocimientos y habilidades que un profesor de ciencias utiliza para participar en acciones y razonamientos pedagógicos durante la planificación, enseñanza y reflexión sobre una lección específica (promulgada o ePCK). El RCM también reconoce que bases de conocimientos profesionales más amplias, como CK y PK, son fundamentales para el desarrollo de estos tres ámbitos de PCK. Además, el RCM destaca la relevancia de diferentes amplificadores y filtros, como las orientaciones motivacionales, para intercambiar entre

los tres reinos de PCK a medida que los profesores de ciencias desarrollan competencias profesionales a lo largo de sus carreras.

El RCM describe la competencia profesional de los profesores de ciencias como una serie de bases de conocimiento interdependientes que los profesores desarrollan a lo largo de su carrera y en las que basan su planificación, desempeño y reflexión de la instrucción. En el modelo, el borde exterior de la competencia profesional docente en ciencias comprende cinco bases de conocimiento profesional más amplias distintas de PCK: conocimiento pedagógico (PK), conocimiento de los estudiantes, conocimiento curricular, conocimiento de evaluación y, lo más importante, conocimiento de contenido (CK). Sin embargo, los tres reinos internos de PCK forman el núcleo de la competencia profesional docente en ciencias. El RCM organiza estos tres reinos en un continuo desde el PCK compartido públicamente de un grupo de profesionales en la enseñanza de ciencias hasta el conocimiento privado de un profesor de ciencias individual. El ámbito más público de PCK se denomina PCK colectivo (cPCK), ya que representa el conocimiento relacionado con la enseñanza de una materia, tema o concepto de ciencias en particular compartido entre un grupo de profesionales (por ejemplo, profesores, formadores de profesores e investigadores en formación de profesores). Dicho conocimiento se genera a través de la investigación en educación científica o ejemplos de mejores prácticas desarrollados o aprobados por una comunidad profesional. Es decir, a nuestro entender, los conocimientos canónicos comunicados en la formación o profesionalización del profesorado. El cPCK de un profesor individual en ciencias es su conocimiento de este conocimiento canónico que no se deriva de sus propias experiencias docentes, sino que se refuerza potencialmente con ellas. El ámbito que representa el conocimiento más privado situado en el contexto del aula es el PCK personal (pPCK), que es el conocimiento y las habilidades acumulados de un profesor de ciencias individual que refleja las propias experiencias de enseñanza y aprendizaje del profesor. El ámbito más privado de PCK, el núcleo mismo de la competencia profesional docente, es el PCK promulgado (ePCK): el conocimiento y las habilidades que usa un maestro de ciencias en un contexto específico para que estudiantes específicos logren una meta específica.

Módulo 4. Predictibilidad *versus* tecnología

4.1 Aprender matemáticas, es aprender nuevos modos de “ver”

La universidad ve a los científicos articulando construcciones conceptuales que proporcionan puntos de vista para modelar hechos, situaciones, estructuras, eventos, procedimientos y caracterizaciones empíricas y matemáticas. Si bien, sus técnicas o métodos están entrelazados con las características lógicas del lenguaje, las matemáticas no son reducibles a un solo “fundamento”, como la lógica de segundo orden o teoría de conjuntos¹¹¹. Wittgenstein sugiere a las matemáticas como una mezcla multicolor de técnicas, para matizar el tipo de antifundamentalismo que siempre instó. Los aspectos matemáticos se descubren o revelan, mientras que las técnicas matemáticas se inventan. Por lo tanto, son tanto descubrimiento como invención.

Esta es una forma realista en el realismo¹¹²: realismo sin metafísica fundamentada y sin epistemología particular o teoría de la mente. Traspone lo que a menudo se llama “realismo”. Al observar un cubo dibujado en el papel, los aspectos son modales, adjuntando a posibilidades y necesidades: campos de importancia, oportunidad para proyectar y crear instancias de sus conceptos. Vemos a través de la imagen a nuestra propia visión de ella como una realización de una manera entre otras. Lo que vemos se ve, pero también vemos. Es decir, estructuramos lo que vemos, a veces viéndolo de nuevo. Hay un aspecto activo y un aspecto pasivo en esto. Los aspectos se muestran a sí mismos (la voz del medio). Lo que estamos viendo no es simplemente un dibujo real en una página. También podemos “ver” en estos dibujos sus posibilidades de proyectar nuestros conceptos. Aquí tomamos la modalidad como primitiva.

Wittgenstein siempre rechazó la idea “platónica” de que las matemáticas revelan entidades reales, hechos abstractos o reinos que explican nuestras prácticas

matemáticas pero son casualmente inertes. El realismo aspectual es un sustituto ofrecido. No tiene ninguna historia sobre si una posibilidad es en sí misma un posible estado de cosas; está sepultando la ontología en ese sentido, como lo hacen muchos matemáticos actuales. Los aspectos cambian el “naturalismo” instado en las lecturas de psicología, convencionales y empapadas de Wittgenstein: estos subestiman sus puntos de vista posteriores sobre la verdad, confundiéndolos con condiciones de asertividad. Desde Benacerraf, muchos filósofos de las matemáticas han tratado de equilibrar tres ideas¹¹³: a) una posición epistemológica que privilegia la percepción inmediata de los objetos materiales, concebido como una alineación causalmente cimentada y receptiva de la experiencia con palabras o conceptos; b) fenómenos tales como incompatibilidad, indecidibilidad y modelos no estándar; c) la modalidad como algo que debe explicarse en términos metafísicos.

Wittgenstein rechaza estas ideas, respetando su profundo atractivo. Abordó una narrativa fenomenológica de las matemáticas (lo que está inmediatamente frente a la conciencia). Esto fracasó, lo que lo llevó a rechazar la idea de que la experiencia está intrínsecamente estructurada en un mundo de vida. Su filosofía posterior, Wittgenstein busca desalojar el argumento entre la visión naturalista, causal y la fenomenología: ambas partes subestiman el poder de las formas ordinarias y coloquiales de hablar en y sobre las matemáticas.

Aunque los lógicos no han dejado de atender el papel del lenguaje ordinario, el elemento característico en cada período de la filosofía de Wittgenstein es su reflexión sobre nuestros “ajustes silenciosos” de sus complejidades. Su filosofía posterior finalmente tiene en cuenta estos ajustes en el realismo mismo.

Las contingencias psicológicas son relevantes para la pregunta: ¿Cuál es la naturaleza de la lógica (y las matemáticas)? La psicología explora la percepción del **aspecto** como un fenómeno. Pero la psicología no puede sustituir la discusión crítica de nuestra discusión ordinaria. Cuando Wittgenstein señala que una demostración debe ser “estudiable” no está discutiendo la amplitud de nuestras habilidades cognitivas, sino nuestra necesidad de matemáticas. Sus preocupaciones sobre el extensionismo están en su lugar a pesar de que, hasta donde sabemos, los psicólogos cognitivos no tienen idea de cómo explicar que lleguemos a comprender el concepto de conjunto.

Hablando de manera realista, en matemáticas hay moldura de conceptos: la verdad no es simplemente una cuestión de agarrar una extensión, afirmar o estipular un principio. Las “percepciones” de aspectos nos muestran los límites del empirismo en el sentido de Wittgenstein¹¹⁴. Esto contrasta con las imágenes típicas de estos límites de los matemáticos. Russell argumentó que los límites radican únicamente en el hecho “médico (diagnóstico)” de nuestra finitud y la necesidad de abstracción a los universales: no podemos tomar un número infinito de vasos con agua. Pero este es un hecho contingente. Por ejemplo:

Es posible escribir la expansión de decimales $0.a_1a_2a_3\dots$ donde $\langle a_i \rangle_{i=1\dots\infty}$ es una secuencia arbitraria de enteros entre 0 y 9.

La mayoría de los lectores pasa por encima de tales comentarios en silencio. Más tarde Wittgenstein insta, no a que los límites del empirismo se encuentran en otra parte: primero, en nuestra necesidad de comunicar demostraciones, por lo tanto, segundo, en la actividad de formación de conceptos, y tercero, en nuestras incrustaciones de palabras y símbolos en formas de vida. Maddy aboga por el realismo “Thin” sobre conjuntos y una segunda filosofía en lugar de una primera¹¹⁵. El realismo de aspecto es una forma de esto. Pero Maddy se centra ante todo en la teoría de conjuntos. Además, carece de confianza en nuestra capacidad para estructurar un sentido de profundidad en las matemáticas. El realismo de aspecto esta destinado a redondear el realismo Thin para transmitir más de un sentido 3D de profundidad matemática y conocimiento.

Los filósofos naturalistas de las matemáticas han tendido a privilegiar la física como árbitro de la ontología, y la psicología como base de la epistemología naturalizada¹¹⁶. En Wittgenstein se ve una forma más liberal de naturalismo, del tipo defendido por Putnam¹¹⁷. Al igual que Wittgenstein, Putnam sostuvo que las matemáticas exploran las posibilidades conceptuales (él llamó a esto estructuralismo modal). Pero insistió en los elementos normativos en juego aquí. Las formas de vida expresan las formas del animal humano de estructurar un tinte evolutivo, biológico, pero también normativo y etológico.

El Wittgenstein posterior, enfatiza la importancia de la proyectabilidad y la plasticidad: el trabajo de ajustar los conceptos a la realidad, incluida la realidad de las experiencias matemáticas (y otras). Esta forma de realismo no solo glosa los amplios y múltiples tipos de aplicabilidad de las matemáticas: a situaciones empíricas y a los conceptos. También permite a las matemáticas su autonomía, como lo hace el estructuralismo modal. Wittgenstein trata las matemáticas, sin embargo, más finamente: como una especie de andamiaje para descripciones, es decir, una colección modular y transportarle de posibles construcciones conceptuales que pueden configurarse de una variedad ilimitada de maneras. No apoya tanto al edificio del conocimiento, como más ayuda a los seres humanos a erigirlo.

Lo que aprendemos en matemáticas llega a sentirse tan natural, en ciertos casos, que llega a dar forma a nuestra experiencia inmediata, incrustando profundamente sus modalidades en nuestros hábitos de conocer y percibir. Hay eco de Kant aquí. Wittgenstein, sin embargo, no presenta una visión de la intuición como una forma fija de representación inmediata, singular y no conceptual. La idea, en cambio, es que existen posibilidades y necesidades matemáticas, formas de experiencia particulares e inmediatas, construcción y conceptualización de los seres humanos y comunicables entre ellos.

Wittgenstein está gramaticalizando lo “intuitivo”, es decir, sometiéndolo, utilizando el lenguaje ordinario de las matemáticas para hacerlo, tomando este lenguaje como (un todo en evolución). No reemplaza la experiencia matemática con el lenguaje, sino que utiliza el lenguaje para abrir nuestra receptibilidad a él. El lenguaje mismo proporciona la intuición necesaria. Esto le permite capturar el elemento reflexivo que Bernays echó de menos¹¹⁸. Es como si toda la idea de un metalenguaje fuera absorbida por el proceso siempre barajado de formalización, reformulación, experiencia renovada, caracterización informal, reparametrización y reinterpretación. Debemos respetar el ajetreo de las ideas.

En Wittgenstein se trata de caracterizar lo que son y significan los formalismos, idealmente con un grado mínimo de formalización. Tanto Gödel como Wittgenstein asocian la riqueza de aspectos con la incompletitud (Propiedad de los sistemas lógicos en los que cualquier expresión cerrada no es derivable, dentro del mismo sistema). Mientras que Gödel plantea las hipótesis de que puede haber una infinidad real de

complejidad dada en la experiencia, Wittgenstein considera el grado ilimitado de complejidad como potencial y gramaticalizable. Enfatiza la perspectiva no extensiones en lugar de la perspectiva extensional. Mientras Gödel sentía que las perspectivas podían fusionarse conceptualmente, Wittgenstein se resistió a esto. Usamos el término no extensional en lugar del término más habitual intencional, que generalmente se asocia con el constructivismo como una rama de trabajo de las matemáticas. No consideró Wittgenstein como un constructivismo sobre las matemáticas, y no creía en las intensiones como entidades. Wittgenstein se permitió discutir sobriamente la experiencia de la novedad, la reorientación de nuestra forma de ver que viene cuando nos encontramos con características matemáticas, formas y estructuras nuevas. Hay una doble complejidad gramatical en el entrelazamiento de lo modal con las formas enquistadas que usamos el verbo para “ver” y las frases “ver como” para describirlo: a través de caracterizaciones podemos llegar a “ver” o “revelar” o “descubrir” una posible forma de concebir algo que no teníamos o visto antes. Las matemáticas están llenas de tal “ver”. Eso no es una percepción literal, sino más bien ver una nueva dimensión o posibilidad de pensamiento.

4.2 La crítica como sinónimo de vitalidad cultural

El efecto práctico de la teoría, es esa disputa frente al “sentido común”, de modo que la persona educada pone en duda de lo que se identifica como natural y se da por sentado¹¹⁹. Los orígenes históricos de la crítica, para Paul Ricoeur están en Marx, Nietzsche y Freud como sus principales arquitectos, cuya huella en la academia y los intelectuales sigue siendo indeleble¹²⁰. Entonces, la crítica es, para muchos estudiosos la abreviatura de la producción de la teoría misma, ¿a qué se oponen exactamente sus críticos? Y claro que la crítica es demasiado multiforme para ser captada a través de una sola definición o un relato unificado, ¿cómo podemos obtener una comprensión de sus modos de operar? Hemos adoptado dos estrategias para delinear alguna de sus características especiales de sus tradiciones intelectuales. Es decir, la crítica es vista como un proyecto intelectual y un estilo de interpretación de una vida en libertad y más democrática.

La crítica es, entre otras cosas, una forma de retórica que se codifica a través del estilo, el tono, la figura, el vocabulario, y la voz de ciertos tropos, motivos y estructuras textuales a expensas de un diálogo civilizatorio. En lugar de señalar un conjunto de

criterios básicos a los que todos los modelos deben ajustarse, el género ahora se entiende ampliamente a través de la idea de Wittgenstein de las semejanzas familiares: las instancias individuales de un género como el crítico pueden estar relacionadas de maneras dispares, pero sin poseer necesariamente un solo conjunto de características que sean comunes a todos¹²¹. La calidad diagnóstica de la crítica (disertar) es a menudo inconfundible. El diagnóstico, por supuesto, tiene sus orígenes en la práctica de la medicina, incluso cuando el término se aplica con frecuencia a otros dominios (filosofía, física, economía, historia, literatura...).

Tres aspectos del diagnóstico parecen especialmente pertinentes: la presencia de un agente racional que aspira a ganar profundidad primero para sí; el escrutinio al objeto lo dedica a establecer conexiones entre sus ideas, defectos que son posibilidades de desarrollo de nuevas ideas y que resultan no evidentes para una perspectiva no especializada de los términos del contexto de dicho conocimiento. Un diagnóstico es tanto un acto de habla como una postura, se basa en la fuerza reveladora de una mirada examinadora a hombros de gigantes de la literatura, es mirar muy de cerca y con atención, en la creencia de que tal escrutinio sacará a la luz problemas que pueden ser descifrados por un intérprete educado. La postura es desde luego juiciosa y concedora de las fronteras de nuevos caminos para agenciar conocimiento. Al tratar la literatura como un paciente, el crítico busca identificar síntomas enterrados que socavarían el significado explícito y la intención consciente del autor. Para un lector freudiano, lo que define el síntoma es su estado involuntario del texto, que revela una verdad a menudo inadvertida. En el modelo freudiano, la presión es el mecanismo por el cual tales verdades se ocultan a la vista, creando un contraste entre el significado manifiesto y lo que se esconde debajo. Los síntomas de un texto que es referente de un tiempo, época y nacimiento de una burocracia, suelen ser mejores ideas que no se reconocen abiertamente. Una nueva generación posterior a la renovación crítica, ofrecen nuevas esperanzas producto de la razón, haciendo de los fundamentos de las más frescas ideas, líneas de pensamiento que un paciente (cuidando) no pudo diagnosticar adecuadamente por estar enajenado por el fin de las teorías.

El amplio impacto de Foucault en los estudios literarios y culturales, tuvo el efecto de cuestionar y reforzar tal impulso diagnóstico. El trabajo de Foucault inspiró una aguda conciencia del enredo del conocimiento con el poder, mostrando cómo las ciencias humanas intentan normalizar y legitimar de las verdades a través de regímenes de

clasificación y categorización. Después de Foucault, ya no es posible pasar por alto el papel de la mirada analítica como una tecnología moderna de percepción que da forma a los mismos objetivos que dice interrogar o describir. La crítica traza capilares ocultos dentro del poder, diagnostican las patologías del cuerpo social y lo fracturan para dar paso al nuevo horizonte. La crítica foucaultiana, al igual el científico, la visión crítica se basa en una postura de ecuanimidad y neutralidad juiciosa.

4.2.1 La alegoría

El diagnóstico del discurso escrito une la relación entre texto y crítico; entre curiosidad y el modo de conocer; la alegoría sin embargo, habla de los vínculos entre el texto y el mundo. En la alegoría, los símbolos aluden a lo general; las narrativas aterrizan en la realidad y los argumentos están cargados con criterios sobre lo que existe y modos de conocer que permiten defender su verdad. Significados técnicos, filosóficos, científicos más amplios se estructuran. Aquí, la alegoría se superpone con la metáfora. Sin embargo, mientras que la metáfora ve, la alegoría justifica, piensa, teniendo vehículos muchos más estrechos con el pensamiento conceptual o abstracto. En este sentido, la alegoría también reivindica el parentesco con lecturas homólogas que explican las formas literarias como ecos de realidades más amplias. Tales modos de análisis a menudo sostienen que la literatura ayuda a naturalizar o apresta conciencia profunda sobre lo real. Escribir alegoría es apoyar lo ideológico y practicar dentro del mundo real estructuras conceptuales subyacentes.

Una contribución importante de la crítica es descubrir y demostrar cómo la alegoría puede operar en la literatura como una manifestación de jerarquía y desigualdades entre puntos de vista más amplios. Sometiendo el canon literario al escrutinio, los críticos y minorías sostienen con su pensamiento un trato entre iguales. La alegoría sirve en cambio como simbólico abstracto y portador de significado. Podríamos pensar aquí, que la crítica es una adversaria de las tradiciones dominantes. No solo descubre alegorías antes inadvertidas y políticamente ocupadas en las obras literarias marginales; también trae modos de análisis a los textos para desenterrar los significado reprimidos de las sociedades frívolas.

Si bien, la alegoría es creada por un autor, también requiere conversar en actos de interpretación con muchos otros textos en sus deseos de establecer paralelismos entre

obras individuales y las estructuras de disertación. Los críticos pueden arriesgarse a imputar capas de generalidad incluso en ausencia de garantías textuales claras. La interpretación alegórica demasiado predecible, reduce la función de indexar evidencias, hechos y tradiciones de pensamiento. Las literaturas funcionan como alegorías con considerables resistencias a significados sociales coloniales o complejidades formales de liberación del arte.

4.2.2 Los científicos

Se refieren al mundo objetivo como si fuera esencialmente independiente del hecho de que nos referimos a él. Esta actitud hacia el mundo se describe por el concepto de conocimiento objetivo, que simplemente selecciona aquellos estados mentales que nos ponen en contacto con el cómo son las cosas. El mundo, por ejemplo, generalmente lo comprendemos por todo lo que incluye nuestro modo de conocer (epistémico) más básico: adquirir conocimiento de lo que es el caso y asegurar ese conocimiento contra cualquier posible objeción que podamos encontrar. Por lo tanto, la idea de todo lo que hay en el mundo de una persona, podemos expresarlo por la forma de una afirmación explícita de conocimiento de sus modos básicos de conocer y defenderlo frente a un cuestionamiento crítico, normalmente, le irrita.

Los estados de conciencia que tenemos del mundo, son los objetos de cada representación exitosa para nuestra persona... no al mundo más amplio que por ejemplo la filosofía, la poesía o la ciencia permite distinguir. Una persona es a lo que se refiere como su idea absoluta de la realidad. Desde el punto de vista de las afirmaciones de una persona no educada en ciencias, el mundo mismo asume el estatus de intuitivo y absoluto; independiente y anterior al conocimiento.

Nuestro conocimiento científico afirma, por el contrario, que virus, células, genes, moléculas, átomos... están sujetos a condiciones especiales de modos de conocer, como condición para que entren en nuestra conciencia de cómo es el mundo y someterlo a revisión cuando enfrentamos objeciones críticas de su objetividad. De hecho, formar un científico, es educarlo en las referencias al mundo objetivo que nos hace plausible su existencia, y este mundo objetivo, conocerlo es simplemente estar en una posición falible, de aproximación permanente y nunca absoluta de su verdad.

Sacar provecho de esta reflexión, es intentar convencer a un joven universitario de que educarlo en ciencias, es volver a aprender a ver, sentir, observar, controlar, demostrar, calcular, medir, explicar, justificar..., el mundo en el que la ciencia hace conciencia, no se aparece sin esfuerzo a primera vista. Es vital tener en cuenta que debemos hacernos de los términos del habla, de las lógicas de conocer y los criterios de lo que existe, de la literatura con que comunica sus hallazgos y las tecnologías que extiende sus capacidades humanas. Por otro lado, si le aburre leer ciencia y no le gusta escribir para aprender a pensar... le afirmo que no podrá su conciencia sobrepasar los límites del conocimiento de su "mundo objetivo" no científico. El mundo no son piezas materiales que se transforman en conocimiento empírico, es decir, practicar en un laboratorio no es conocer el mundo científico... el mundo precede a nuestras afirmaciones de conocimiento que logramos agenciarnos (justificaciones), nuestro conocimiento de modelos de explicación (teoría). Y así, podríamos pensar, que sin disertar no podemos gozar de una extensión de nuestra conciencia al mundo científico. Si no hablamos con los términos de la ciencia (escribir y leer), solo cargamos información cruda de éste, seríamos solo imitadores de científicos, un fraude para los que nos impulsan a ser científicos.

4.2.3 ¿cómo sabemos que algo es objetivo?

La excelencia de la educación universitaria de un estudiante de ciencias empíricas (fácticas -de hechos- y contrafactual -diseño sintético de posibilidades de hechos-), tiene que definir el punto de vista desde el cual hace afirmaciones de conocimiento empírico, de lo contrario solo actúan en asumir una mecánica irreflexiva, es decir, solo es un maquillador de datos. El conocimiento del conocimiento empírico no es en sí mismo empírico. Debemos establecer una distinción entre dos niveles teóricos: entre conocimiento objetivo, por un lado, y el nivel meta-conocimiento sobre lo que es el conocimiento objetivo, por otro lado. El cómo una teoría investiga las afirmaciones de verdad, la epistemología misma reclama el modo de conocer tan pronto se pronuncia cómo debemos entender el concepto de conocimiento objetivo. Es aquí donde se muestra el problema del escepticismo. Si el escéptico nos convence que no podremos, después de todo, saber qué es el conocimiento objetivo, y mucho menos cómo es posible, entonces el conocimiento objetivo mismo amenaza con colapsar. Porque sin una comprensión de conocimiento objetivo, difícilmente podemos determinar si

realmente hay una conexión causal. Por lo tanto, no hay forma de evitar la cuestión de lo que realmente significa saber algo. La posibilidad de conocimiento es una presuposición de conocimiento empírico, sin que sea empíricamente conocible. El conocimiento, en otras palabras, adquiere sus contornos conceptuales en particular virtud de cómo llegamos a distinguir algo de su compañero constante, la ignorancia (incertidumbre).

En el contrastivismo, desacuerdo con esta posición, el contenido de todos los casos de conocimiento (proporcional) está determinado respectivamente por su pertinencia a una clase de proposición que se distingue de una clase de contraste. En Lugar de “S sabe que P”, de hecho, siempre deberíamos leer “S sabe que P en lugar de Q”. Así la clase de contraste Q contiene así todas aquellas proposiciones cuya verdad implica la falsedad de las proposiciones de la clase de contraste P.

El conocimiento generalmente se contrasta con la ignorancia. Así desde Platón, este modo de distinción entre ser y parecer fue a la vez ontología y epistemología. Quien pretende saber qué es el conocimiento, genera un espacio ontológico (criterios de lo que existe y es verdadero) de oposición dentro del cual el conocimiento contrasta con la ignorancia, y la posibilidad continua de que el segundo se convierta en la sombra errante del primero. Así que ser un laboratorista, el escepticismo es una condición de inteligibilidad de los modos de conocer (epistemología). En su continua confrontación con la ignorancia, se forma en el arte del diseño experimental, desde el cual investiga y reclama el conocimiento del conocimiento objetivo para distinguirlo de la ignorancia.

Dado que los modos de conocer mismos, por el contrario, se refieren tanto a la unidad exitosa de las afirmaciones de conocimiento y el mundo (conocimiento) como a su diferencia potencial (ignorancia), es continuamente más allá de todo conocimiento objetivo mismo. Esto, es una de las ideas centrales que se pueden ganar a través de nuestra confrontación con el escepticismo en la formación de nuevos científicos.

¿Qué significa saber algo? Sin esta respuesta no se da la excelencia en la práctica de laboratorio.

Sin una noción de qué es conocimiento, no es posible realizar ciencia, no es posible domesticar al Demonio de Descartes.

Una de las grandes lecciones de la ciencia es que el mundo diverge sustancialmente de cómo tendemos a verlo conforme lo observamos con nuevos conceptos, teorías y hechos. Por lo tanto, la adquisición de conocimiento y la duda empujan a nuevos límites. Solo tenemos que considerar el hecho demasiado familiar de que, con cada aumento de conocimiento de lo que aún no sabemos, de nuestra propia ignorancia cambiamos. De hecho, estrictamente hablando, el conocimiento en el exigente sentido del científico, es impensable en ausencia de medidas sobre si el mundo es exactamente como nos parecer ser. Apartémonos de nuestras suposiciones cotidianas, es una condición de la posibilidad misma de que el conocimiento como tal salga a la vista. Al igual que cualquier otra cosa que los pensadores puedan investigar, el conocimiento se convierte en un objeto de estudio solo una vez que hemos comenzado a preguntarnos si y en qué medida se parece realmente a lo que consideramos la base de nuestras suposiciones preteóricas.

Tan pronto como tomamos incluso el más mínimo bocado del fruto del conocimiento, nos enfrentamos al desafío del escepticismo: la posibilidad del conocimiento implica la posibilidad de su imposibilidad. El conocimiento, en definitiva implica duda, y la tarea de aliviar esta duda recae en las ontologías (criterios sobre lo que existe) y los modos de conocer (la epistemología).

Mientras que el escepticismo está íntimamente ligado a la posibilidad misma de todos y cada uno de los intentos de alcanzar la distancia teórica de la realidad. Al distanciarnos con el lenguaje de nuestras adscripciones de conocimiento cotidiano, la epistemología también introduce la posibilidad del escepticismo. Pero de la misma manera, implica la posibilidad de su propia imposibilidad. Después de todo, la epistemología es una empresa inherentemente autorreferencial: se esfuerza por el conocimiento del conocimiento. Esto se hace peculiarmente susceptible a paradojas. Porque si resulta que conceptos epistémicos tan fundamentales como “conocimiento”, “cognición”, “justificación”..., implican la posibilidad de escepticismo, entonces la epistemología misma está amenazada. Y dado que depende de la viabilidad de estos conceptos no menos que cualquier otra teoría, la epistemología no tiene más remedio que enfrentar la amenaza a su propia posibilidad desde dentro.

De ahí que la epistemología sea siempre una teoría de la reflexión, una teoría que tiene que dar cuenta de las presuposiciones que rigen su propia construcción. Mucho se deduce de su carácter reflexivo, del hecho de que se emite en unas afirmaciones de conocimiento, las afirmaciones de conocimiento sobre el conocimiento. Y cada que es una reacción al escepticismo, podemos entender el escepticismo a su vez como una empresa que pasa de la destrucción de las reclamaciones de conocimiento individual a la destrucción de las afirmaciones de conocimiento como tal.

Por lo tanto, no es simplemente una coincidencia histórica que los filósofos y científicos en el periodo moderno hayan desplegado el escepticismo cartesiano como una teoría motivacional para la epistemología, como estrategia en última instancia antiescética. Esta estrategia introducida por primera vez por el propio Descartes y su Demonio, equivalen a una estrategia metodológica. La idea misma de que podemos estudiar el escepticismo como condición de la posibilidad de reflexión. Al mismo tiempo, esta estrategia provoca nuevos ataques escépticos de segundo orden (teóricos) contra los que la epistemología también tiene que armarse.

4.3 ¿Cómo piensa la gente?

El esfuerzo para responder a esta pregunta es dominio de la ciencia cognitiva, o campo de estudio que incluye la psicología, filosofía, matemáticas, física, lingüística y la informática. ¿Cómo pensamos? surgió en sintonía con el desarrollo de la computación moderna. Después de todo, la computadora es en el fondo un dispositivo de procesamiento, almacenamiento, memoria de trabajo, que hacen cálculos transformando símbolos en lenguaje máquina con la información de entrada. La computación de la inteligencia artificial se hace con la computación que responde a ¿cómo razona la gente? Programando para que se comporte realizando inferencias causales. Esta fue esencialmente la conclusión ofrecida por Alan Turing en un famoso ensayo *Computing machinery and intelligence*¹²². Desarrolló cuidadosamente una forma inteligente conocida como la Prueba de Turing para decir si una computadora podía pensar engañando a un juez para que creyera que era un hombre y no una mujer¹²³.

Las personas diferimos de las computadoras en formas críticas. Por un lado, calculamos de manera diferente. Tradicionalmente, las computadoras realizan una

operación a la vez, calcular secuencialmente. Las personas son capaces de realizar muchas operaciones a la vez, ciertas funciones (como la memoria) implican el funcionamiento simultáneo de miles de millones de unidades simples, razonando juntas para recuperar recuerdos e inferir conclusiones, de la manera que todo nuestro cuerpo recuerda como andar en bicicleta.

Algunos diseños modernos informáticos recientemente implican una cantidad limitada de procesamiento paralelo, pero nada como el paralelismo que logra la mente. Una segunda diferencia es que, a diferencia de las computadoras, las personas tienen vidas emocionantes directamente vinculadas a la composición química y los procesos fisiológicos de nuestros cuerpos. Podemos ser de carne, y eso lo cambia todo.

Una tercera diferencia, y en la que menos nos vamos a centrar, es que no somos consumidores pasivos de información, transformamos ciegamente los símbolos según lo solicitado. Somos agentes de agencia de conocimiento. Perseguimos activamente metas, ya sea la necesidad de comida, sexo, oxígeno, amor, educación o libertad. Si las personas tienen libre albedrío es una pregunta mucho más allá de la lógica, es un asunto biológico. Por lo tanto, parece claro que hablamos, pensamos y actuamos como si lo hiciéramos. Por lo tanto, para comprender la mente se requiere una forma de representar el albedrío dentro de la lógica, el lenguaje y las formas de procesar los criterios de lo que es real y lo que es ficción.

Comprender lo que significa ser un agente racional, puede parecer requerir respuestas a preguntas como “¿qué es la conciencia?” ¿Cómo se codifica la intencionalidad en el cerebro? y ¿qué significa ser racional? Pero la agencia puede comprenderse en términos más mundanos, pero comprensibles. La agencia puede ser tratada como nada más que la capacidad de intervenir en el mundo (con conocimiento) y cambiarlo. Y ni siquiera vamos a afirmar que las personas tengan una habilidad intelectual, aunque probablemente sí. Afirmando que piensan en el conocimiento. ¿Qué sabes? Un tipo de cosa que sabes es cómo funciona las cosas en el mundo. Conoces los mecanismos. Usted sabe cómo operar algunas máquinas cuánticas, biológicas..., ya sabe los causales a pulsar, las palancas a jalar. Sabe cómo se comporta la realidad profunda de lo que impulsa los cambios en el poder político, económico y cultural.

Todo este conocimiento es causal en el sentido de que se trata de los mecanismos que provocan los efectos de las causas. Se trata de eventos que tienen lugar en el tiempo y describe no solo cómo y cuándo aparecen juntos los objetos y los eventos, sino por qué. La respuesta a esta pregunta de porqué viene en forma de descripción de cómo las cosas podrían ser de otra manera, no solo qué efectos siguen a qué causas, sino qué efectos seguirán si las causas hubieran sido diferentes. Este es precisamente el tipo de conocimiento requerido para predecir el efecto de la acción, cómo el comportamiento cambia el mundo.

¿Qué entendemos realmente cuando pensamos que entendemos un mecanismo? Presumiblemente, como mínimo, tenemos alguna idea sobre qué insumos producen qué productos. Entendemos cómo la elección de las entradas determinan las salidas y por qué lo contrario no se sostiene. La elección de los productos no determina el valor de los insumos. Este tipo de conocimiento especial y estructurado requiere que entendamos que cambiar X es probable que termine con un cambio en Y; las causas y los efectos son asimétricos: cambiar Y no moverá a X; las causas y los efectos van juntos con el tiempo.

4.4 Teoría y credibilidad

El debate del pensamiento científico moderno, pensar desde la teoría y librarnos de los demonios con audaces diseños experimentales. El auge de la teoría formal y la revolución de la credibilidad son dos de los grandes desarrollos de la ciencia de los últimos 50 años. Con estos avances, el potencial para el diálogo productivo entre teoría y los empíricos nunca ha sido mayor. Por lo tanto, es penoso que, en las ciencias y en la ingeniería parezca estar esto a la deriva. Irónicamente, estos dos desarrollos, deberían unirse más en la formación de científicos en las universidades, estar uniéndolos a los ingenieros, en cambio los está dividiendo. La revolución de la credibilidad ha sensibilizado desde ingeniería a los científicos sobre los desafíos de separar la correlación de la causalidad y nos ha obligado a contar con la verosimilitud de las interpretaciones causales que se dan rutinariamente a las estimaciones empíricas¹²⁴.

Por un lado, a algunos científicos les preocupa que la búsqueda de estimaciones causales creíbles esté desplazando el objetivo canónico de comprender fenómenos científicos importantes. ¿Por qué sucede esto? Muchos ven a los partidarios de la

revolución científica de los datos en la credibilidad, desdeñosos de lo que puede ser y de hecho, se puede aprender por estudios empíricos de otros enfoques. La revolución de la credibilidad nos distrae de nuestros verdaderos objetivos. Esarey y Summer describen el auge del “empirismo radical” como divorciado de la teoría¹²⁵. Otros se lamentan que debido a no creer que una buena identificación causal, no siempre es posible en cuestiones de importancia central, la revolución de la credibilidad ha llevado a los científicos a reducir excesivamente la gama de preguntas que hacen. Al priorizar las estrategias de identificación de hechos, se corre el riesgo de perder de vista los intereses teóricos y analíticos que motivan la investigación científica.

En el otro lado están los académicos que han abrazado la revolución de la credibilidad, argumentando que gran parte del trabajo cuantitativo canónico en ciencias ofrece solo la ilusión de aprender sin un modelado. Para estos, no tiene sentido abordar preguntas que no se pueden responder con claridad. En su lugar, sugieren centrarnos en cuestiones accesibles a diseños de investigaciones creíbles. Justo antes de la revolución de la credibilidad como producción en masa de pseudo-hechos cuantitativos a través de regresión múltiple y otros medios de la ciencia de datos; Hauke argumenta que sin un diseño de un experimento cercano a lo natural, una discontinuidad o algún otro diseño, ninguna cantidad de modelado estadístico puede hacer que el paso de la correlación a la causalidad sea persuasivo¹²⁶. Esta conclusión tiene implicaciones para el tipo de preguntas causales que somos capaces de responder con cierto rigor.

Esta cisma recuerda la división anterior abierta por el auge de la teoría formal y su mayor enfoque en la construcción de modelos. Al igual que los partidarios de la revolución de la credibilidad, los primeros teóricos de la elección racional, como Green y Shapiro describen: no sostenemos que los politólogos tradicionales han estudiado los fenómenos equivocados, sino que han estudiando los fenómenos correctos de la manera equivocada¹²⁷.

En el papel de los críticos actuales de la revolución de la credibilidad están aquellos preocupados de una fetichización de la elegancia matemática que distrae a los científicos del objeto de generar ideas que fueran genuinamente útiles para explicar o adecuar para la evaluación empírica. Muchos lamentan que el progreso empírico se ha visto retrasado por lo que se denomina investigación basada en métodos, en lugar de investigaciones basadas en problemas. ¿Qué es interesante o útil, preguntaron los

críticos, acerca de los modelos estrechos contruidos sobre suposiciones que llevan, en el mejor de los casos, solo una relación distante con la realidad. Por ejemplo, en su crítica de los modelos formales, Fernández (2021), argumentó que son una idea consistente, precisa, pero trivial, es de menor valor que una nueva conjetura audaz que nos ayuda a comprender algún problema importante del mundo real... una teoría lógicamente consistente pero empíricamente falsa que tiene poco valor¹²⁸.

La formalización (modelado matemático) permite a los académicos evitar errores de lógica y logra una mayor transparencia. Pero estrecha las conexiones entre las suposiciones y las conclusiones fuera de todo lo que la teoría formal tuviera que ofrecer, esta sería una contribución muy importante. Algunos investigadores señalan tres virtudes de la formalización¹²⁹: ver con claridad qué supuestos impulsan qué resultados; evitar errores de lógica a través del rigor y, lograr una especie de unidad o coherencia evitando hipótesis que dependen de supuestos contradictorios.

Esta cisma presagiaba la división cada vez más profunda de hoy entre teóricos y empíricos. Si bien, en principio, casi todo el mundo está de acuerdo en que la teoría y los empíricos deben trabajar juntos, en la práctica, cada parte siente que la otra a menudo no sostiene su parte del trato. Por un lado, un grupo de pensadores de mentalidad teórica está desconcertado y consternado por el giro empírico hacia los diseños de investigación para responder de manera creíble a preguntas causales estrechas¹³⁰. ¿Por qué, se preguntan los empiristas, están obsesionados con responder cuidadosamente preguntas poco interesantes, en lugar de hacer un trabajo que hable de preguntas teóricas? Por otro lado, un grupo de pensadores con mentalidad empírica están igualmente desconcertados y consternados por el enfoque de los teóricos en modelos abstractos basados, desde su perspectiva, en suposiciones demostrablemente falsas¹³¹. ¿De qué sirve, se preguntan, pueden ser útiles tales modelos para explicar el mundo o guiar la investigación empírica?

Como resultado de esta mutua perplejidad e insatisfacción, los grupos se están separando, yendo sobre sus propios asuntos y viendo al otro con creciente escepticismo. Esta brecha cada vez mayor amenaza el vínculo entre teoría y lo empírico que son juntos esencialmente la empresa científica.

Ha llegado el momento de volver a unir estos dos grupos. La teoría formal y la revolución de la creatividad (ciencia de datos), son socias naturales que, juntas, pueden apoyar un diálogo en la formación de jóvenes universitarios. Una formación STEM entre teoría y lo empírico que nunca antes ha sido posible en la ciencia y el humanismo en un México de tradición negacionista, denunciado en 1928 por el nicolaita Samuel Ramos.

4.4.1 Darse la mano empiristas y teóricos

Sin embargo, reconciliar las disciplinas del oficio teórico y empírico, actualmente requiere realizar su potencial juntas. Empiristas y teóricos por igual impactan en la empresa del otro. Todos necesitan un marco mejor para encajar en la actividad universitaria de investigación y formación académica de nuevos científicos. Cada parte necesita comprender mejor qué tipo de conocimiento está tratando de crear la otra parte y cómo lo hacen. Solo con esta comprensión los teóricos verán cómo hacer que sus modelos sean genuinamente útiles para la investigación empírica. Y los empiristas verán cómo estructurar su investigación de maneras que hablen de preguntas teóricamente significativas.

Si vamos a aprender a detectar oportunidades para una conexión más profunda entre la teoría y los empíricos, tenemos que dedicar algún tiempo a los detalles. Detalles sobre por qué los teóricos escriben los tipos de modelos que hacen, y cómo esos modelos se pueden hacer más útiles para los empiristas. Detalles de sobre por qué los empiristas usan los tipos de diseños de investigación que hacen, y cómo esos diseños de investigación se pueden hacer para hablar mejor a preguntas teóricamente significativas. Detalles sobre cómo funciona exactamente la conexión entre ellos y qué hace que esa conexión sea informativa.

Pero sería un error empezar por ahí. Nos preocupa que si nos metemos de nuevo en los detalles, usted no tendría ningún contexto para entender por qué hacemos hincapié en algunos temas y restar importancia a otros. O cómo nuestra discusión de los detalles encaja en el panorama general, creando el diálogo sólido entre la teoría y los empíricos que es necesario para una ciencia próspera. En síntesis, extrañaremos el bosque para ir a ver los árboles.

Es necesario un marco conceptual para pensar en cómo encaja toda esta empresa científica. En términos generales, ¿cómo funcionan los modelos teóricos y la investigación empírica, ¿cómo los diseños experimentales o modelos se relacionan con el mundo real? Cuando comparamos una implicación teórica con un hallazgo empírico, ¿de qué tipo de afirmaciones científicas estamos aprendiendo? ¿Cómo podemos hacer tales comparaciones máximamente informativas sobre las preguntas que nos motivan, es decir, preguntas que nos motivan, es decir, preguntas sobre cómo funciona el mundo?

Comparar y contrastar los enfoques prominentes para vincular la estructura y el análisis de mediación causal. Esa comparación nos lleva a una discusión de la perspectiva de nuestro marco sobre la extrapolación. Esto es particularmente importante a la luz del argumento, presentado por algunos críticos, de que una consecuencia no deseada de la revolución de la credibilidad ha sido empujar a los académicos a centrarse en los datos de entornos muy localizados, lo que limita nuestra capacidad de aprender sobre principios más generales.

Vincular la teoría y los empíricos. Se centra en un objetivo de investigación en la realidad u objeto de estudio para abreviar. Un objeto es parte del universo real sobre el que estamos tratando de aprender, ya sea con teoría o empírica. Un modelo toma como objeto las leyes de la naturaleza, al igual que un estudio empírico que relaciona los resultados sintéticos de una teoría. Del mismo modo, la investigación teórica o empírica sobre los eventos de procesos tienen como objetivo la predicción en contextos reales.

Los modelos teóricos y los diseños de investigación empírica, por supuesto, son distintos al objeto en lo real. Pero cada uno, a su manera, intenta representar el objeto. Así que nuestra visión desde las alturas del bosque, debe aclarar un poco sobre lo que significa para los modelos teóricos y los diseños de investigación empírica, representar objetos del mundo real. Una vez que podamos ver más claramente cómo los modelos y los diseños experimentales se relacionan con el mundo, también obtendremos algo de claridad sobre cómo se relacionan entre sí.

Comencemos con los modelos y la idea de similitud¹³². La investigación teórica implica tratar de explicar un objeto del mundo real mediante la representación de algunas

características de ese objeto. Para ello, el modelo característico de ese objeto, en un sentido debe ser aclarado en lo similar al objeto real. La palabra modelo recuerda a los modelos formales de elección racional, y esos son un ejemplo paradigmático de la idea. Pero las nociones de representación y similitud se aplican más ampliamente. Se pueden aplicar a otras formalizaciones, incluidas los modelos computacionales y los esquemas conceptuales para formalizar relaciones causales desde una experiencia sintética. Y se aplican una variedad de enfoques para teorizar informalmente, por ejemplo, el modelo de opinión pública.

Los modelos son siempre simplificaciones, ignorando gran parte de lo que está sucediendo en el objeto. A menudo hacen suposiciones que son demostrablemente parcialmente falsas como descripciones del mundo. Entonces, ¿cómo podrían ser útiles para la explicación teórica? La respuesta viene de desarrollar la noción de similitud, que da sustento a la práctica. Un modelo está destinado a ser similar al objeto de una manera muy particular. Ciertos actores, situaciones y mecanismos análogos en el destino. Las llamamos las características representacionales del modelo. No todo en el modelo está destinado a ser representacional. Cualquier modelo teórico tiene características auxiliares que no son descriptivas del objeto, pero ayudan con la manejabilidad o simplificación necesaria para que ese conocimiento sea ingeniería. Las notificaciones sobre las entidades de representación definen las condiciones de ámbito del modelo.

El análisis de un modelo produce implicaciones sobre las relaciones entre los objetos del modelo. Algunas de esas implicaciones dependen de las entidades de representación, pero son robustas para los cambios en las entidades auxiliares. Esas implicaciones son adecuadas para evaluar la similitud del modelo y el objeto. A esto lo llamamos las implicaciones pertinentes y necesarias para el progreso de una tecnología. La idea clave es que, si la similitud es cierta, entonces las implicaciones pertinentes del modelo deben reflejarse en el objeto real. Si, por el contrario, la implicación teórica depende crucialmente de una característica auxiliar del modelo que no es plausible similar al mundo, entonces no hay razón para esperar ver la implicación reflejada en el mundo como una herramienta de predicción que desarrolla tecnología.

Por el tipo de curso clásico de estadística en su modo en que se aborda, el estudiante se le permite decir X está relacionada con Y , X está asociada con Y , pero no X es causal

de **Y**. Debido a esta restricción, las herramientas matemáticas para gestión de causales se consideran necesarias y hacen de las estadísticas solo un resumen de datos, no en cómo interpretarlos. Una excepción brillante fue el análisis de caminos (**path**), inventado por Sewall Wright en 1920. Sin embargo, el método de **path** fue subestimado en las estadísticas y sus comunidades por décadas, y fue hasta 1980 que la inferencia causal se abrió camino, cuando se hace conciencia que la falsa respuesta a las preguntas científicas reside en los datos, que se revelarían a través de ingeniosos trucos de mentira de datos.

Los datos pueden decir que a una planta que se le aplicó un químico, se recuperó de una infección más rápido que aquellas que no se expusieron, pero no puede decirle por qué. Cada vez en la ciencia y las empresas industriales se observó que los meros datos no son suficientes. Hoy en día, gracias a los modelos causales cuidadosamente elaborados, los científicos contemporáneos pueden abordar problemas que alguna vez se habrían considerado irresolubles o incluso más allá de la pálida investigación científica. Hace cien años no se consideró afirmar que fumar tabaco era causa de un peligro para salud, porque esta causa resultaba poco rigurosa en la ciencia. La mera mención de la palabra causal o efecto, crearía una tormenta de objeciones en cualquier publicación científica de buena reputación también hace cien años.

Pero hoy en día, epidemiólogos, biólogos, científicos sociales, informáticos y economistas plantean tales preguntas habitualmente y las responden con precisión matemática. Este cambio a solo 20 años, conduce a una ciencia de datos de probabilidad subjetiva que abraza el don cognitivo innato de nuestra mente causal para proponer efectos. Este cambio en el diseño experimental no ocurrió en el vacío; tiene un secreto matemático detrás que puede describirse como cálculo causal. Responde a los problemas de relaciones causa-efecto. Este potencial matemático transformó la investigación biológica en una ciencia de precisión matemática.

El cálculo de la causalidad consta de dos objetos: grafos causales, para expresar lo que sabemos, y un lenguaje simbólico (parecido al álgebra, para expresar lo que queremos saber). Los diagramas causales son simplemente imágenes de nodos y flechas que resumen nuestro conocimiento científico existente dentro de redes causales. Los nodos representan cantidades o variables de interés y las flechas o ramas representan interacciones causales entre variables y cadenas o path a saber; variables (nodos)

escuchan la interacción a que otras transmiten el efecto. Se puede navegar en los grafos utilizando nodos y ramas como calles unidireccionales, se pueden comprender los grafos como vías causales y resolver el tipo de preguntas, qué causa qué. Aunque los diagramas causales son una herramienta poderosa, no son el único tipo de modelos causales posibles. A algunos científicos les gusta trabajar con ecuaciones matemáticas, otros, los estadísticos prefieren una lista de suposiciones que aparentemente resumen la estructura del diagrama. Independientemente del lenguaje, el modelo debe representar similitud con el objeto real, sin embargo, cualitativamente, el proceso que genera los datos, en otras palabras, son las fuerzas causa-efecto que operan en el entorno.

Junto con este lenguaje de conocimiento de grafos, también tenemos un “lenguaje de cuestiones” que es simbólico, para expresar las preguntas a las que queremos repuestas. Por ejemplo, si estamos interesados en el efecto de un medicamento (**D**) en la vida útil (**L**), entonces nuestra cuestión podría escribirse simbólicamente como:

P(L | hace (D)).

En otras palabras, ¿cuál es la probabilidad (**P**) de que un paciente típico sobreviva **L** años si se le hace tomar el medicamento **D**? Esta pregunta describe lo que los epidemiólogos llamarían una intervención o un tratamiento y corresponde a lo que medimos en un ensayo clínico. En muchos casos es posible que deseemos comparar:

P(L | hace (D)) con P(L | hace (no-D))

Este último describe a los pacientes a los que se les negó el tratamiento, también llamados pacientes de control.

El operador “hacer” significa que estamos tratando con una intervención en lugar de una observación pasiva; la estadística clásica no tiene nada remotamente similar a este operador, en inglés se llama operador “do”. Debemos invocar a un operador **do(D)** para asegurar que el cambio observado en la vida útil **L** se debe al fármaco en sí y no se confunda con otros factores que tienden a acortar o alargar la vida. Si, en lugar de intervenir, dejamos que el propio paciente decida si tomar el medicamento, esos otros factores podrían influir en su decisión y las diferencias de vida entre tomar y no tomar el medicamento ya no se deberían al medicamento. Por ejemplo, supongamos que solo

aquellos que tenían una enfermedad terminal tomaron el medicamento. Tales personas seguramente diferirían de aquellos que no tomaron el medicamento, y una comparación de los dos grupos reflejaría diferencias en la gravedad de su enfermedad en lugar del efecto del medicamento. Por el contrario, o abstenerse de tomar el medicamento, independientemente de las condiciones previas, eliminaría las diferencias preexistentes y proporcionaría una comparación válida.

Matemáticamente, escribimos la frecuencia observada de la esperanza de vida **L** entre los pacientes que voluntariamente toman el medicamento como $P(L|D)$, que es la probabilidad condicional estándar utilizada en los libros de estadística. Esta expresión representan la probabilidad (**P**) de la esperanza de vida **L** condicionada a ver al paciente tomar el fármaco **D**. Tenga en cuenta que $P(L|D)$ puede ser totalmente diferente de $P(L|do(D))$. Esta diferencia entre ver y hacer es fundamental y explica por qué no consideramos que la caída del barómetro sea una causa de la tormenta que se avecina. Ver caer el barómetro aumenta la probabilidad de la tormenta, mientras que forzarla a caer no afecta esta probabilidad.

Esta confusión entre ver (observar) y hacer ha dado lugar a una fuente de paradojas, algunas de las cuales atenderemos. Un mundo desprovisto de $P(L|do(D))$ y gobernado únicamente por $P(L|D)$ sería realmente extraño. Por ejemplo, los pacientes evitarían ir al médico para reducir la probabilidad de estar gravemente enfermos; las ciudades despedirían a sus bomberos para reducir la incidencia de incendios; los médicos recomendarían un medicamento a pacientes masculinos y femeninos, pero no a pacientes con género no revelado; y así sucesivamente. Es difícil creer que solo hace tres décadas, la ciencia operaba en un mundo así: el operador “**do**” no existía.

Uno de los logros culminante de la revolución causal ha sido explicar cómo predecir los efectos de una intervención sin promulgarla realmente. Nunca habría sido posible si no hubiéramos definido, en primer lugar, el operador “**do**” para que podamos hacer la pregunta de emularlo por medios no invasivos.

Cuando la cuestión científica de interés implica el pensamiento retrospectivo, recurriremos a otro tipo de expresión única para el razonamiento causal llamado contrafactual. Por ejemplo, supongamos que Pedro tomó la droga **D** y murió un mes

después; nuestra pregunta de interés es si la droga podría haber causado su muerte. Para responder a esta pregunta, necesitamos imaginar un escenario en el que Pedro estaba a punto de tomar la droga pero cambió de opinión. ¿Habría vivido?

Una vez más, la estadística clásica solo resume los datos, por lo que no proporciona ni siquiera un lenguaje para hacer esa pregunta. La inferencia causal proporciona una notación y, lo que es más importante, ofrece una solución. Al igual que con la predicción del efecto de las intervenciones, en muchos casos podemos emular el pensamiento retrospectivo humano con un algoritmo que toma lo que sabemos sobre el mundo observado y produce una respuesta sobre el mundo contrafáctico. Esta “algorítmica contrafactual” es otra joya descubierta por la revolución causal.

El rozamiento contrafáctico, que se ocupa de los “qué”, quizá parecería a algunos lectores poco científico. De hecho, la observación empírica nunca puede confirmar o refutar las respuestas a tales preguntas. Sin embargo, nuestras mentes hacen juicios muy confiables y reproducibles todo el tiempo sobre lo que podría ser o podría haber sido. Todos entendemos, por ejemplo, que si el gallo hubiera estado en silencio esta mañana, el sol habría salido igual de bien. Este consenso se deriva del hecho de que los contrafácticos no son productos de caprichos, sino que se reflejan en la estructura misma de nuestro modelo de mundo (en sus leyes).

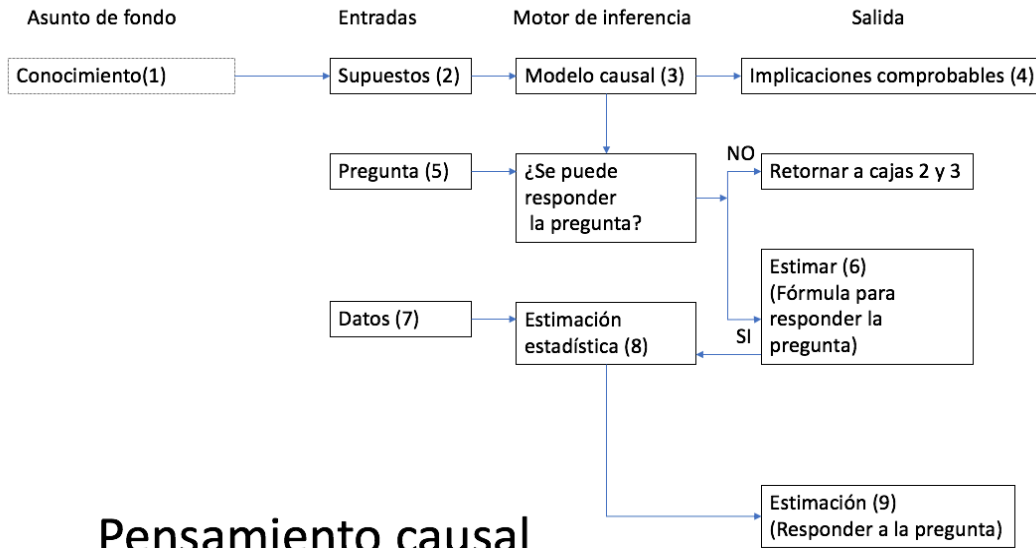
Los contrafactuals son los bloques de construcción del comportamiento biológico, así como del pensamiento científico. La capacidad de reflexionar sobre las acciones pasadas y visualizar escenarios alternativos es la base del libre albedrío y la responsabilidad social. La algorítmica de los contrafactuals inventa a las **máquinas de aprendizaje** para beneficiarse de esta capacidad y participar en esta forma exclusivamente humana de pensar en el mundo. Nuestro énfasis en discutir las ideas, es atender el lenguaje de una profunda convicción de que el lenguaje da forma a nuestros pensamientos. No podemos responder a una pregunta que no puede hacerse, y no podemos hacer una pregunta para la que no tenemos palabras.

En nuestra experiencia desde finales de la década del 2000, nos dimos cuenta que la falta de comprensión de las relaciones causales por parte de las máquinas de aprendizaje era quizás el mayor obstáculo para interpretar la inteligencia humana. Además, la inteligencia artificial (IA) es un objetivo alcanzable si nos tomamos en serio

aprender el razonamiento causal que da a las máquinas la capacidad de “reflexionar” sobre sus errores, identificando debilidades en su software, funcionan como entidades de cálculo y dialogan naturalmente con los humanos sobre sus propias elecciones y razonamientos como una emulación de causalidad.

En nuestra era, los lectores sin duda han escuchado términos como “conocimiento”, “información”, “inteligencia” y “datos”, y algunos pueden sentirse confundidos acerca de las diferencias entre ellos o cómo interactúan. Ahora estoy proponiendo lanzar otro término, “modelo causal”, en la combinación, y el lector puede preguntarse justificadamente si esto solo aumentará su confusión. ¡No lo hará! de hecho, anclará las alusivas nociones de ciencia, conocimiento y datos en un entorno concreto y significativo, y nos permitirá ver cómo los tres trabajan juntos para producir respuestas a preguntas científicas difíciles.

EL motor de inferencia causal es una máquina que acepta tres tipos diferentes de entradas (suposiciones, consultas y datos) y produce tres tipos de salidas. La primera de las salidas es una decisión si/no en cuanto a si la consulta dada puede en teoría ser responsable bajo el modelo causal existente, asumiendo bajo el modelo causal existente, datos perfectos e ilimitados. Si la respuesta es Si, el motor de inferencia produce a continuación un estimado. Esta es una fórmula matemática que se puede pensar como una receta para generar la respuesta a partir de cualquier dato hipotético, siempre que estén disponibles. Finalmente, después de que el motor de inferencia haya recibido una estimación real para la respuesta, junto con estimaciones estadísticas de la cantidad de incertidumbre en esa estimación. Esta incertidumbre refleja el tamaño limitado del conjunto de datos, así como los posibles errores de medición o los datos faltantes.



Si estamos en posesión de un modelo causal, podremos predecir el resultado de una intervención a partir de datos: creamos así una tecnología. Para profundizar en el contexto, ¿cuál es el efecto de la droga **D** en la vida útil **L**?

1. Conocimiento significa el rastro de experiencia que el agente de razonamiento ha tenido en el pasado, incluidas observaciones pasadas, acciones pasadas, educación y costumbres culturales, que se consideran relevantes para la consulta de su síntesis. El conocimiento indica que permanece implícitamente en la mente del agente y no se explica formalmente en el modelo de explicación.

2. La investigación científica siempre requiere suposiciones, que el investigador considera dignas de hacer explícitas sobre la base del conocimiento disponible. Si bien, la mayor parte del conocimiento del investigador permanece implícito en su cerebro, solo las suposiciones ven la luz del día y están encapsuladas en el modelo. De hecho, se pueden leer a partir del modelo, lo que ha llevado a algunos lógicos a concluir que un modelo no es más que una lista de suposiciones. Los científicos informáticos se oponen a esta afirmación, señalando que la forma en que se representan las suposiciones puede marcar una profunda diferencia en la capacidad de uno para especificarlas correctamente,

sacar conclusiones de ellas e incluso ampliarlas o modificarlas a la luz de la evidencia convincente; para los científicos informáticos, se suele señalar que la forma en que se representan las suposiciones pueden marcar una profunda diferencia en la capacidad de uno para especificar correctamente, sacar conclusiones de ellas e incluso ampliarlas o modificarlas a la luz de la evidencia convincente.

3. Existen varias opciones para los modelos causales: diagramas causales, ecuaciones estructurales, declaraciones lógicas... Estamos convencidos de los diagramas causales para casi todas las aplicaciones, principalmente debido a su transparencia, pero también debido a las respuestas explícitas que proporcionan a muchas de las preguntas que deseamos hacer. Para el propósito de construir el diagrama, la definición de “causalidad” es simple, aunque un poco metafórica: una variable **X** es una causa de **Y**, si **Y** “escucha” **X** y determina su valor en respuesta a lo que escucha.

4. El patrón de escucha prescrito por las trayectorias del modelo causal generalmente resulta en patrones observables o dependencias en los datos. Estos patrones se denominan “implicaciones comprobables” porque se pueden usar para probar el modelo. Estas son declaraciones como “no hay un camino que conecta **D** y **L**, lo que se traduce en una declaración estadística, “**D** y **Y** son independientes”, es decir, encontrar **D** no cambia la probabilidad de **L**. Si los datos contradicen esta implicación, entonces necesitamos revisar nuestro modelo. Tales revisiones requieren revisar nuestro modelo.

5. Las consultas enviadas al motor de inferencias son las preguntas científicas que queremos responder. Deben formularse en vocabulario causal. Por ejemplo, ¿qué es $P(L|do(D))$? Uno de los principales logros de la revolución casual ha sido hacer que este lenguaje sea científicamente transparente y matemáticamente riguroso.

6. Estimar proviene del latín, que significa “lo que se ha de estimar”. Se trata de una cantidad estadística a estimar a partir de los datos que, una vez estimados, pueden representar legítimamente la respuesta a nuestra pregunta. Mientras

sea escrito como fórmula de probabilidad, por ejemplo, $P(L|D,Z) \times P(Z)$: de hecho, es una fórmula para responder a la pregunta causal a partir del tipo de datos que tenemos, una vez que ha sido certificado por el motor. Es muy importante darse cuenta de que, contrariamente a la estimación tradicional en estadística, algunas preguntas pueden ser respondidas bajo el modelo causal actual, incluso después de la recopilación de cualquier cantidad de datos. Por ejemplo, si nuestro modelo muestra que tanto **D** como **L** dependen de una tercera variable **Z**, y si no tenemos forma de medir **Z**, entonces pregunta **P(L|do(D))** no puede ser respondida. En ese caso, es una pérdida de tiempo recopilar datos. En su lugar, necesitamos volver hacia atrás y refinar el modelo, ya sea agregando nuevos conocimientos científicos que podrían estimar **Z** o simplificando las suposiciones (a riesgo de estar equivocados), por ejemplo, que el efecto de **Z** en **D** es insignificante.

7. Los datos son los ingredientes que entran en la fórmula de estimación. Es fundamental darse cuenta de que los datos son profundamente tanto sobre las relaciones causales. Nos hablan de cantidades como **P(L|D)** o **P(L|D,Z)**. Es el trabajo del estimado decirnos cómo hornear estas cantidades estadísticas en una expresión que, basada en los supuestos del modelo, es lógicamente equivalente a la consulta, por ejemplo, **P(L|do(D))**. Nótese que en el gráfico para la noción de estimación, y de hecho, toda la parte superior de la figura no existe métodos tradicionales de análisis estadístico. Por ejemplo, si estamos interesados en la proporción de personas ente aquellos con Esperanza de vida **L** que tomaron el medicamento **D**, simplemente escribimos esta consulta como $P(D|L)$. La misma cantidad sería nuestra estimación. Esto ya especifica qué proporción en los datos deben estimarse y no requieren ningún conocimiento causal. Por esta razón, a algunos estadísticos hasta el día de hoy les resulta extremadamente difícil comprender por qué algunos conocimientos se encuentran fuera de la provincia de las estadísticas y por qué los datos por sí solos no pueden compensar la falta de conocimiento científico.

8. La estimación es lo que sale del horno. Sin embargo, solo es real sobre los datos: siempre es solo una muestra finita de una población teóricamente infinita. Incluso si los elegimos al azar, siempre existe la posibilidad de que las

proporciones medidas en la muestra no sean representativas de las proporciones en la población en general. Afortunadamente, la disciplina de la estadística, potenciada por técnicas avanzadas de aprendizaje automático, nos brindan muchas formas de manejar esta incertidumbre: estimadores de máxima probabilidad, intervalos de confianza, pruebas de significación...

9. Al final, si nuestro modelo es correcto y nuestros datos son suficientes, obtenemos **respuesta a nuestra pregunta causal**, la respuesta se sumará a nuestro conocimiento científico y si las cosas no salieron mal, podría sugerirnos algunas mejoras en nuestro modelo causal.

Este diagrama de flujo puede parecer complicado al principio, y es posible que se pregunte si es realmente necesario. De hecho, en nuestras vidas ordinarias, de alguna manera somos capaces de hacer juicios causales sin pasar conscientemente por un proceso tan fino y ciertamente sin recurrir a las matemáticas de probabilidades y proporciones. Nuestra intuición causal por sí sola suele ser suficiente para manejar el tipo de incertidumbre que encontramos en las rutinas domésticas o incluso en nuestra vida profesional. Pero si queremos construir tecnologías sólidas, debemos construir predictores que procesen motores de pensamiento casual, o si estamos empujando las fronteras del conocimiento científico, donde no tenemos intuición que nos guíe, entonces un procedimiento cuidadosamente estructurado como este es obligatorio.

Queremos destacar el papel de los datos en el proceso anterior. Primero, observe que recopilamos los datos solo después de postular el modelo causal, después de indicar la consulta científica que deseamos responder y después de derivar el estimando. Esto contrasta con el enfoque estadístico tradicional, que ni siquiera tiene un modelo causal. Pero nuestro mundo científico actual presenta un nuevo desafío para el razonamiento sólido sobre las causas y los efectos. Mientras que la conciencia de la necesidad de un modelo causal ha crecido a pasos agigantados entre las ciencias, a muchos investigadores en inteligencia artificial les gusta omitir el difícil paso de construir o adquirir un modelo causal y confiar únicamente en los datos para todas las teorías cognitivas de los modos del conocer científico. La esperanza es formar una nueva generación de científicos universitarios, suele ser una revolución silenciosa, el que los datos mismos nos guíen a las respuestas correctas cada vez que vengan preguntas causales.

4.5 La lógica de la biología moderna

4.5.1. Causalidad en términos de probabilidad subjetiva

La lógica ha sido vista por Aristóteles principalmente como una herramienta para producir o adquirir conocimiento. Ha sido diseñada por Aristóteles como un reemplazo de la dialéctica (discutir para descubrir la verdad mediante la exposición y confrontación de razonamientos y argumentaciones contrarias entre sí) que ha reinado en la Academia de Platón como el principal método filosófico para descubrir la naturaleza, la esencia de las cosas y los conceptos abstractos. Este desarrollo de los pensamientos de Aristóteles en realidad ha reflejado su transición de una visión platónica ortodoxa a una más mesurada que ha tratado la dialéctica como una mera técnica de razonamiento, tanto no esencial como insuficiente por sí misma para la búsqueda del conocimiento.

En su búsqueda de fundamento más firme de razonamiento, Aristóteles nunca pierde de vista sus propósitos y, dejando la dialéctica como método, conserva la intención principal detrás de ella y todavía sostiene que el objetivo principal de los argumentos y deducciones debe consistir en la producción de conocimiento. En este sentido, también podría verse como una teoría del conocimiento científico (episteme) en su forma más elevada. Según Aristóteles, poseemos conocimiento de un hecho en lugar de conocerlo de la manera accidental en la que el sofista sabe, solo cuando conocemos la causa de la que depende el hecho, y también que no es posible que sea de otra manera. Usando una terminología moderna, el conocimiento puede e incluso debe codificarse en términos de relaciones causa-efecto.

Esto lleva naturalmente a Aristóteles al concepto de demostración (apodeixis). Por demostración se refiere a silogismo, cuyo alcance tiene referencia con la lógica material, es decir, con referencia a lo real, a lo existencial u objetivo. Un patrón de razonamiento de dos niveles es claramente visible en la descripción anterior de las demostraciones. Según Aristóteles, el conocimiento científico de los hechos que no son “evidentes” es posible solo a través de la demostración, mientras que esta última se logra mediante un silogismo (deducción) que no solo es lógicamente válido, sino que también, y lo más importante, sigue el orden natural de las cosas. Este es el orden de prioridad, dependencia y necesidad determinada por la causalidad. En este sentido, la

demostración no es solo un orden preferido del conocimiento construido humanamente, sino un mapeo de la estructura de lo real¹³³.

Según Aristóteles, una propiedad importante del conocimiento demostrativo es su universalidad y necesidad. El conocimiento y su objeto son diferentes de la opinión y su objetivo porque el conocimiento es universal y depende de elementos necesarios y lo que es necesario no puede ser de otra manera. Tal conocimiento se puede utilizar para predicciones y así lograr una nueva tecnología. En consecuencia, no puede haber conocimiento de las cosas que pueden ser de otra manera. Aristóteles generalmente se refiere a sus dos Analytics como un solo estudio, declara el tema de estudio (la demostración) o conocimiento demostrativo. Aún así, la silogística (que se describe en el Análisis previo) es un requisito previo importante antes de la demostración porque “el silogismo es el más general”; la demostración es una especie de silogismo, pero no todo silogismo es una demostración. En otras palabras, el razonamiento causal de la **apodíctica** (en lógica, expresa o encierra una verdad concluyente o que no deja lugar a duda o discusión) se basa firmemente en la lógica del silogismo. Además, Aristóteles proporciona una distinción entre lo que es anterior o mejor conocido “en el orden del ser”. Esta distinción se encuentra en la base de la diferencia entre la dialéctica (y el razonamiento puramente deductivo en silogística) y el razonamiento demostrativo.

Aristóteles ha proporcionado ejemplos vívidos de la distinción entre deducción y demostración. Así, a partir de los hechos de que los planetas no parpadean y que lo que no parpadea en el cielo está cerca, podemos deducir que los planetas están cerca. Sin embargo, esta deducción no es una demostración, ya que no da la razón del por qué, sino solo el hecho: no es porque los planetas no parpadean que estén cerca, sino porque están cerca, no parpadean. Es solo cuando probamos esto último a través del primero que la deducción correspondiente también será una demostración porque dará la razón del por qué.

Algunos conceptos erróneos acumulados en la historia de las interpretaciones de los Análisis de Aristóteles han sido causados por el deseo de hacerlos más “comprensibles” para el lector moderno educado lógicamente y filosóficamente. Algunos de ellos incluso han influenciado en la traducción misma de los textos de Aristóteles. Así, en la traducción revisada de Oxford Analytics, el término “causa” fue remplazado por “explicación¹³⁴”. Esto ha ocultado hasta cierto punto la base causal del concepto aristotélico de

demostración. Del mismo modo, el término de Aristóteles para el conocimiento (episteme) se ha traducido de diversas maneras como “ciencia” o “comprensión”, lo que ha reflejado la incertidumbre general sobre el lugar apropiado de la Analítica posterior y su tema en la imagen filosófica moderna.

De hecho, todo el propósito del Análisis Posterior más grande se ha vuelto poco claro para el elector “lógicamente educado” ya que la lógica propiamente dicha, es decir, una teoría del silogismo, ha sido descrita por Aristóteles ya en el relativamente corto Análisis. Una expresión extrema de esta incertidumbre se puede encontrar en una afirmación moderna de la demostración¹³⁵, aunque acompañada de una conclusión de que solo tiende a desviar la atención de los aspectos profundos, claros, útiles y hermosos de los “análisis” de los científicos modernos como el QFB.

El contenido del Análisis Posterior a menudo se ha descrito como una teoría particular del método científico. Por lo tanto, se ha argumentado que Aristóteles fue el primero en producir una teoría filosófica de pleno derecho de la ciencia axiomatizada. De hecho, el apodíctica de Aristóteles no se limita a explorar dominios científicos específicos; en este sentido, es una mera facultad de proporcionar argumentos, al igual que silogística o dialéctica. Sin embargo, un método axiomático (principios evidentes de verdad) hace que las relaciones causales e incluso explicativas entre afirmaciones particulares sean en gran medida irrelevantes; lo que realmente importa en este último es solo la deducción lógica de las conclusiones de los axiomas. En contraste, el propósito de las pruebas demostrativas no consiste en establecer hechos que son previamente desconocidos, sino en proporcionar una comprensión adecuada (o conocimiento verdadero) de estos hechos. En consecuencia, Aristóteles ha sugerido en realidad una dirección casi opuesta en la que las ciencias deben desarrollarse (para lo cual el título *Analytics* es especialmente apropiado), uno que comienza con hechos obtenidos, por ejemplo, de observaciones, y procede a sus explicaciones causales porque “sin una demostración no podemos tomar conciencia de lo que es una cosa. Es solo al final de este proceso analítico, es decir, a partir de demostraciones exitosas y teorías enteras, que podemos obtener un control de los principios (definiciones y axiomas) de una ciencia. En realidad las consecuencias relevantes, incluidas las nuevas, de una manera puramente lógica.

Un lector educado en lógica también debería notar que Aristóteles apunta al conocido postulado de reflexibilidad de la inferencia lógica: a saber, que A implica A. De hecho, la irreflexibilidad está incluida en la definición misma de un silogismo de Aristóteles: un silogismo se define como un argumento en el que, siendo postuladas resulta por necesidad. En este sentido, un rasgo distintivo del formalismo lógico de inferencia causal, será la esencia del postulado de reflexibilidad preservando el resto de las propiedades de la inferencia lógica clásica.

Del mismo modo, la falacia de la No Causa fue descrita por Aristóteles como una falacia de “postular como causa lo que no es una causa” en las pruebas deductivas, lo que presupone claramente que las premisas de tales deducciones, o silogismos, no siempre son causas de sus conclusiones. Una vez más, una contraparte formal de esta distinción se describirá, en efecto, tratará de la noción de causalidad real.

La noción de inferencia causal sería sugerida como una contraparte formal de la noción aristotélica de demostración en el marco de nuestro formalismo de razonamiento causal. Para concluir esta descripción corta de la teoría de la demostración de Aristóteles, debemos agregar que los tres sistemas principales de razonamiento del gran edificio de Organon de Aristóteles, a saber, dialéctica, silogística y apodíctica, resultarán desempeñar sus propios roles distintivos en el marco lógico de nuestro estudio. Mientras que los dos últimos podrían considerarse como los orígenes de nuestro sistema de razonamiento causal de dos niveles, la dialéctica podría verse como el origen de una teoría general de la argumentación; proporcionará una descripción formal del razonamiento no monofónico que constituye otro ingrediente esencial de nuestro enfoque lógico de la causalidad en la ciencia biológica moderna en el orden de nano escala.

4.5.2 Ejemplo, filosofía de la nanobiología

4.5.2.1 Fundamento de la biología moderna

Miré por un microscopio, mi profesor de biología explicó que veríamos las células, la unidad básica de la vida. Y ahí estaban: matrices ordenadas de celdas tipo caja, todas apiladas en columnas ordenadas. Que impresionante parecía que el crecimiento y división de esas diminutas células era suficiente para empujar las raíces de una cebolla

a través del suelo, para proporcionar a la planta una fuerza contraria a la de la gravedad por encima del suelo, para que la planta en crecimiento, agua, nutrientes, átomos y moléculas organizados con anclaje al suelo se adapten y progresen en medio de la más fiera incertidumbre.

A medida que aprendimos sobre células, nuestro sentido de asombro solo creció con cada nueva lectura, eso se conoce con el término tener una pasión. Las células vienen en una increíble variedad de formas y tamaños. La mayoría de ellas son demasiado pequeñas para ser vistas con los desnudos ojos de nuestra falta de lectura, no podríamos distinguir los bloques de construcción de los seres más complejos, cuando en realidad es mucho más interesante no rehuir por miedo a la complejidad.

La historia de la célula comienza en 1665 con Robert Hooke, miembro de la recién formada Royal Society de Londres por una sociedad que valora la discusión libre de las ideas, la importancia de ser tolerantes al error y flexibles a las nuevas ideas. Como tantas veces ocurre en la ciencia, fue una nueva tecnología la que desembocó su descubrimiento. Dado que la mayoría de las células son demasiado pequeñas para ser observadas a simple vista, su descubrimiento tuvo que esperar a la invención del microscopio a principios del siglo XVII. Los científicos son a menudo una combinación de teóricos y expertos en tecnología, esto fue parcialmente cierto para Galileo y Hooke, que se sentían igualmente cómodos explorando las fronteras de lo desconocido en la física, la arquitectura biológica, mientras inventaron instrumentos científicos de precisión. Uno dijo al mundo que somos parte de un sistema solar y otro miró en lo profundo de una fina capa de corcho. Vio que la madera de corcho se compone de filas tras filas de cajas amuralladas, muy similares a las células en las puntas de raíz de la cebolla que vimos en el bachillerato 300 años más tarde. Hooke nombró estas células en honor de la palabra latina *cella*, que significa una pequeña habitación o cubículo. En ese sentido Hooke no sabía que las células que había dibujado eran en realidad no solo el componente básico de todas las plantas, sino de toda la vida.

Poco después de Hooke, Anton van Leeuwenhoek hizo otra observación crucial, cuando descubrió la vida unicelular. Vio estos organismos microscópicos nadando en muestras de agua de estanque y creciendo en la placa de sus dientes, algo que le molestó, porque estaba bastante orgulloso de su higiene dental. Le dio a estos pequeños seres un nombre entrañable, que ya no usamos hoy en día, “animalcules”. Los que encontró

florecentes entre sus dientes, de hecho, las primeras bacterias descritas. Se había topado con todo un nuevo mundo de formas de vida de una sola célula.

Ahora sabemos que las bacterias y otros tipos de células microbianas son, con diferencia, las formas de vida más numerosas de la Tierra. Habitan todos los ambientes, desde la alta atmósfera hasta las profundidades de la corteza terrestre. Sin ellas, la vida se paralizaría. Descomponen los residuos, construyen suelos, reciclan nutrientes y capturan del aire el nitrógeno que las plantas y los animales necesitan para crecer y prosperar. Y cuando los científicos miran sus propios cuerpos, ven que por cada una de nuestras 30 billones o más células humanas, tenemos al menos una célula microbiana. Ustedes y todos los demás seres no somos entidades aisladas en lo individual, sino una colonia enorme en constante cambio, formada por células humanas y no humanas. Estas células de bacterias microscópicas y hongos viven de nosotros y en nosotros, afectando la forma en que digerimos los alimentos y luchamos contra las enfermedades.

Pero antes del siglo XVII, nadie tenía idea de que estas células invisibles existían, y mucho menos que funcionaban de acuerdo con los mismos principios básicos que todas las demás formas de vida más visibles. Durante el siglo XVIII y principios del siglo XIX, los microscopios y las técnicas microscópicas mejoran, muy pronto los científicos estaban identificando células de todo tipo de criaturas diferentes. Algunos comenzaron a especular que todas las plantas y animales fueron contruidos a partir de colecciones unicelulares de Leeuwenhoek. Luego, después de una larga gestación, la teoría celular finalmente nació completamente un marco teórico. En 1839 el botánico Matthias Schleiden resumió: “hemos visto que todos los organismos están compuestos esencialmente como partes, a saber, de células”. La ciencia había llegado a la conclusión esclarecedora de que las células son la unidad estructural fundamental de la vida.

Las implicaciones de esta visión se profundizaron más cuando los biólogos se dieron cuenta de que cada célula es una forma de vida por derecho propio. Esta idea fue capturada por el pionero patólogo Rudolf Virchow, cuando escribió en 1858 que cada animal aparece como una suma de unidades vitales, cada una de las cuales lleva en sí la característica completa de la vida.

Lo que esto significa es que todas las células están vivas. Los biólogos demuestran esto más vívidamente cuando toman células de cuerpos multicelulares de animales o plantas y las mantiene vivas en recipientes de vidrio o plástico, a menudo llamadas cajas Petri. Algunas de estas líneas celulares han estado creciendo décadas. Permitiendo a investigadores identificar procesos sin necesidad de hacer frente a la complejidad del organismo entero. Las células están activas; pueden moverse y responder al entorno y sus contenidos siempre están en movimiento. En comparación con todo un organismo, como un animal o una planta, una célula puede parecer simple, pero definitivamente está viva.

Había, sin embargo, una brecha importante en la teoría celular, como fue originalmente formulada por Schleiden y Schwann. No describió cómo surgieron las nuevas células. Esta brecha se cerró cuando los biólogos reconocieron que la célula se reproduce dividiéndose de una célula a dos, y concluyeron que las células solo son hechas por la división de una célula preexistente en dos. Virchow popularizó esta idea con un epigrama latino: todas las células provienen de células. Esta frase también ayudó a contrarrestar la idea incorrecta, todavía popular entre algunos en ese momento, de que la vida surge espontáneamente de la materia inerte todo el tiempo.

La división celular es la base del crecimiento y desarrollo de todo los organismos vivos. Es el primer paso crítico en la transformación de un solo óvulo fertilizado uniforme de un animal en una bola de células y luego guiadas por la muerte programada de células en un ser vivo altamente complejo y autoorganizado: un embrión. Todo comienza con una célula que se divide y produce dos células, que pueden asumir identidades diferentes. La metamorfosis tiene lugar en rondas repetidas de división celular, seguidas de la creación de un embrión cada vez más elaborado, a medida que su geometría y división de funciones aparece, maduran en tejidos y órganos cada vez más especializados.

Esto significa que todos los organismos vivos, independientemente de su tamaño o complejidad, emergen de una sola célula. Creemos que todos respetaríamos las células un poco más si recordáramos que cada uno de nosotros era una vez una sola célula, formada cuando un espermatozoide y un óvulo se fusionaron en el momento que dos personas se vieron a sí mismas con amor.

La división celular explica las formas aparentemente milagrosas en que el cuerpo se cura a sí mismo. Si te cortaras con el borde de una hoja de papel, sería la división celular localizada alrededor de la lesión que repara la herida, ayudando a mantener vivo y sano el cuerpo. Los cánceres, sin embargo, son el desafortunado contrapunto a la capacidad del cuerpo de ensayar nuevas rondas de división celular intentando mejorar su adaptabilidad al medioambiente. El cáncer es causado por el crecimiento incontrolado, bloqueo del envejecimiento, y la división de las células que pueden propagar su malignidad, dañando o incluso matando el cuerpo.

El crecimiento, la reparación, la degeneración y la malignidad están vinculadas a cambios en las propiedades de nuestras células, en la enfermedad y en la salud, en la juventud y en la vejez. De hecho, la mayoría de las enfermedades se pueden rastrear hasta el mal funcionamiento de las células, y entender lo que sale mal en las células sustentando cómo desarrollamos nuevas formas de tratar la enfermedad.

La teoría celular sigue siendo influyente en la trayectoria de la investigación en las ciencias de la vida y en la práctica médica. También moldeó drásticamente el curso de nuestra vida. Desde que miramos la cebolla en el microscopio del bachillerato, hemos tenido curiosidad por las células y cómo funcionan cuando se reproducen y controlan su división para crear lo que somos, vida.

4.5.2.2 Nanobiología

La filosofía de la nanobiología se encuentra entre los debates de las posiciones "realista" y "estadísta", han involucrado respuestas a una variedad de preguntas independientes¹³⁶: definiciones de conceptos evolutivos clave como la selección natural, la aptitud y la deriva genética; la causalidad en sistemas multinivel¹³⁷; o la naturaleza de las explicaciones evolutivas de nanoestructuras celulares, entre otras. Este debate ofrece a las nanociencias una manera de desenredar un conjunto de estas preguntas que rodean la estructura causal de la selección natural en redes complejas sumergidas en un espacio de caos. Hacerlo nos permite derivar nanobiotecnologías que reconstruyen claramente el enfoque de predictibilidad, destacando características particulares de interés filosófico dentro de cada una de las aplicaciones en el marco de la emergencia climática. Además, estas características subyacentes entre capas de sistemas ofrecen una nueva filosofía científica de la biología: comprender el fondo de la

dinámica de nanomáquinas celulares y "como objetivo crear sistemas vivos artificiales, ya sea rediseñando sistemas vivos que ya existen en el medio natural, o produciendo sistemas orgánicos cuasi biológicos, que emulan la vida orgánica¹³⁸". Esto nos deja un campo de estudio de conexiones entre la computación de la complejidad, la probabilidad subjetiva, la topología de redes causales complejas, la mecánica cuántica en la ciencia biológica, y en general la biología de sistemas en el contexto de nanomáquinas celulares. Esta filosofía demuestra el valor potencial de una colaboración entre ciencias e ingeniería más amplia para la comprensión de la evolución.

Desde su origen la teoría evolutiva ha demandado una interpretación filosófica cuidadosa, que implica la pregunta ¿Qué es la vida? Algunas razones para esto son bastante sencillas: desafiar los juicios de nuestro propio lugar en el universo¹³⁹ y amenaza a la contingencia de las teorías tradicionales de la ética¹⁴⁰ y la epistemología¹⁴¹. Tan pronto como Darwin puso el Origen en el papel, rápidamente se reconoció que se trataba, como mínimo, de una teoría científica inusual. Su argumento se basa en una hábil combinación de analogía de conocimiento sofisticado, como podrían ser para los productores agrícolas que modifican especies silvestres o aficionados a domesticación de palomas¹⁴², teoría geológica de vanguardia respaldada por las propias observaciones al reduccionismo de mecanismos, de Darwin sobre el viaje de Beagle¹⁴³. De aquí surge la tradición de reducción a mecanismos y causalidad subyacente entre sistemas biológicos. Estas conexiones tienen un trasfondo filosófico sorprendentemente, en palabras de Pence: "combinando el tratamiento cuidadoso de Hodge de la estructura del Origen con una comprensión más cautelosa de la filosofía de la ciencia de Herschel¹⁴⁴". Esto no se parecía a la ciencia ordinaria del siglo XIX, así lo expresaron Darwin, el astrónomo John Herschel¹⁴⁵, el ingeniero Fleeming Jenkin¹⁴⁶ y el geólogo Adam Sedgwick¹⁴⁷.

La nanobiología plantea preocupaciones en las formas de tratar la naturaleza evolutiva como teoría científica, en la relación con la evidencia que respalda el acceso a modelos evolutivos contemporáneos de la probabilidad e inferencia estadística computacional con enfoque sintético y tecnológico¹⁴⁸. Esta base ha sido complementada por hallazgos adicionales en siglo y medio intermedio a Darwin, que van desde los fundamentos bioquímicos del ADN hasta observaciones ecológicas a gran escala que Darwin habría

pensado imposible¹⁴⁹. Tales contribuciones aumentan la confianza en nuestras conclusiones sobre los cambios en la vida de la Tierra, pero ciertamente no hacen nada para que la relación teoría-evidencia sea más fácil de comprender.

No es una cuestión sencilla comprender la causalidad en sistemas en evolución. Los organismos individuales han sido, desde Aristóteles, ejemplos paradigmáticos de agentes causales, pero la marcha hacia adelante de las ciencias de la vida ha dividido estos organismos en sus partes componentes (órganos, tejidos, células, proteínas, aminoácidos, genes, ácidos nucleicos...) y los han combinado en agrupaciones sucesivas más grades (grupos de rasgos, poblaciones, especies y ecosistemas). En la medida que todas estas son descripciones de los mismos fenómenos orgánicos subyacentes, los filósofos de la biología tienen una interesante tarea interpretativa frente a nosotros: ¿Cómo armonizamos estas descripciones y cuáles deberíamos preferir en qué tipo de circunstancias? ¿Dónde está la verdadera “acción causal” en la teoría evolutiva? Desde el pensamiento de poblaciones de Ernst Mayr¹⁵⁰, hasta el anuncio periódico del retorno de entidades de grupos de Sterelny¹⁵¹ o de organismo de Nicholson¹⁵².

Elliott Sober, desarrolla un enfoque de la estructura causal fundamental de la teoría evolutiva¹⁵³. El profesor Sober, premio Prometheus en 2008, se basa en cuestiones modernas de la biología evolutiva, pero es sensible a las formas en que la perspectiva de Darwin difería de la de muchos biólogos de hoy, ascendencia común, selección de grupos, proporción de sexos y naturalismo, rara vez se han discutido en su conexión con Darwin con un detalle tan penetrante. En esta imagen, la selección natural es un proceso causal que impulsa el cambio evolutivo. La fuerza y la dirección de este proceso es, a su vez, descrita por la aptitud Darwiniana. La forma adecuada de entender esta propiedad de aptitud generó su propia literatura, interna a la visión recibida¹⁵⁴, demasiado compleja, pero, en resumen la idea es que la aptitud no describe alguna propiedad simple, fenotípica o demográfica de un organismo (su velocidad, fuerza o el número de descendientes que ha tenido hasta la fecha), sino más bien su propensión a sobrevivir y reproducirse, es decir, qué tan probable es que tenga varios números de descendientes. Así como es probable que un vidrio frágil se rompa en más pedazos cuando se cae que uno resistente, es probable que un organismo en forma tenga más descendientes que uno no apto, manteniendo todo lo demás igual. La aptitud, en este enfoque, resume un gran número de las propiedades causales relevantes de un organismo que, cuando se suman de la manera correcta, describen la

probabilidad de varios resultados futuros posibles de la selección natural. La aptitud del grupo puede ser simplemente, una suma estadística de los valores de aptitud de los individuos en él. El error viene, si pensamos que la selección actúa por el bien del grupo, más que por el bien del individuo. La evolución por selección natural tiene sus causales. Pero al ver el grupo en lugar que al individuo como unidad de selección, los biólogos ubicaron las causas en el lugar equivocado. La supervivencia y proliferación de grupos es simplemente un reflejo de los procesos causales que trabaja en otros lugares.

El debate está entre selección de grupo y selección individual. La selección natural se toma entonces como un proceso causal que opera en poblaciones, la dirección y la fuerza de las cuales se rigen en parte por la aptitud, que es la propensión de un organismo a sobrevivir y reproducirse. La idea clave de Darwin, en esta lectura, fue ver que si un organismo tiene más probabilidad de sobrevivir y reproducirse, entonces, a largo plazo y si todo lo demás sigue igual, ese organismo (o rasgo) probablemente aumentará su representación en la población. Contrariamente a una objeción atribuida a Karl Popper¹⁵⁵, tal teoría evolutiva no es tautología, porque no hay garantía de éxito evolutivo que se encuentre allí: los más aptos solo tienen más probabilidad de sobrevivir y no determinismo que sobrevivirá. Podemos separar claramente las nociones de “selección de” y “selección para” Algunos rasgos son promovidos directamente por la selección natural, mientras otros aumentan en prevalencia solo porque están correlacionados con rasgos que mejoran la condición física.

Si un rasgo se asocia con un aumento en la aptitud de una manera contrafáctica y causalmente en la aptitud de una manera contrafáctica y casualmente robusta, que podemos descubrir examinando la propensión que describe la aptitud, entonces está siendo “selección para”; si podemos ver que el rasgo no es de hecho causalmente relevante para el éxito de un organismo, entonces simplemente se está beneficiando de la “selección de”.

También debemos reconocer que este enfoque, se usa para identificar los impactos causales de las diversas fuerzas o factores que contribuyen a la dinámica de las nanomáquinas celulares. Dado que el cambio evolutivo selectivo está claramente definido, entonces otros tipos de cambio, especialmente el debido a la deriva genética, que ha sido un tema importante para los biólogos¹⁵⁶. De modo que el cambio evolutivo

neto es el resultado de los impactos acumulados netos de estas características: selección, migración, mutación, deriva...

La situación cambió radicalmente, con la publicación de dos artículos que desafiaban directamente este punto de vista¹⁵⁷. Crearon la corriente del pensamiento estadícalista de la teoría de la evolución, es un enfoque complejo, se puede sintetizar: los estadísticos argumentan que la selección natural y la deriva genética son simplemente resúmenes convenientes de los eventos genuinamente causales que tienen lugar en la vida de los organismos individuales. Cuando los organismos comen, luchan, se aparean, y mueren, estos eventos causales son los que potencian la evolución. Así los teóricos abstraen estos detalles de grano fino y construyen explicaciones evolutivas utilizando términos como selección¹⁵⁸, aptitud¹⁵⁹ y deriva¹⁶⁰.

En segundo lugar, los estadísticos argumentan que estas abstracciones no pueden ser causales. A un nivel suficiente de generalidad (después, es decir, suficiente abstracción), nos quedamos solo con identidades estadísticas *a priori*. Los efectos de la selección natural o la deriva genética, es decir, son solo consecuencias matemáticas de comprender las poblaciones como ciertos tipos de objetos estadísticos. El muestreo multigeneracionales de varios tipos, como se requiere simplemente al escribir un formalismo para representar un sistema en evolución, implica ciertos tipos de cambios a lo largo del tiempo, que corresponden directamente a los formalismos matemáticos de selección y deriva. Debido a que estas implicaciones son analíticas, no son causales.

En tercer lugar, y como una extensión inmediata de este último punto, los modelos de selección natural son neutros en cuanto al sustrato, es decir, no hacen referencia alguna a lo que se está seleccionando o qué es lo que está a la deriva¹⁶¹. La propia disposición de una población (es decir, en individuos portadores de rasgos con herencia y éxito diferencial) implicará la existencia de algunos tipos de cambios (a saber, un análogo a la selección, donde los tipos que se reproducen mejor estarán mejor representados en el futuro, y un análogo a la deriva, donde el resultado más probable se verá interrumpido debido a un error de muestreo gracias al tamaño finito de la población). Si dispusiéramos algo, desde monedas y alces, en ese tipo de estructuras a lo largo del tiempo, veríamos procesos que se parecían mucho a la selección y a la deriva en las "poblaciones" que resultaron¹⁶².

La medida en que esto se presenta como un desafío a la visión recibida debe ser relativamente clara: la selección natural y la deriva genética no son procesos causales; aptitud no es una propiedad causal, mucho menos una propensión; las explicaciones evolutivas son abstracciones subjetivas, no explicaciones objetivas de los fenómenos poblacionales; la selección natural es, de hecho, una afirmación a priori sobre ciertos tipos de ensamblaje estadístico. Darwin debe ser visto, argumentan, como habiendo descrito hechos sobre los diversos eventos causales en los que los organismos involucrados (casos de éxito o fracaso en la lucha por la vida) y sus consecuencias a largo plazo para los linajes individuales, que no son el objetivo de los modelos matemáticos de la genética de poblaciones contemporáneas.

Tal desafío fue rápidamente recogido por los causalistas, y lo que siguió ha sido casi veinte años (y contando) de debate cada vez más ramificado, que abarca más y más aspectos de la teoría evolutiva. Hemos visto contención sobre las definiciones mismas de selección natural y deriva genética¹⁶³, con un énfasis particular en una distinción entre los relatos de aquellos que los tratan como procesos que funcionan en el mundo, y otros informes que los tratan identificando resultados particulares o resultados dentro de las poblaciones.

Esto ha coincidido con un renovado debate sobre la naturaleza de la aptitud física. Los autores han cuestionado si la aptitud debe o no ser tomada como una propiedad de los organismos, rasgos o poblaciones¹⁶⁴. Si la interpretación de la propensión en sí misma está sujeta a una variedad de contraejemplos propuestos y qué cambios serían necesarios para resolverlos y, quizás lo más fundamental, si una propiedad causal de aptitud como la propuesta por la posibilidad de la propensión puede posiblemente llenar el papel que se le exige en primer lugar¹⁶⁵.

Los argumentos sobre la naturaleza de la selección, a su vez, han invocado la literatura sobre procesos causales, así como las fuerzas Newtonianas, en un intento de aclarar el locus de causalidad¹⁶⁶. Tenga en cuenta que esto no es exactamente lo mismo que el clásico debate de “unidades de selección” —porque uno podría creer que son los organismos individuales los que están siendo seleccionados (que son los miembros de las “poblaciones Darwinianas” *sensu*), sin dejar de argumentar que la selección como proceso actúa sobre las poblaciones. La cuestión está más estrechamente relacionada con las consideraciones generales de la supervivencia y la relación entre los hechos

causales a nivel de organismo, a nivel de rasgo y a nivel de población¹⁶⁷. Al considerar cómo se expresan estas preguntas en los modelos de genética de poblaciones, tenemos que comprender en las inferencias extraídas por la genética de poblaciones, un tema que ha sido cuidadosamente explorado por Otsuka¹⁶⁸.

El mundo ha cambiado de manera transformadora. Los datos y la evidencia son omnipresentes. La información y los nuevos conocimientos impregnan nuestra charla de todo, desde la política hasta la atención médica. Como resultado, la estadística y el razonamiento cuantitativo ya no debe ser competencia solo de aquellos que tienen el don para las matemáticas o practican la ingeniería, la ciencia. Adquirir competencias en el rozamiento cuantitativo fundamental es ahora una responsabilidad de todo ciudadano educado. Y esto requiere nuevas formas de educar y aprender.

No deseamos poner a disposición un curso tradicional de estadística. En nuestra opinión, a menudo son demasiados técnicos para muchos estudiantes y no se llega a los temas más importantes e interesantes, los que realmente importan para usar información cuantitativa para mejorar nuestras vidas y el mundo. Una persona sin formación, no suele comprender por qué la correlación no implica causalidad, hasta que comprende qué son correlación y causalidad.

Pero, que pasa con la motivación necesaria para enfrentarnos a estos temas. Si no ponemos a la gente las cosas buenas por adelantado, no podremos mantenerla comprometida con su esfuerzo intelectual. Razonar la existencia desde exploración experimental más rigurosa, hace necesario escribir una narrativa que en todo momento, destaque la discusión conceptual extendida sobre el mundo real. Reflexionar sobre el uso de datos y evidencias, estas cosas realmente importan para formar en que se viven las vidas y se toman decisiones en todos los ámbitos del esfuerzo humano. Queremos mantener ese hecho en primer plano.

La segunda forma de involucrar a los lectores es enfatizar las ideas y más tarde los tecnicismos en segundo lugar. Nos encanta que los tecnicismos sean algo natural y no el enemigo de comprensión matemática y de los modos del conocer científico. Cuando las cosas se ponen técnicas, mucha gente deja de pensar y comienza a memorizar. Deseamos fervientemente evitarlo. Así que hablaremos de ideas y por qué son importantes primero. Tratamos las cosas gráficamente lo más simple que podamos. Ver

de una forma natural el empleo de asuntos técnicos es parte de ser un pensador claro. No puede entender la regresión media si no sabe qué significa la media o un ruido. No se puede entender el sesgo y la crisis de replicación si no sabe lo que significa significación estadística o lo que es un valor p . Y es difícil entender el problema de la confusión o las respuestas que ofrecen los diferentes diseños de investigación sin poder interpretar una regresión. Además, ser claro y preciso requiere un poco de matemáticas. Hay que hablar por un tiempo de conceptos como contrafactuales y causalidad. Lograr pensamientos claros es difícil, especialmente cuando se mezcla con todos los detalles técnicos que normalmente rodean los datos y el análisis de estos.

4.6 Hacer preguntas correctas

Pensar claramente en una era basada en datos es, ante todo, mantenerse enfocado en ideas y preguntas. El tecnicismo, aunque importante, debe servir al diseño experimental de las ideas y preguntas. Desafortunadamente, las clases y materias de estadística no promueven el razonamiento cuantitativo sobre los datos, hacen todo lo contrario, solo imparten detalles técnicos de procesos de datos. Los estudiantes aprenden fórmulas estadísticas matemáticas, memorizan los nombres de procesos y pasos sin que se les haya pedido pensar clara y conceptualmente sobre lo que están haciendo o por qué lo están haciendo. Tal enfoque puede funcionar para las personas a quienes el pensamiento matemático no les es natural. Pero estamos seguros de que por el contrario, este problema empuja el tecnicismo estadístico, hasta el límite que los estudiantes dejan de pensar y comienzan solo a memorizar, y lo divertido de aprender a pensar las estadísticas como un arte del diseño experimental es solo marginal.

Nuestro enfoque, por el contrario, está en la comprensión conceptual. ¿Qué características del mundo está agenciando cuando analiza datos? ¿Qué preguntas pueden responder de manera correcta por los diferentes tipos de comparaciones? ¿Por qué una respuesta suena convincente cuando en realidad podría ser engañosa? ¿Cómo podría utilizar enfoques creativos para proporcionar una respuesta más profunda sobre la nube de incertidumbre?

No es que no creamos que los detalles técnicos sean importantes. Más bien, creemos que la técnica sin comprensión conceptual o pensamiento claro es una receta para el desastre. En nuestra opinión, una vez que pueda pensar claramente sobre el análisis

cuantitativo, y una vez que entienda por qué hacer preguntas cuidadosas y precisas es tan importante, la técnica seguirá naturalmente. Además, esta forma es más divertida.

Los métodos de la estadística moderna, sus herramientas de análisis de datos que se enseñan rutinariamente en las escuelas secundarias, bachillerato y universidad, los sustantivos y verbos del lenguaje común de inferencia estadística que se habla en laboratorios de investigación y en escritos en algunas revistas y, los resultados teóricos de miles de años de esfuerzo, se basan en un error lógico. Estos métodos no están equivocados de una manera menor, en el sentido, por ejemplo, de que la física de Newton es técnicamente solo una aproximación gravitacional y de baja velocidad sobre la realidad, pero aún así nos permite construir con éxito puentes y trenes. Están simplemente sesgadas. Pero lógicamente tienen graves consecuencias para el mundo de la ciencia que depende de ellas. A medida que algunas áreas de la ciencia se han vuelto cada vez más impulsadas por los datos y las estadísticas, estas grietas fundamentales han comenzado a mostrarse en forma de una crisis de reproducibilidad que amenaza con derribar disciplinas enteras de investigación. En el corazón del problema está un malentendido fundamental de la cuantificación de la incertidumbre, es decir, de la probabilidad, y su papel en la obtención de inferencias a partir de los datos.

Debemos aclarar que con la declaración anterior no pretendemos la “anticiencia” o incluso una acusación por una mala práctica. A pesar de todos los problemas, la ciencia sigue siendo, en palabras de Carl Sagan, una “vela en la oscuridad”. Es el mejor principio organizador que tiene la humanidad para el pensamiento disciplinado y escéptico, bajo la amenaza constante tanto de intereses corrompidos, resistentes a sus descubrimientos, con fuerzas de superstición y la pseudociencia. Lo que esperamos lograr es inspirar a jóvenes universitarios a volver el ojo escéptico hacia adentro y examinar críticamente la sabiduría recibida de cómo se construyen los argumentos basados en datos, para hacer que esos argumentos sean más fuertes y mejores. Nuestro objetivo es empujar a la educación científica hacia la mejora de su propio bien; hacer que la vela sea más brillante, no apagarla en la mecanización de ideas.

En esta discusión entre la probabilidad subjetiva y objetiva hay oportunidad de crecimiento intelectual. Dado que la probabilidad y la estadística son el lenguaje unificado de la incertidumbre, un ingrediente común en todas las disciplinas

observacionales, parece natural que las técnicas estadísticas, adecuadamente reconstruidas nos permiten mejorar nuestro desempeño, sin pretender subestimar el tamaño del problema o su importancia. El problema es enorme; abordarlo requerirá deshacer más de un siglo de pensamiento estadístico y cambiar el vocabulario básico del análisis de datos científicos. El crecimiento de los métodos estadísticos representa quizás la mayor transformación en la práctica de la ciencia desde la Ilustración. La sugerencia de que la lógica fundamental que subyace a estos métodos está rota debería ser aterrador. Desde que estuvimos expuestos por primera vez a esa idea hace casi veinte años, hemos pasado casi todos los días pensando, leyendo escribiendo y educando a otros sobre probabilidad y estadística mientras vivíamos con el doble temor de que esta propuesta radical con la que nos hemos comprometido y que podría ser correcta. Pero entre más pensábamos, más nos dábamos cuenta de que realmente no entendía lo que esas herramientas estaban haciendo, o por qué eran las herramientas estándar en primer lugar.

Esto es, debe decirse, exactamente el tipo de pregunta que las técnicas estándar de estadística están diseñadas para responder, y no solo para las apuestas de juegos. Desde la década de 1920, estas han sido los métodos de análisis de datos en todas las situaciones imaginables. Se supone que técnicas como las pruebas de significación le dicen si un fenómeno que observa en los datos es real o solo el producto del azar. Nunca responden a la pregunta definitiva de una manera u otra, pero hay ciertas reglas generales. Si una desviación tan grande o más grande que la que ha visto debe ocurrir solo con una probabilidad del 5 por ciento, entonces el consejo general es rechazar el azar como explicación.

Para nuestro cerebro matemático, estas pruebas siempre se sintieron un poco fuera de lugar. ¿Por qué debería preocuparme por la frecuencia con la que podría haber observado el resultado que realmente observé? Pudimos verlo mirando desde nuestra hoja de cálculo, así que supimos que había sucedido. ¿De dónde vino este umbral mágico del 5 por ciento de importancia? Y si nuestros datos pasaron el umbral y rechazamos la hipótesis del azar, ¿y qué?, las explicaciones convencionales de los libros de textos nunca nos fueron satisfactorios y parecían estar deliberadamente oscurecidas. Nuestra formación en filosofía, nos había dicho que no confiáramos en ninguna idea que no pudiéramos derivar por uno mismo desde los principios, y no

importa cuánto lo intentara, simplemente no podíamos probar que las pruebas estadísticas eran correctas.

Nuestro verdadero problema era que, en todos los cálculos de probabilidad que habíamos hecho, las probabilidades se habían dado desde el principio, lo cual es típico de la forma en que se enseña generalmente el tema. Lo que comprendimos por error de la probabilidad era un conjunto de reglas para manipular las probabilidades una vez dadas, no una forma de establecerlas en primer lugar. Siempre había una moneda justa o un par de dados o, en el entorno más abstracto matemático, una medida de probabilidad definida. Las preguntas eran entonces sobre las consecuencias de esas suposiciones: si un dado es justo, ¿cuál es la probabilidad de que observemos...? Pero no teníamos forma de reconocer una probabilidad cuando no nos la entregaban. Cuanto más lo pensábamos, más nos dábamos cuenta de que no conocíamos lo que realmente significaba la probabilidad. Esto fue una Epifanía bastante desestabilizadora para alguien que ya había pasado una buena parte de su vida estudiando la probabilidad.

En 2005 por casualidad nos llegó el libro de *Probability Theory: the logic of science* de Edwin Jaynes¹⁶⁹. El libro nos respondió a las preguntas que nos habían estado molestando sobre el significado de la probabilidad, pero también hizo algo más. Fundamentalmente recolectó las formas en que pensábamos sobre las estadísticas, la incertidumbre y el método científico. El libro de Jaynes ocupa una especie de nicho de culto en el mundo de la probabilidad. Así que sin darnos cuenta, el mundo de las estadísticas queda entre dos campos: frequentistas y bayesianos. Jaynes era un bayesiano incondicional, tal vez el bayesiano más intenso. El argumento esencial de Jaynes: las estadísticas modernas son ilógicas... demuele la respuesta tradicional: la probabilidad de un evento es la frecuencia con la que lo verá suceder en muchas pruebas repetidas, y muestra cómo esa idea errónea ha llevado a todas las estadísticas del siglo XX por un camino ruidoso.

Para entender la falla de la estadística moderna, y lo que es tan ruidoso al respecto, tendremos que viajar a 1600 y ver qué problema motivó por primera vez a los matemáticos a desarrollar la teoría de la probabilidad. En particular, tendremos que considerar una de las primeras preguntas que ahora reconocemos como estadística y, supuestamente, respondido por uno de los padres fundadores de la probabilidad, el

matemático suizo Jacob Bernoulli. Su trabajo más importante fue en la probabilidad, con el que luchó durante los últimos 20 años de su vida. Estaba escribiendo su libro *Arts Conjectandi* (arte de conjeturar) cuando murió. Su pensamiento fue a hombros de Huygens, Pascal y Pierre de Fermat.

Antes de Bernoulli, la gente había necesitado principalmente probabilidades para resolver problemas sobre juegos de azar. El problema que más preocupaba a Bernoulli era de inferencia probabilística. En el momento de su escritura, los conceptos básicos de probabilidad, los tipos de cálculos combinatorios para cosas como dados y juegos de cartas que ahora asignamos como problema a los estudiantes, habían comenzado a resolverse formalmente. Así que asumir este desafío fue ambicioso, y luchó con el problema durante años. La idea principal de la solución en la que finalmente aterrizó fue esta: si toma una muestra lo suficientemente grande, puede estar muy seguro, dentro de un pequeño margen de certeza absoluta. Es decir, Bernoulli desarrolló lo que ahora entenderíamos como una primera versión de la ley de los grandes números.

Para cualquier $\varepsilon > 0$ dado y cualquier $s > 0$, hay un tamaño de muestra n tal que, siendo w el número de guijarros blancos contados en la muestra y f siendo la verdadera fracción de guijarros blancos en la urna, la probabilidad de que w/n caiga entre $f - \varepsilon$ y $f + \varepsilon$ es mayor que $1 - s$.

Consideremos cada término para desempaquetar el contenido de ese teorema. Aquí, la fracción w/n es la relación entre guijarros blancos y totales que observamos en nuestra muestra. El valor ε (epsilon) captura el hecho de que es posible que no veamos la verdadera relación de urnas exactamente gracias a la variación aleatoria en la muestra: tal vez la proporción verdadera de $3/5$, y en una muestra de 50 guijarros, obtenemos, digamos 32 blancos en lugar de 30. Pero podemos estar bastantes seguros de que, para muestras grandes, estaremos bastante cerca de un lado u otro del verdadero valor. El valor s refleja cuán seguros queremos estar. No importa cuán grande se la muestra que tomamos, siempre quedará la remota posibilidad de que tengamos mala suerte y obtengamos una muestra fuera de nuestra tolerancia de tamaño de un ε de la verdadera proporción de urna, pero podemos estar casi seguros de que esto no sucederá. Podemos, por ejemplo, establecer $s=0.01$ y estar 99 por ciento seguros.

Bernoulli llamó a esto “certeza moral”, a diferencia de la certeza absoluta del tipo que solo la deducción lógica puede proporcionar.

Así que hay tres partes móviles en el cálculo: qué tan grande es la muestra que tomamos, qué tan cerca queremos estar de la verdad absoluta, y cuán seguros queremos estar de encontrarnos dentro de ese margen. Discutir todos esos términos fue lo que hizo que el problema fuera tan difícil.

Dicho en otras palabras, entonces, la estrategia de Bernoulli para la pregunta de inferencia es esta: “tome una muestra lo suficientemente grande como para que pueda estar moralmente seguro, en cualquier grado que eso signifique para usted, la proporción de la muestra está dentro de su tolerancia deseada en la proporción en la urna. Por lo tanto, lo que sea que observemos es con alta probabilidad una buena aproximación del contenido de la urna”. Incluso tabuló de manera útil los valores de qué tan grande sería la muestra que necesitaría tomar para lograr varios niveles de certeza moral (99 por ciento, 99.9 por ciento, etc.). Como teorema, la Ley de Grandes Números de Bernoulli era técnicamente sofisticada para su época, requiriendo innovaciones matemáticas inteligentes para probar e inspirando múltiples generalizaciones a lo largo de los años. Como solución propuesta a su problema de inferencia, era conceptualmente atractiva, poderosa, elegante y equivocada. O, más generosamente hablando, estaba incompleta. Las formas exactas en que faltó la repuesta de Bernoulli nos llevarán algún tiempo desarrollarlas, pero la idea esencial es que a pesar de la aparente simetría lingüística, hay una diferencia crucial entre estas afirmaciones:

- La relación muestral es cercana a una relación de urna dada con alta probabilidad y
- la relación de urna es cercana a una relación de muestra dada con alta probabilidad.

Lo primero se refiere a una probabilidad de muestreo, que Bernoulli y sus contemporáneos se habían vuelto expertos en manejar en los juegos de azar (la probabilidad de lanzar un cierto número con un par dados), mientras que este último implica una probabilidad inferencial, que usamos al probar hipótesis, pronosticar eventos únicos y hacer otras afirmaciones probabilísticas sobre el mundo. Las

probabilidades de muestreo se prestan a unas interpretaciones basadas en la frecuencia; la probabilidad de algo se mide con la frecuencia con la que sucede. Las probabilidades inferenciales requieren algo más sutil; la probabilidad de una declaración depende de cuánta confianza tengamos en ella. Las probabilidades de muestreo van de la hipótesis a los datos: dada una suposición, ¿qué observamos y con qué frecuencia? Las probabilidades inferenciales van de datos a las hipótesis: dado lo que observamos, ¿qué podemos concluir y con qué certeza? Las probabilidades de muestreo son fundamentalmente predictivas; las probabilidades inferenciales son fundamentalmente explicativas.

Pictóricamente, las probabilidades de muestreo podrían representarse así:

Hipótesis \rightarrow datos

Dada una mezcla hipotética de guijarros en la urna igual a f , la probabilidad de obtener una muestra de datos de salida w blancos de n es...

Las probabilidades inferenciales se ven así:

Datos \rightarrow hipótesis

Dada una muestra de datos observada de w blancos de n , la probabilidad de que la mezcla de guijarros en la urna sea f es....

El problema con la respuesta de Bernoulli a su pregunta es que la flecha apunta en la dirección equivocada. Quería responder a una cuestión sobre la probabilidad de una hipótesis, pero lo hizo pensando solo en la probabilidad de una observación.

La confusión de las dos, y la idea general de que uno puede resolver cuestiones de inferencia usando solo probabilidades de muestreo, es lo que nosotros llamamos Falacia de Bernoulli. Aunque el principio pueda parecer un pequeño problema académico, las implicaciones de esta confusión son profundas y van al núcleo mismo de cómo pensamos y cuantificamos la incertidumbre en entornos desde lo elevado hasta lo mundano.

Generaciones de matemáticos, estadísticos y científicos de diversas disciplinas han caído presa de esta falacia durante los siglos siguientes, y hasta el día de hoy, muchos negarían que sea incluso una falacia en absoluto. El debate sobre la interpretación de la probabilidad, en particular, qué tipos de declaraciones de probabilidad están permitidas y cómo se ajustan esas declaraciones, ha durado casi todo el tiempo que la probabilidad ha existido como disciplina matemática, con amplias implicaciones para la práctica estadística y científica. Para una discusión matemática, este debate ha sido sorprendentemente acalorado. La probabilidad tiene una forma única de encender la confusión, la frustración y las guerras territoriales entre las personas de mentalidad analítica y rígida en el mundo de las matemáticas. Incluso puede estar experimentando fuertes sentimientos sobre la probabilidad.

Para empezar, tenemos que aclarar qué significa probabilidad. Argumentaremos a favor de una interpretación de la probabilidad que se puso de moda con el ascenso de la escuela frecuentista, que ahora subyace a la ortodoxa estadística, pero que sin embargo ha estado presente desde los primeros días de la probabilidad. Esta nueva/vieja interpretación ha visto regreso en los últimos años gracias en gran parte a autores como Jaynes¹⁷⁰. La idea principal es esta: la teoría de la probabilidad es el razonamiento lógico, extendido a situaciones de incertidumbre. Mostramos cómo esta definición flexible incluye tanto muestreo como los tipos de inferenciales de probabilidad en el problema de Bernoulli cómo el intento de este fue solo una parte de una respuesta incompleta.

Sin embargo, esto va más allá de dibujar guijarros de urnas o resolver acertijos. Una vez que aprenda a detectar la Falacia de Bernoulli, la creencia errónea de que la inferencia se puede realizar solo con probabilidades de muestreo, comenzará a verla en casi todas partes. Para ilustrar los problemas de la Falacia de Bernoulli en el mundo real, se hace necesario explorar el razonamiento probabilístico en la evaluación de evidencia y diagnóstico. Tal vez algún día estemos en una situación de jugar con evidencia.

El uso de la probabilidad en estas situaciones del mundo real está muy en el espíritu de Bernoulli, cuyo objetivo era formalizar los tipos de conjeturas necesarias para tomar decisiones o de otro tipo sobre la base de evidencia no concluyente (es decir, como son casi todas las decisiones en realidad). El ejemplo que Bernoulli dio sobre la inferencia,

determinar la culpabilidad o inocencia de un sospechoso acusado de asesinato basado en los hechos disponibles del caso. Como lógica generalizada de la incertidumbre, encontramos que la probabilidad se adapta bien a la tarea. Pero describiremos formas en que una comprensión incompleta de la probabilidad ha desconcertado incluso a los expertos que deberían saberlo mejor, lo que resultó en otros casos de cadenas injustas y consejos equivocados. Sin embargo, lo más inquietante de todo, una vez que podamos reconocer la Falacia de Bernoulli en la naturaleza, es detectar la estadística frecuentista y, por lo tanto, en una buena parte de la ciencia moderna. Cualquier persona que parte de la ciencia moderna entrenada en estadísticas en estos días verá inmediatamente el razonamiento defectuoso en los ejemplos legales, médicos, de biología experimental. Por ejemplo, para determinar correctamente la probabilidad de tener una enfermedad, dado que dió positivo en la misma, también necesitaríamos conocer la tasa de incidencia de la enfermedad en la población. Esto nos permite sopesar las posibilidades relativas de que el resultado positivo sea un verdadero positivo (en realidad tiene la enfermedad y la prueba la confirmó) *versus* un falso positivo (no tiene la enfermedad y la prueba fue errónea). Si la enfermedad en cuestión es rara, los resultados positivos incluso de una prueba altamente precisa generalmente serán falsos positivos. Olvidarse de explicar este hecho es un error estadístico tan conocido que tiene un nombre: negligencia de la tasa base¹⁷¹.

En el lenguaje de la probabilidad, la tasa base determina lo que se conoce como la probabilidad previa. Generalmente una probabilidad previa es el grado de confianza que tenemos en una proposición, como que un sospechoso sea culpable o que un paciente tenga una enfermedad, antes de considerar la evidencia. El problema con los métodos estadísticos en la ciencia es que cometen el mismo error conceptual que la negligencia de la tasa base. Los métodos estándar utilizados en casi todas partes no tienen en cuenta la probabilidad previa de que una teoría científica sea cierta antes de considerar los datos. De hecho, ni siquiera se permiten a sí mismos este tipo de probabilidad en absoluto. En cambio, evalúan una teoría solo sobre qué tan probable o improbable hace sobre los datos observados, el equivalente a preocuparse solo por la precisión de la prueba y no por la tasa de incidencia de la enfermedad, por lo que cometen la Falacia de Bernoulli.

¿Cómo hemos llegado hasta aquí? Si los métodos estándar son tan ilógicos, ¿cómo se convirtieron en el estándar? Hay tres explicaciones razonablemente posibles que se asumen para elegir lo estándar:

1. Se asume que los problemas mencionados anteriormente no son realmente problemas en absoluto, y las técnicas estadísticas estándar son perfectamente coherentes lógicamente.
2. Los usuarios y defensores de los métodos estándar no han sido conscientes de estos problemas y simplemente han estado razonando incorrectamente todo este tiempo.
3. Las personas responsables de dar forma a la disciplina de la estadística eran consciente de estos problemas, pero eligieron las técnicas estándar de todos modos porque ofrecían ciertas ventajas que sus alternativas no podían.

Como veremos, las tres teorías son verdaderas en mayor o menor medida, y estas explicaciones se han reforzado mutuamente a la largo de los años como tres hilos en una trenza de matemáticas, filosofía e historia. Para situaciones simples, como el problema del dibujo de urnas de Bernoulli, las inferencias apoyadas por los métodos estándar son, de hecho, totalmente razonables. Numéricamente, coinciden casi exactamente con las conclusiones que un enfoque lógico produciría bajo ciertas condiciones, incluida la ausencia de información previa sólida. Intuitivamente, esto tiene sentido: si no tiene mucho conocimiento previo sobre una situación, entonces su proceso de razonamiento puede ignorar la poca información que tenga y aún produzca juicios razonables. El problema, como veremos, es que esta condición no siempre es cierta, y los problemas comienzan a surgir cuando intentamos extender las técnicas de situaciones simples a otras más complejas.

El aparente éxito de los métodos para problemas simples, entonces, ha dado cobertura en varias coyunturas críticas a los argumentos filosóficos y retóricos sobre el significado de la probabilidad. Como ilustra el ejemplo de Bernoulli, los argumentos detrás de los métodos estadísticos estándar pueden, si se expresan en el tipo correcto de lenguaje descuidado y sofisticado¹⁷², sonar extremadamente convenientes. Es solo un gran descuido cuando lo podemos ver en diseccionar estos argumentos para sacar a la luz

sus defectos. Pero cualquier científico, particularmente los que tiene prisa por interpretar los datos, podría ser “perdonados” por no tomarse el tiempo para vadear los detalles. Pueden decidir razonablemente aceptar lo que se les ha enseñado en la universidad como estándar porque siempre ha sido así en las publicaciones científicas del ayer o saltar hasta el final y confirmar que los métodos ortodoxos dan la respuesta correcta para un simple experimento mental. Si, en este último caso, su ejemplo canónico de una inferencia de probabilidad es algo así como la urna de Bernoulli, verán los métodos aparentemente confirmados. Pero si, como esperamos que sea cierto para cualquier que haya leído este manuscrito, piensa en un ejemplo como el caso de una enfermedad rara, su confianza en la corrección de los métodos estadísticos puede verse sacudida hasta los cimientos, solo necesita humildad intelectual para hacer ciencia.

El principal punto de preocupación es la cuestión de cómo convertir exactamente el conocimiento de fondo en una probabilidad numérica. ¿Cuál es la probabilidad exacta que le daría a una proposición como “los padres altos tienen hijos altos” o “fumar causa cáncer de pulmón”. Diferentes puntos de partida parecen producir diferentes conclusiones basadas en los datos. Incluso la pregunta, de qué respuesta de probabilidad dar cuando no tenemos información en absoluto resulta ser mucho más difícil de lo que debería ser. Una preocupación filosófica desmesurada con estos problemas fue otro factor clave en la victoria de la escuela estándar de estadística. Desde cierta perspectiva, la falacia de Bernoulli puede haber aparecido como el menor de los dos males. Sin embargo, también sería un error divorciar esa elección de su contexto histórico o pretender que las estadísticas existen de alguna manera fuera de la historia; el debate no ha sido juzgado por observadores neutrales de terceros, sino por personas motivadas a preferir una respuesta sobre otra porque apoya su agenda.

Entonces, para comprender realmente cuáles son los métodos ahora y cómo llegaron a ser de esa manera, tendríamos que ver de dónde vinieron. Históricamente, los problemas de probabilidad se limitaron primero a los juegos de azar y a campos científicos como la astronomía. Con el tiempo, pensadores innovadores como los científicos sociales ampliaron su poder al involucrar a personas reales en vivo, contando lo que el desorden conceptual que implicaban sus complejas vidas. Fue en este momento histórico que la falacia de Bernoulli llegó a la corriente dominante. El uso de métodos de probabilidad para responder a preguntas de importancia social provocó una resistencia extrema y preocupación teórica legítima entre los científicos y filósofos

de la época del siglo XIX. En respuesta, surgió una nueva idea de que la probabilidad podría significar solo frecuencia, una interpretación que parecería fundamentar todo lo probabilístico inferencial en hechos empíricamente medibles. La Ley de Grandes Números de Bernoulli, y el método de inferencia que pretendía hacer posible, parecían apoyar esta interpretación.

Sea insistido en que la probabilidad de muestreo es el único tipo válido de probabilidad, los titanes de ese campo, en particular, Francis Galton, Karl Pearson y Ronald Fischer, incrustaron la falacia de Bernoulli en la profundo del corazón de lo que ahora llamamos estadística. Galton es particularmente conocido hoy en día por inventar algunas de las ideas básicas de la estadística, incluidas la correlación y regresión, así como por estar entre los primeros en priorizar la recopilación de datos como parte integral de la ciencia. Pearson y Fisher fueron increíblemente influyentes y son conjuntamente responsables de muchas de las herramientas y técnicas que todavía se utilizan hoy en día, en particular, las pruebas de significación, la columna vertebral de la inferencia estadística moderna.

Aquí, de nuevo, veremos la continuación de un tema: cuanto más alto era lo que estaba en juego, más estadística dependían de las probabilidades de muestreo (los hechos predictivos medibles por frecuencias) en lugar de las probabilidades inferenciales (las declaraciones explicativas, dependientes del juicio). Galton, además de ser un pionero de la estadística, acuñó el término eugenesia y fue uno de los primeros defensores del uso de la evolución para dar forma al futuro de la humanidad en la cría entre las personas “correctas”. Pearson y Fisher también eran devotos de la causa de la eugenesia y utilizaron su recién acuñada herramienta estadística con gran éxito para apoyar la agenda eugenésica. Para estos primeros estadísticos, la función adecuada de la estadística era a menudo detectar diferencias significativas entre razas, como una supuesta diferencia en la inteligencia o el carácter moral. Las evaluaciones “objetivas” de ese tipo utilizaron para apoyar las políticas de inmigración discriminatorias, las leyes de esterilización forzada y, en su extensión lógica natural, el asesinato de millones en el holocausto. Lamentablemente, los programas de eugenesia de Alemania nazi estaban vinculados de manera inquietantemente cercana con el trabajo de estos primeros estadísticos y sus colegas eugenésicos en los Estados Unidos.

Puede parecer que estamos juzgando injustamente a las personas que vivieron hace un siglo según los estándares modernos de inclusión e igualitarismo. Pero eso no es nuestro objetivo. Es probable que cualquier intelectual de ese tiempo y lugar tenga puntos de vista que sonarían aborrecibles para los oídos actuales, y nuestra intención no es descartar el trabajo de estos estadísticos simplemente porque también eran eugenésias. Sería imposible estudiar las grandes obras de la historia sin comprometerse con autores que no fueran “puros” según nuestros estándares actuales. Mientras tanto, si ignoramos ese contexto intelectual y nos centráramos solo en sus ideas abstractas, sacrificaríamos una valiosa comprensión que todo conocimiento surge en medio de la historia. Como el propio Pearson escribió una vez: es imposible comprender el trabajo de un hombre a menos que entiendas algo de su carácter y a menos que entiendas algo de su entorno. Y su entorno significa el estado de cosas social y político de su propia época.

Módulo 5. La conciencia emerge de la materia física

5.1 Percepción

Lo que percibimos como realidad es un proceso que involucra nuestra conciencia. Una realidad externa, si existiera, tendría por definición que estar en el marco del espacio y el tiempo. Pero el espacio-tiempo no son realidades independientes, sino herramientas de la mente humana y animal. Independientemente de si crees que hay un “mundo real por ahí”, una larga lista de experimentos muestra que las propiedades de la materia —de hecho, la estructura del espacio-tiempo en sí— dependen del observador y de la conciencia en particular. Nuestras percepciones externas e internas están indisolublemente entrelazadas. Son diferentes caras de la misma moneda y no pueden divorciarse una de la otra. Aparte de los hallazgos experimentales de la teoría cuántica, la biología básica deja claro que lo que parece “por ahí” es en realidad una construcción —torbellino de actividad neuronal-eléctrica— que ocurre en el cerebro. El comportamiento de las partículas subatómicas —de hecho, todas las partículas y

objetos— están indisolublemente vinculados a la presencia de un observador. A falta de un observador consciente, en el mejor de los casos existen en un estado indeterminado de ondas de probabilidad. Este descubrimiento sorprendió a los físicos cuánticos que lo descubrieron hace un siglo. Pero los experimentos han demostrado repetidamente que cómo y dónde aparecen las partículas dependen estrictamente de cómo y si están siendo observadas. Sin conciencia, la materia mora en un estado de probabilidad indeterminado. Cualquier universo que pudiera haber precedido a la conciencia solo existirá en un estado de probabilidad.

La mecánica cuántica predice de maneras consistentes y precisas cómo y dónde aparecerán las partículas básicas de la materia, con la increíble revelación de que antes de la observación, existen en todos los lugares posiblemente a la vez, viviendo en una especie de estado de probabilidad borrosa que los físicos llaman “una función de onda no acumulada”. La estructura del universo solo se puede explicar a través de la conciencia que surge de la materia porque el universo está afinado por la vida, lo que tiene perfecto sentido a medida que la vida crea el universo, no al revés. El “universo” es simplemente la lógica espaciotemporal completa del yo.

La fuerte evidencia de las constantes físicas en el universo, es que todas están perfectamente “establecidas” dentro de una fracción de un porcentaje en valores que permiten que se formen átomos complejos que admiten la vida como existencia subyacente, dan energía a las estrellas y todas las innumerables condiciones que le permite ahora leer esto para prevalecer. Las leyes y condiciones del universo permiten al observador porque el observador las genera.

El tiempo no tiene una existencia real fuera de la percepción del sentido animal. Es el proceso por el cual percibimos cambios en el universo. Los científicos han buscado el lugar para el tiempo en las leyes de Newton, la relatividad de Einstein o las ecuaciones cuánticas. De hecho, incluso el razonamiento “antes y después” que llamamos tiempo requieren que un observador contemple algún evento específico al que luego se comparan con otros. El futuro es una propiedad emergente que depende de la capacidad del observador para preservar la información sobre eventos experimentales, un observador “descerebrado” no experimenta el tiempo. Con respecto al espacio, los experimentos muestran consistentemente que las distancias mutan dependiendo de una multitud de condiciones relativistas, de modo que no existe una distancia

inviolable en ninguna parte, entre nada y cualquier otra cosa. De hecho, la teoría cuántica pone serias dudas sobre si incluso los cuerpos lejanos están verdaderamente y completamente separados. Los objetos cruzan el espacio en tiempo cero a través de la “tunelización” y pueden transmitir “información” instantánea por entrelazamiento. Obviamente atravesar un millón de años luz de espacio en tiempo cero sería posible si el espacio tuviera algún tipo de realidad física real.

Como puede ver, los principios físicos de leyes, constantes e incertidumbre, se refuerza unos a otros para dar forma al universo.

En un momento u otro de nuestras vidas, muchos de nosotros hemos disfrutado de la misma fantasía: viajar mágicamente de vuelta a la historia y conocer a un científico o visionario favorito. ¿No sería divertido pasar el rato con Julio Verne o H. G. Well y mostrarles fotografías de aviones modernos y cohetes, decirles que tenían razón? ¿No se maravillaría de cómo, en la plenitud del tiempo, sus mayores fantasías no solo se realizaron, sino fueron superadas con creces por las tecnologías humanas?

A medida que investigamos el funcionamiento del universo, ayudados por nuestras computadoras de siglo XXI, parecemos más cerca de las respuestas fundamentales. Sin embargo, todavía estamos asombrados de los saltos fundamentales dados por las grandes mentes de los últimos siglos. Así que seamos viajeros del tiempo y veamos los avances que cambiaron el juego que comenzaron a aparecer en un momento muy específico hace cuatro siglos. En el renacimiento, un número creciente de europeos se habían vuelto insatisfechos con atribuir todos los acontecimientos a los caprichos de Dios o de los dioses. Querían que las cosas se reflexionaran. Estos racionalistas, del siglo XVII, Galileo, René Descartes, dividieron el cosmos de varias maneras, más decisivamente separándonos como observadores de lo que estábamos contemplando. Esta división de objetos sujetos golpeó a científicos y filósofos de la época como una buena y natural idea, ya que los seres humanos eran y siguen siendo famosos por cometer errores. Eliminar el aspecto “subjetivo” de estudiar la naturaleza parecía un primer paso prudente para evitar errores.

También inherente a este nuevo enfoque para agenciar conocimiento fue la suposición de que las acciones pasadas son críticas para predecir el comportamiento futuro. Esta suposición es útil cuando se trata, es la lógica empleada y fue clave para los físicos de

los siglos XVI a principios del XX, que se basaron en el hecho de que la trayectoria de un objeto en movimiento era la guía más segura de dónde se encontraría en el futuro. Y es aquí, a principios del siglo XVII, en una era de desafíos y lucha contra la peste bubónica, donde conocemos al genio Isaac Newton.

Descubrió leyes naturales que constituían un avance en el nivel más fundamental al mostrar que el movimiento obedece a las mismas reglas “aquí abajo” en nuestras ciudades y granjas y, “allá arriba” en el reino celestial, atando así la Tierra y los cielos. En segundo lugar, aunque tomaría siglos darse cuenta, las leyes de Newton también pueden entenderse como un vistazo a realidades alternativas, un portal para realizar observaciones asombrosas. Sus ideas podrían haberlo llevado aún más lejos si hubiera sido capaz de enfrentarse al monstruo debajo de su cama, el tabú en contra de incluir la mente humana misma en la consideración de cómo funciona el cosmos.

Pero las propias leyes de Newton no fueron un pequeño paso hacia arriba en nuestros alcances del mundo, y merece más elogios por estar entre los primeros en encontrar la unidad en lo que se había considerado durante milenios como dominios completamente separados: los de los cuerpos celestes y las cosas aquí en la Tierra. Nos puso firmemente a lo largo del camino hacia un cosmos unificado. Dos siglos más tarde, una nueva generación de pensadores brillantes como Michael Faraday y James Clerk Maxwell unificó otras entidades antes aparentemente dispares, en su caso al descubrir que mientras el magnetismo y la electricidad se manifiestan como fenómenos distintos, una sola fuerza general estaba detrás de ellas. Sin embargo, otro medio siglo traería Albert Einstein, quien demostró que el espacio y el tiempo eran dos caras de una sola moneda. Él iba a revelar el mismo motivo como funciona la materia y la energía, una bomba inesperada, ya que nadie había imaginado que el resplandor de la luz de objetos materiales que se convertirán en forma de energía. Y, por supuesto, otros avances de principios del siglo XX en física y química incluyeron la revelación de que todos los elementos están compuestos por partículas subatómicas idénticas en una variedad de configuraciones. Cada vez parecía una maravillosa sensación de sentirse uno con el universo.

Fue Newton quien comenzó a rodar la pelota, y su impulso nos lleva junto con una velocidad cada vez mayor incluso hoy en día. Y al mirar más cerca las leyes de

movimiento de Newton, podemos abrir puertas que incluso Isaac nunca se dio cuenta de que había desbloqueado.

En el lanzamiento de una piedra, está disponible una enorme gama de arcos posibles, resultado de la fuerza que impartimos a la roca combinada con la fuerza de la gravedad. En el momento en que Newton estaba desarrollando sus leyes del movimiento, esta fuerza ni siquiera tenía un nombre: la acuñó desde la gravedad latina, lo que significaba digno, serio o importante. Por cualquier nombre, la fuerza que tiraba de objetos hacia la Tierra siempre fue un jugador importante, ya fue para ganar un torneo de tiro con arco o para lanzar con precisión bolas de cañón a un castillo que queríamos conquistar. La búsqueda de Newton de cómo se movieron las cosas fue motivada por más que un mero deseo de hacer progresos como “filósofo natural” (el término científico aún no existía); era una búsqueda muy práctica cuyos resultados mejorarían muchos esfuerzos humanos.

A medida que el estudio del movimiento de Newton conducía invariablemente a una senda de la gravedad, demostró que su fuerza es una cantidad confiable e invariable que, sin embargo, altera previsiblemente con circunstancias cambiantes: se debilita con la distancia del centro de la Tierra, la fuerza disminuye inversa al cuadrado de esa distancia, es decir, si se duplica la distancia entre una manzana y el centro de la Tierra, la fuerza que la tira hacia el suelo será cuatro veces más débil. Y sí, una manzana que cae puede haber comenzado para Newton en su búsqueda de la gravedad. En cualquier caso, es fácil ver cómo ese fruto fundamental, que jugó un papel tan siniestro de Génesis, podría haber inspirado a Newton a formular su teoría. Al observar la caída de una manzana o cualquier otra cosa que se desplome libremente, tal objeto exhibe una trayectoria predecible.

Cuando el efecto de la gravedad se combina con una segunda fuerza, como el movimiento de una roca lanzada directamente desde el borde de un acantilado, el resultado es un camino curvado. Pero por ahora pensemos como Newton, imaginemos que esa manzana cae directamente de un árbol. Nadie lo está lanzando, por lo que solo la gravedad influye en su movimiento, y por lo tanto se dirige directamente hacia abajo a una velocidad cada vez mayor debido a la acción de la gravedad. ¿Qué tan rápido? Bueno después de un segundo, la fruta está cayendo 9.8 metros por segundo. Si cae durante dos segundos, viajara 19.6 metros por segundo.

Esta aceleración es predecible y directa (en la práctica debemos considerar la resistencia del aire). Cuanto más cerca esté un objeto de la fuente de gravedad, más fuerte actúa la gravedad sobre él y mayor será la aceleración de su caída. Cuando Newton dijo que la gravedad es debilitaría con la distancia, señaló correctamente que la gravedad se comporta como si toda la masa de un planeta, que asumió que era la fuente de su gravedad, se concentraría en su centro. Lo que significa que, en cuanto a la gravedad, el manzano no está en la superficie de la Tierra en el punto cero de nuestro mundo, pero ya está elevado unas 6,437.376 km de altura, la distancia desde la superficie hasta el núcleo de nuestro planeta.

Esto fue un poco importante de la letra pequeña, porque le permitió a Newton calcular el efecto de la gravedad de la Tierra en la Luna. Sabía ir paralaje trigonométrico que el núcleo de la Luna estaba a 386,242.56 km de la Tierra. Es decir, esta aproximadamente 60 veces más lejos de nuestro núcleo que la manzana. Por lo tanto, en la Luna, la gravedad de la Tierra sería 60x60 o 3600 veces más débiles que la gravedad “sentida” por la manzana. Esto significa que la Luna cae a un ritmo mucho más lento que nuestro fruto terrestre.

Además de eso, la luna no solo está cayendo directamente hacia la Tierra. Más bien, desde el momento, la luna ha disfrutado de un movimiento hacia adelante u horizontal de 1.0237216 km/s. Por lo tanto, al igual que una bola de nieve lanzada, su trayectoria real debe ser una combinación de esos dos movimientos: 1.0237216 km/s y también gravitacional hacia abajo a

5.2 Holismo

Cualquier prueba de una hipótesis es simultáneamente una evidencia de la hipótesis específica en consideración y de la configuración experimental, hipótesis auxiliares y suposiciones de fondo. Un experimento fallido no revela necesariamente dónde se encuentra el fracaso, y un experimento exitoso no excluye que un arreglo experimental diferente u otras hipótesis auxiliares habrían revelado alguna dificultad. Es imposible construir una teoría mediante un método puramente inductivo. Tanto la teoría como el experimento tienen un papel en la ciencia y se equivocan muchos al ver

los experimentos como más cruciales que la teoría, confundidos al verlos como fuente de la teoría y sobre todo, equivocados al verlos como árbitro final de la teoría¹⁷³.

La única evidencia que nos permite juzgar una teoría y las leyes experimentales que tiene que pronunciar como buena o mala, son la comparación entre las consecuencias de esta teoría y las leyes experimentales que tiene que representar y clasificar. Este argumento es esencialmente probabilístico: un experimento no puede verificar ni refutar una teoría, más bien, nos dice si una teoría está confirmada o debilitada por los hechos. Hipótesis, teorías e ideas en general son esenciales para estimular nuestro trabajo, pero no debemos tener “fe excesiva” en ellas. No debemos estar muy satisfechos con nuestros propios logros.

El holismo es la idea de que las teorías se mantienen o caen en su totalidad y que un desafío a cualquier componente es potencialmente un desafío a todo el tejido intelectual. Más bien, en términos modernos se argumenta que debemos adoptar una actitud de humildad razonable hacia los compromisos intelectuales. Claude Bernard, nos recuerda que al dedicarnos a la ciencia somos anti-dogmáticos, que mantenemos una apertura a la perspectiva de que nuestras teorías pueden necesitar revisión y preservar una “libertad de mente” esencial¹⁷⁴.

Ante una aparente refutación, ¿cómo decide un científico qué elementos del nexo relevante de la teoría, los instrumentos, la configuración del experimento y las hipótesis auxiliares deber ser revisadas? Invocan a Pascal: hay razones que la conciencia no conoce. Al final, concluye que estas decisiones de juicio y sentido común, realmente debemos protegernos de creer que siempre justifican aquellas hipótesis que se han convertido en convenciones universales adoptadas, y cuya certeza parece romper las contradicciones experimentales echando a estas últimas de nuevo sobre sus posiciones más dudosas. La historia de la física nos muestra que muy a menudo la mente humana ha sido llevada a derrocar por completo tales principios, aunque han sido considerados por consentimiento común durante siglos como axiomas inviolables, y para reconstruir sus teorías físicas es necesario crear nuevas hipótesis.

5.3 No conocer (ignorancia) y no reconocer (ignorar)

Ambos temas de ánimo son enormemente relevantes para nuestra sociedad, cultura y vida intelectual. Ignorancia e ignorar ambos son problemas actuales, y a veces ambos tienen usos y beneficios. Por ejemplo, la ignorancia representa un peligro cuando se trata como una virtud en sí misma o, si se ve como un estado vergonzoso que debemos esforzarnos por escapar a través del consumo en la “economía del conocimiento” posmoderna. Por el contrario, la ignorancia proporciona un colchón natural mientras nos esforzamos por entender quiénes somos y cuál podría ser nuestro lugar en el mundo. La ignorancia marca útilmente el punto en el que la experiencia de un profesional no puede ir más allá; más profundamente, establece un límite a lo que podemos esperar razonablemente de las personas, individuos colectivos.

El acto de ignorar algo, consciente o inconscientemente, toma una gama de formas igualmente diversas. A veces negar lo que uno ve patentemente puede ser una estrategia de la que depende la supervivencia; en otras ocasiones, la negación perpetúa el miedo colectivo del que dependen las relaciones abusivas y las jerarquías tiránicas. Pero la ignorancia también puede ser una forma de negarse a reconocer tales estructuras de poder, debilitándolas o incluso derribándolas.

El conocimiento psicoanalítico sobre las actitudes de las personas hacia la verdad puede ser útil para analizar las formas de ignorancia en la sociedad moderna. Dado el poder de la genética, los forenses y el big data, es importante ver cómo la gente toma el nuevo conocimiento y cómo estas ciencias están creando ambas nuevas creencias en la verdad y nuevas formas de ignorancia.

5.3.1 Las muchas caras de la ignorancia

Hay dos maneras de pensar en la ignorancia. Un significado del término se refiere a la falta de conocimiento, o la falta de deseo de saber, mientras que el segundo significado se refiere a las relaciones; por ejemplo, elegimos ignorar o negarnos a notar un determinado comportamiento causal. Sin embargo, hay una diferencia crucial entre el acto de ignorar algo y el estado de ser genuinamente ignorantes de él, a pesar de que pueden parecer muy similares, incluso idénticos. Ignorar algo significa negar su importancia o su propia existencia; también significa pasarlo por alto. Por el contrario, estar en desconocimiento de algo implica una falta de conciencia de su presencia o significado real o incluso posible en el universo. La diferencia entre el acto de ignorar y

el estado de ser ignorante implica la distinción moralista entre el estado de responsabilidad y el estado de inocencia. Ignorar algo de lo que realmente somos conscientes implica esforzarnos por recuperar el estado de felicidad que una vez proporcionó la ignorancia “original”.

“Ignorancia” como término se utiliza con frecuencia en un contexto negativo y a menudo es algo que acusamos a otros de complacer. Sin embargo, la ignorancia desempeña un papel crucial en nuestra vida diaria, especialmente en las formas en que forjamos las relaciones. Sin ignorancia, el amor no existiría. La crianza de los hijos está llena de situaciones en las que un padre prestará atención completa a un niño y luego la ignorará. La mejor manera de lidiar con la rabieta de un niño pequeño es a menudo ignorar al niño o adoptar una estrategia de “tiempo fuera”. ¿Y qué es un “tiempo fuera”, si no un hechizo en el que los niños pequeños están obligados a aceptar que sus padres los ignoran? Dormir, también, está esencialmente relacionado con la ignorancia, ya que el insomnio a menudo es el resultado de una incapacidad para absorber y disipar los acontecimientos diarios y las emociones que despiertan en nosotros.

Le diremos algo que es imposible y verdadero. Naciste de una pequeña semilla dentro de tu madre. Y ella nació de una pequeña semilla de su madre. Y así sucesivamente, de vuelta y vuelta a través de los pasillos tenues de tiempo hasta llegar a una cueva en particular en África, cien mil años en el pasado, con una mujer en particular sentada junto a un fuego. Esa mujer no sabía nada de ciudades, automóviles, electricidad, comunicaciones digitales... Pero si pudiéramos seguir a sus hijos a través del tiempo, eventualmente llegaríamos a ti. Si cada uno de esos hijos hubiera presionado un pulgar inquieto en un gran pedazo de pergamino, uno siguiendo al otro, hoy habría varios miles de huellas digitales en ese pergamino, que conduce de esa mujer ancestral hace cien mil años a su huella digital hoy.

Si esta historia no parece posible, o al menos incomprensible, vayamos más atrás en el tiempo. Según el análisis moderno del ADN de los animales fósiles, su madre ancestral descendió de criaturas más primitivas, hasta llegar a un organismo unicelular retorciéndose y girando en un mar primigenio. Y esos primeros organismos vivos surgieron de los miles de millones de colisiones aleatorias de moléculas sin vida, por casualidad formando cosas que podrían generar más de sí mismos y aprovechar la energía del mar agitado. Y antes de eso, el antiguo aire de la Tierra —metano y

amoníaco y vapor de agua y nitrógeno— voló sobre los volcanes. Y antes, los gases se arremolinaban y se condensaban de una nube en el sistema solar primigenio.

Contaré una historia final. Cada átomo de tu cuerpo excepto el hidrógeno y el helio se hizo en estrellas hace mucho tiempo y voló al espacio cuando esas estrellas explotaron, mucho más tarde para ser arrojadas al aire, el suelo y los océanos de la Tierra y eventualmente incorporadas a tu cuerpo. ¿Cómo lo sabemos? La evidencia apoya la teoría del Big Bang, que sostiene que nuestro universo comenzó en un estado de densidad y temperatura extremadamente alta y ha estado expandiéndose y enfriándose desde entonces. En los primeros momentos después de $t=0$ el universo estaba demasiado caliente para que los átomos se mantengan unidos. Durante los primeros tres minutos, el universo se enfrió lo suficiente como para que se formaran los núcleos atómicos más simples, hidrógeno y helio, pero estaba diluyendo demasiado rápido para hacer carbono, oxígeno, nitrógeno y todos los demás átomos de los que están hechos nuestros cuerpos. Según la física nuclear, la formación de átomos ocurrió cientos de millones de años más tarde, cuando la gravedad fue capaz de reunir grandes cantidades masas de gas para formar estrellas. Las temperaturas y densidades en los centros de esas masas comenzaron a montarse de nuevo, iniciaron reacciones nucleares que fusionaron los átomos de hidrógeno y helio existentes en los otros átomos de nuestro cuerpo. Algunas de esas estrellas explotaron, sembrando el espacio con átomos recién forjados. Con nuestros telescopios, hemos visto estrellas explotando y analizando la composición química de sus escombros. Hemos confirmado la teoría. Si pudiéramos etiquetar todos los átomos de su cuerpo y seguirlos hacia atrás en el tiempo, cada átomo, excepto hidrógeno y helio, volverían a una estrella. Estamos tan seguros de esta historia como que los continentes se unieron una vez.

Menos seguros pero apoyados por cálculos convincentes son las infinidades, la infinidad de lo pequeño y la infinidad de lo grande. El mundo interminable de cosas cada vez más pequeñas dentro del átomo, y el mundo interminable de cosas cada vez más grandes, más allá de nuestros telescopios. Entre estos dos puntos finales de la imaginación estamos los seres humanos, frágiles y breves, agarrados de nuestra fina porción de la realidad.

En toda una vida, la mayoría de la gente viaja a no más de mil quinientos kilómetros. Durante esa exploración limitada del mundo físico, registramos recuerdos de objetos y

experiencias cercanas, todos canalizamos a nuestro cerebro por nuestros ojos, oídos... Y sin embargo, piense en lo que somos capaces de imaginar. Tomemos, por ejemplo, la épica historia de Homero sobre el viaje de Ulises. En un momento dado, Ulises y sus hombres son capturados por los Cíclopes, un hombre de treinta pies de altura con un solo ojo en medio de su frente, que inmediatamente comió a dos de la tripulación y encarcela al resto en su cueva para futuras comidas. En los mares de nuevo después de su huida, Ulises se ata al mástil del barco para poder resistir la llamada de las Sirenas, criaturas con los cuerpos de los pájaros y las cabezas de mujer, cuya hermosa canción atrae a los hombres a su perdición en los arrecifes. Considere la famosa pintura de Salvador Dalí “la persistencia de la memoria” en la que los relojes de goma caen sobre ramas de árboles y mesas como pizzas que se derriten en el Sol. En nuestras mentes, tenemos el poder de combinar cosas que hemos visto en nuestra escasa experiencia para crear apariciones espectaculares nunca antes encontradas, e incluso cosas que no existen.

La imaginación en las artes es familiar. La imaginación en la ciencia no es tan familiar, pero impresionante en su atrevida y frecuente validación. Siguiendo el rastro lógico de sus ecuaciones, James Clerk Maxwell imaginó ondas de energía electromagnética viajando a través del espacio: rayos X y ondas de radio invisibles para el ojo. Einstein imaginó que relojes que se movían entre sí marcarían a diferentes velocidades, aunque nunca se había observado un fenómeno tan absurdo. (Para medir el efecto, se requieren instrumentos altamente sensibles a velocidades relativas que se acerquen a la velocidad de la luz).

Los antiguos griegos hipotetizaron átomos invisibles, cosas minúsculas demasiado pequeñas para ver, indestructibles, indivisibles, los supuestos bloques de construcción del mundo material, otro salto de la imaginación. Dos mil años más tarde, un francés llamado Blaise Pascal (1623-1662) imaginó mucho más lejos. Matemático, físico, inventor, ensayista y teólogo. Pascal conjeturaba la existencia de cosas infinitamente pequeñas e infinitamente grandes. De sus pensamientos: el hombre es igualmente incapaz de ver la Nada de lo que fue hecho, y el infinito en el que es tragado.

Hoy la juventud universitaria debe aprender a ver desde las matemáticas, física, química, poesía... pensar al leer y escribir es sin duda el más desafiante aprendizaje del intelecto moderno. La soledad de la escritura y lectura es una soledad sin la cual la

mente no podría ser producida, o se desmoronaría, drenada sin sangre por la búsqueda de algo más para pensar y crear. Cuando pierde esa sangre, su autor deja de reconocerle como creativo.

Puede haber sido un pájaro carpintero lo que me hizo pensar seriamente en la biología. Tenía unos trece años y sentado en el jardín, este pájaro saltaba entre las ramas de un pino. Se volvió, flotaba y se asentaba brevemente en el tronco, el tiempo suficiente para que me diera cuenta de las elaboradas y complejas maniobras y sus colores en sus alas. Entonces una sombra lo molestó y volvió a volar, desapareciendo sobre los tejados. Ese pájaro intrincado y perfectamente formado me hizo pensar. A la vez era completamente diferente de mí y, sin embargo, de alguna manera resulta familiar también. Como yo, él estaba tan obviamente vivo: podía moverse, podía sentir, podía responder, parecía tan lleno de propósito. Me encontré preguntándome: ¿qué significa realmente estar vivo? En síntesis, ¿qué es la vida?

He pensado esta pregunta durante gran parte de mi vida, pero encontrar una respuesta satisfactoria no es fácil. Tal vez sorprendentemente, no hay una respuesta estándar de la vida, aunque los científicos han luchado con esta pregunta a través de los siglos. Un Físico, Erwin Schrödinger, quien publicó un influyente libro con esta pregunta en 1944. Su enfoque principal se centró en un aspecto importante de la vida: cómo los seres vivos mantenían un orden y una uniformidad tan impresionante para generación tras generación en un universo que, según la Segunda Ley de la Termodinámica, avanza constantemente hacia un estado de desorden y caos. Schrödinger vio esto con toda razón como una gran pregunta, y creía que entender la herencia, esto era lo que los genes y cómo se transmiten fielmente entre generaciones: era la clave.

Aquí mismo, hago esta pregunta ¿qué es la vida? Pero estoy convencido que no es suficiente descifrar la herencia, no nos da una respuesta completa. En cambio, consideremos cinco grandes ideas de la biología, usándolas como pasos que podemos escalar, una a la vez, para tener una visión más clara de cómo funciona la vida. Estas ideas han existido durante mucho tiempo, y generalmente son bien aceptadas para explicar cómo funcionan los organismos vivos. Pero unir estas diferentes ideas de nuevas maneras, podría desarrollar principios unificadores que definan la vida.

Debe decir, justo aquí, que los biólogos a menudo rehuyen a hablar de las grandes ideas y teorías planificadoras, no así en la física moderna. Tal vez sea lo desconcertante de las matemáticas, incluso abrumadoras en su modelado, diversidad que hacen que parezca difícil buscar teorías simples e ideas unificadoras. Pero existen importantes ideas generales de este tipo en biología, y nos ayudan a dar sentido a la vida en toda su complejidad.

Las cinco ideas sobre la misma pregunta ¿qué es la vida? Son: **la célula, el gen-promotores, evolución por selección natural, la vida como química termodinámica y la vida como información.** Además de explicar de dónde vienen, por qué son importantes y cómo interactúan, queremos mostrarles a los jóvenes universitarios de este siglo, mostrarles que cuando se forman como científicos (QFB, biólogos, bioquímicos, bionanotecnólogos...) deben para tener éxito vincular estos cinco marcos teóricos en sus explicaciones. Hoy la biología, la clínica, la farmacia se distingue desde el año 2003 por ser disciplinas con una fuerte tendencia a consolidarse como ciencias exactas... al modo de la física y la química. Es irresponsable e ingenuo negar este desarrollo de la biología de sistemas. Las universidades no han puesto al día sus planes de estudio, los profesores no se han puesto al día en las ramas matemáticas que exigen este cambio: ecuaciones diferenciales, redes causales bayesianas, mecánica de códigos (teoría de la información), analítica geométrica conformacional, estadística y probabilidad de modelado de regresiones, redes, distribuciones de probabilidad, funciones de estimación...

Mi objetivo al publicar estos temas en el <https://cieumich.mx/Licenc.../elements/OpenOnlineCourse.html> es compartir la emoción del descubrimiento teórico y experimental científico que se produce cuando a través de una creciente comprensión del mundo natural se crea una ciencia exacta que permite: anticuerpos, tejidos, fármacos, alimentos, vacunas, elementos químicos totalmente sintéticos, es decir, bajo diseño matemático el hombre hace esto posible.

Al mismo tiempo, la actividad humana está empujando nuestro clima al caos, la extinción diaria de por lo menos una especie, la destrucción de ecosistemas y la aparición de nuevas enfermedades al borde de nuestra propia extinción. Para sostener la vida, es necesaria una nueva formación de científicos QFB, entre otros. La biología en los años que corren cada día más nos dictará sobre cómo las personas vivirán en

medio de mundo contaminado y estresado por pandemias como respuesta al cambio climático.

Las incertidumbres éticas de estos cambios, sugieren que los estudiantes se vuelvan autónomos en sus habilidades intelectuales para agenciar y crear conocimiento; sentir amor por el aprendizaje, respetar la literatura como medio creativo y de consenso científico de las comunidades científicas, pero primero debemos preguntarnos qué es la vida y cómo funciona, como el pretexto de sabiduría de toda nuestra formación universitaria en este fascinante campo de la biología de sistemas.

5.4 Pensar matemáticas, el ensayar el arte de la razón

Los hombres temen pensar que no hay nada más en la tierra, más que ruina, más incluso que la muerte. El pensamiento es subversivo y revolucionario, destructivo y terrible; el pensamiento es despiadado cuando es reservado a privilegios, hábitos cómodos; el pensamiento es anárquico y sin ley, indiferente a la autoridad, descuidado de la sabiduría bien probada de los siglos. El pensamiento mira en el pozo del infierno y no tiene miedo. Ve al hombre, una mancha débil, rodeado de profundidades insondables de silencio; sin embargo, se lleva a sí mismo con orgullo, tan inmóvil como si fuera el señor del universo. El pensamiento es grande, rápido y libre, la luz del mundo y al gloria principal del hombre. Bertrand Russell, *Why Men Fight*

Si es así, ¿dónde deja eso escribir sobre matemáticas? El escritor solo tiene palabras, y el matemático habita en un lugar completamente diferente. Al igual que la música, las matemáticas se basan en profundos actos de creatividad e inspiración. Incluso los mejores matemáticos tienen problemas para explicar ese mundo mental. Esto crea un desafío para el estudiante universitario moderno. Crear para sí la intuición matemática y el sentido de lo que es coherente. La intuición no es algo con lo que se nace. Hemos de entrenarla para aceptar como formas obvias que inicialmente fueron rechazadas como absurdas, pueden ser parte de otro universo matemático. La inspiración cómo llega, al intentar atrapar una idea que flota sabe dónde. Flota alrededor de lo que conocemos; las miras y admiras sus colores. Está justo ahí. Y luego, en algún miento dedicamos la vida entera intentando desheredar sus secretos, ponerlos en un marco sólido, o hacerlo realidad, entonces desaparece la inspiración; se ha ido en busca de otra idea que flota por allí.

De las artes y la ciencia, las matemáticas se encuentran entre las más antiguas y al mismo tiempo, las más modernistas. Pueden ser hermosas y pueden ser cercanas cuando sus practicantes atesoran ambas cualidades. Las personas que escriben matemáticas aprenden a abrazar estas consideraciones. La mejor escritura sobre matemáticas no tiene como objeto simplemente traducir una técnica o explicar. Trae preguntas desde la frontera del pensamiento. Y nos proporciona nuevas formas de ver el mundo que nos rodea, incluso las partes que son invisibles.

Es necesario contemplar la naturaleza de números, geométricas, álgebras, lógicas, conjuntos, funciones, infinitos. No solo hay un infinito, hay muchos. Por otro lado, el infinito puede no existir; puede que no forme parte de la realidad; pero puede ser una criatura de nuestra ilimitada imaginación. Si en el camino tenemos que envolver nuestras mentes alrededor de Teoremas: es en los niveles más altos y apicales de geometría, topología, análisis, teoría de números y lógica matemática que comienza la diversión y la profundidad, cuando las computadoras y fórmulas sin contexto se dejan y todo lo que hay es papel y lápiz, se llama “genio”. La mezcla articular de pensar desde una razón original y creativa que caracteriza lo mejor de las mentes universitarias libres.

México en este siglo encuentra una lucha por preservar su orgullo y prestigio social. Casi a diario, la evidencia se acumula de que nuestra nación carece de los recursos para liderar en los asuntos mundiales. Incluso países menores se sienten más libres, con más seguridad, paz y progreso. Otros países nos están dejando muy atrás en la capacidad social de hacer arte, ciencia, ingeniería, diseño, matemáticas... con eficacia y vigor dentro de nuestro sistema universitario. De ahí la búsqueda de soluciones para detener el declive ético y de formación científica en nuestra sociedad. Es revelador que hay una salida, escuchamos desde la literatura que se puede revertir este rezago, el enfoque se centra en el ahora conocido acrónimo STEM, que simboliza la formación del arte de pensar leyendo y escribiendo en autonomía intelectual, y caracteriza el perfil intelectual requerido para el resto del presente siglo. STEM recomienda la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas dentro de una pedagogía enfocada en la disertación, la discusión de las ideas, el consenso de justificación y la agencia de conocimiento por procesos intelectuales: fundamentación, demostración, cálculo, explicación, reflexión, justificación, categorización, modelado...

De hecho, escribir, leer y las matemáticas son el eje anunciado como la clave para el progreso ético de las sociedades democráticas en el siglo XXI. STEM es justicia social para jóvenes de familias pobres y marginadas del desarrollo, los enfrenta en su formación universitaria a superar obstaculizar de habilidades intelectuales creativas. Las matemáticas, nos dicen, blindarán nuestra fuerza laboral en un mundo que nos exige la innovación y una palanca en ámbitos de soberanía intelectual. En una era de alta tecnología y debilidad democrática, STEM puede cambiar el rumbo de la sociedad. Un estudio calcula que si este déficit intelectual se amplía con nuestros socios comerciales, nuestro producto interno bruto caerá un 36 % en estos años por venir¹⁷⁵. Como resultado, la calidad de vida se deteriorará, la violencia crecerá y el caos reinará con una población creciendo en densidad.

Para el matemático Francis Su, una sociedad sin afecto matemático es como una ciudad sin música, parques o museos. Perderse las matemáticas es vivir sin experimentar algunas de las ideas más hermosas de la humanidad¹⁷⁶.

Especialmente para aquellos desencantados por sus experiencias pasadas, nuestras reflexiones personales intentan mostrar cómo las matemáticas satisfacen los deseos humanos básicos, como jugar, belleza, libertad, justicia y amor, y cultiva virtudes esenciales para el florecimiento humano. Estos deseos y virtudes, y las historias que se cuentan en la historia de las matemáticas, revelan cómo las matemáticas están íntimamente ligadas al ser humano. Algunas lecciones surgen de aquellos que han luchado, incluida la filósofa Simone Weil, cuyas propias contribuciones matemáticas fueron eclipsadas por las de su hermano, y Christopher Jackson, quien descubrió las matemáticas preso en una prisión federal. Las cartas de Christopher muestran cómo esta búsqueda intelectual puede, y debe, estar abierta a todos.

Algunos de los mayores problemas de las matemáticas son también unos de los más antiguos. Los picos más altos de las matemáticas permanecen a la vista de lo que aprendimos cuando éramos niños. Muchos de los avances sobre los números primos, números divisibles solos por 1 y ellos mismo. Muchas pruebas relativas a los números primos llenan los anales de la historia, una es que hay infinitamente muchos de ellos. Así lo demostró Euclides, cuyas fechas de su nacimiento y muerte se han perdido en la niebla del tiempo; que carecían de algo como Internet, electricidad y para el caso, de

libros; que solo tenían papiro para escribir y casi nadie sabía que vivía en un planeta que órbita alrededor del Sol, pero sabía que los números primos continúan hasta el infinito, y lo demostró.

Cuando aún no se han encontrado evidencias, tenemos conjeturas como de la Goldbach, que algún día pueden progresar hasta ser demostraciones. Si puedes hablar de primos, puedes hablar de las brechas entre primos. A menudo, la brecha es de solo 2, como con 11 y 13. Son primos gemelos. ¿Cuántos de estos pares hay? Nadie lo sabe, pero las conjeturas de los primos gemelos dicen que son infinitas. Por cierto, si los matemáticos fueran físicos, dirían que estas conjeturas son ciertas. El peso de la evidencia es enorme. Toda su experiencia lo dice. Los matemáticos miran cada vez más profundo en su universo, computadoras que sirven como sus telescopios y naves espaciales. A medida que calculan números más grandes, tanto la conjetura de Goldbach de los primos como primos gemelos continúan aguantando. Pero eso no es suficiente para un matemático. Se necesita una demostración para proporcionar certeza. Y, en cierto sentido, se necesita una demostración para explicar por qué.

Una característica bien conocida de los números primos es que hay una aleatoriedad fundamental en su distribución. Esa aleatoriedad está perforada, sin embargo, por patrones sorprendentes. El entrelazamiento de la aleatoriedad y la regularidad - estructura subyacente en medio del desorden- es un tema fascinante, como de hecho lo es a través de la ciencia moderna. Un matemático, como un pintor o un poeta, es un creador de patrones. Su insistencia en la calidad aparente poco científica de la belleza como piedra de toque refleja una apreciación de esa mezcla de orden y desorden porque los seres humanos no percibimos ni la aleatoriedad pura ni la regularidad perfecta como hermosa. Apreciamos un poco de caos.

Tal vez hubo un tiempo en que las matemáticas eran puras y las ciencias menores, se enfrentaban al desorden del mundo real, pero si es así, ese tiempo se ha ido. Los matemáticos a menudo lideran el camino al ver conexiones entre sistemas físicos aparentemente no relacionados. Como informa Kevin Hartnett¹⁷⁷, la geometría de los paseos aleatorios puede aplicarse tan bien a las cuerdas cuánticas como lo hace a lo colonias de bacterias. Los matemáticos que estudian periodos de motivos, están trazando vínculos entre la geometría algebraica y los diagramas de Feynman favorecidos por los físicos de partículas. Esto es lo que el físico Eugene Wigner solía

llamar “la eficacia irrazonable de las matemáticas”. Los matemáticos se adentran en su mundo de imaginación platónica, y lo que encuentran allí —reglas, estructuras y patrones— reaparecen en las ciencias naturales como por coincidencia.

5.6 Revelaciones

Multitudes de patrones giran orquestados, texturizados y hacen nuestras vidas emocionantes. La segunda ley de la termodinámica. Nacimiento, aprendizaje, amor y edad son regalos que no ganamos, límites que no otorgamos. El espacio crece en silencio más allá de nuestras manos. Cuerpos celestes, finamente espolvoreados en el espacio. Difusión en obediencia a las leyes ideales. No hablan el lenguaje de cantos de cuna. El tiempo cambia, se aplica imparcialmente. En cosas antiguas vemos su importante alcance, mientras que los relojes diminutos y perfectos atestiguan su vigor. El tiempo nos es anterior durante mucho tiempo, y nos sobrevivirá mucho tiempo después. Como en mi mente, de nuevo hago de nuevo mi mundo lo máspreciado y cercano eres tú.

La ciencia incluye mucho más que hechos desnudos sobre cómo funciona el mundo físico. Esos hechos son poderosos y extrañamente hermosos, sin duda. Pero el estilo de pensamiento que nos permitió descubrirlos también es un gran logro. Y es importante considerar lo que esos fundamentos sugieren sobre cómo encajamos los humanos en el panorama general. Esto trasmite un mensaje fundamental: que nuestra comprensión del mundo físico sigue creciendo y cambiando. Las especulaciones de los hechos, indican la naturaleza de las observaciones y experimentos que los establecen. Porque quizás el mensaje más fundamental de todos es que entendemos muchos aspectos del mundo físico muy profundamente. Como dijo Albert Einstein: el hecho de que el universo sea comprensible es un milagro. Eso también fue un descubrimiento difícilmente ganado.

Precisamente porque es tan sorprendente, la comprensión del universo físico debe demostrarse, no asumirse. La demostración más convincente es que nuestra comprensión, aunque incompleta, nos ha dejado lograr cosas grandes y sorprendentes en la tecnología. La ciencia, es tratar de llenar vacíos en nuestra comprensión y diseñar nuevos experimentos para empujar las fronteras de la posibilidad. Ha sido una alegría para mí, al escribir para los estudiantes universitarios, dar un paso atrás y reflexionar,

me pregunto, sobre algunos aspectos destacados de lo que generaciones de científicos e ingenieros, cooperando a través del tiempo y el espacio, ya han logrado.

Es de universitarios pretender dar una alternativa al fundamentalismo de la cultura tradicional presente en las calles. Muchos de mis héroes científicos como Galileo, Kepler, Newton, Faraday, Maxwell... eran cristianos que pensaron que podían acercarse a Dios estudiando su obra. Einstein, aunque no era religioso en un sentido convencional, tenía una actitud similar. A menudo, se refería a Dios (o el viejo), como lo hizo en una de sus citas más famosas: Sutil es el señor, pero malicioso no lo es.

El espíritu de esa empresa, y la nuestra, trasciende dogmas específicos, ya sean religiosos, políticos o antirreligiosos. Me gusta decirlo de esta manera: al estudiar cómo funciona el mundo, somos estudiantes de cómo funciona Dios, y así aprender lo que Dios es. En ese espíritu, podemos interpretar la búsqueda del conocimiento como una forma de amor por aprender el gran diseño, y nuestros descubrimientos como revelaciones de todo lo que podemos ser.

5.7 Ampliar el intelecto

El universo es grande. Por su puesto, una buena mirada al cielo en una noche despejada es suficiente para mostrar que hay mucho espacio “por ahí”. Cuando, después de un estudio más cuidadoso, ponemos números a ese tamaño, nuestras mentes están correctamente motivadas. La grandeza del espacio es solo un aspecto de la abundancia de la Naturaleza, y no es el más central para la experiencia humana. Por un lado, como dijo Richard Feynman, hay mucho espacio en la parte inferior. Cada uno de nuestros cuerpos humanos contienen mucho más átomos que estrellas en el universo visible, y nuestro cerebro contiene tantas neuronas como estrellas en nuestra galaxia. El universo interior es un digno complemento al universo más allá.

Es en cuanto al espacio, pero también para el tiempo. El tiempo cósmico es abundante. La cantidad de tiempo que se remonta al Big Bang empequeñece toda una vida humana. Y sin embargo, toda vida humana contiene mucho más momentos de conciencia que la historia universal que contiene vidas humanas. Nos regalan una abundancia de tiempo interior. El mundo físico también es abundante en recursos hasta ahora no explotados para la creación y la percepción. La ciencia revela que el

mundo cercano contiene, en formas conocidas y accesibles, muchas más energías y material utilizable de la que los humanos explotan actualmente. Esta realización nos empodera y debe despertar nuestras ambiciones de saber.

Nuestra percepción sin ayuda solo unas pocas astillas de la realidad que revela la investigación científica. Considere, por ejemplo, la visión. Nuestro sentido de la visión es nuestro portal más amplio e importante para el mundo externo. ¡Pero deja tanto invisible! Telescopios y microscopios revelan vastos tesoros de información, codificados en luz, que normalmente llegan a nuestros ojos sin ser reconocidos. Además, nuestra visión se limita a una octava del lapso de luz visible, de un espectro de radiación electromagnético, que va desde ondas de radio a microondas a infrarrojos en un lado, y rayos ultravioleta a rayos X, gama en el otro. E incluso dentro de nuestra octava, nuestra visión del color es borrosa. Si bien nuestros sentidos no perciben muchos aspectos de la realidad, nuestras mentes nos permiten trascender nuestros límites naturales. Es una gran aventura ampliar las puertas de nuestra percepción.

En un bebé pude ver que estaba construyendo un modelo del mundo. Se acercó a él con curiosidad insaciable y con pocas ideas preconcebidas. Al interactuar con el mundo, aprendió las cosas que casi todos los adultos humanos dan por sentado, como que el mundo se divide en uno mismo y lo otro, que los pensamientos pueden controlar los movimientos de sí mismos pero no sobre lo otro, y que podemos mirar las cosas sin cambiar sus propiedades.

Los bebés son como pequeños científicos, haciendo experimentos y sacando conclusiones. Pero los experimentos que hacen son, según los estándares de la ciencia moderna, bastantes crudos. Los bebés trabajan sin telescopios, microscopios o cualquier otro instrumento. Su experiencia se limita a una pequeña gama de temperaturas; la gravedad de la Tierra los tira hacia abajo, mientras las superficies de la Tierra los apoyan... y así sucesivamente.

Los bebés construyen modelos que explican lo que experimentan dentro de los límites de su percepción y entorno. Para fines prácticos, ese es el plan correcto. Para hacer frente al mundo cotidiano, es eficiente y razonable, cuando somos niños, tomar lecciones del mundo cotidiano nos entrena. Pero la física moderna revela un mundo físico muy diferente del modelo que construimos de bebés. Si una vez más nos abrimos

al mundo, curioso y sin ideas preconcebidas llegamos a entender el mundo de manera diferente. Algunas cosas, debemos aprender nuevamente. El mundo está construido a partir de unos pocos bloques básicos de construcción, que siguen estrictas pero extrañas y desconocidas leyes. Algunas cosas, debemos desaprender.

La mecánica cuántica revela que no se puede observar algo sin cambiarlo, después de todo. Cada persona recibe mensajes únicos del mundo externo. Imagina que tú y un amigo se sientan juntos en una habitación muy oscura, observan una luz tenue. Haz de luz muy, muy tenue, digamos, cubriéndolo con capas progresivas de tela. Con el tiempo, tanto tú como tu amigo solo verán destellos intermitentes. La luz se ha dividido en cuantos individuales, y los cuantos no se pueden compartir. A este nivel fundamental experimentamos mundos separados. Nuestro cerebro está contra toda intuición, construido a partir de las mismas cosas que son en apariencia y parecen ser continuas en el mundo.

En nuestra prisa por dar sentido a las cosas, como bebés, aprendemos a malinterpretar el mundo, y a nosotros mismos. Hay mucho que desaprender, así como mucho que aprender, en el viaje a la comprensión científica profunda.

5.8 El fetichismo metodológico de los políticos

¿Por qué deberíamos confiar en la ciencia? La respuesta inicial es nítida y clara: el conocimiento científico es “fundamentalmente consensuado” y entender adecuadamente la ciencia puede ayudarnos a abordar la crisis actual de confianza.

La objetividad se maximiza cuando la comunidad es lo suficientemente diversa como para que se pueda desarrollar, escuchar y considerar adecuadamente una amplia gama de puntos de vista. En la diversidad de pensamiento hay fuerza epistémica. La dimensión empírica es una actividad de diseño experimental y crítica, pero la experiencia científica también está organizada en comunidades que surgen de tradiciones intelectuales no defensivas sino autocríticas. El conocimiento científico es perecedero e incompleto, ¿Cómo podemos justificar confiar en él para tomar decisiones, particularmente cuando las cuestiones en juego son a menudo sociales o políticamente sensibles, económicamente consecuentes y profundamente personales?

La importancia del consenso científico, como indicador vital para el papel de la ciencia en una democracia, la opinión no experta y científica dialoga en ella respondiendo y ajustando la evidencia relevante para las decisiones de consenso social. La ciencia nos dice que el hecho de que alguien esté cerca de un problema no significa que lo comprenda; las nociones convencionales de objetividad asumen la distancia intelectual solo por esta razón. La disertación y la experimentación ayudan a ilustrar y agudizar la distinción entre autoridad por conocimiento y la ideología que presenciamos muchas veces de que escuchar a muchos es el termómetro de que hacer con el cambio climático, vacunas... Una comunidad científica, su diversidad de valores es más propensa a identificar y desafiar creencias perjudiciales incrustadas en el populismo de izquierda o derecha, haciéndose pasar verdades por consenso racional. También permite que pueda haber objeciones legítimas, incluidas las de valores culturales, artísticas... a políticas que están justificadas en parte por la ciencia, pero también por afirmaciones de valor social.

¿Cuándo debemos confiar en la ciencia? Cuando surge un consenso de científicos diversos y caracterizada por amplias oportunidades de revisión de pares y apertura a la crítica.

¿Qué es ver sin pensar? Lo opuesto a educar universitarios

Pensamos en ver como un simple contacto con la realidad. Pero cuando vemos objetos repetidamente, hasta el punto de la familiaridad, se vuelven invisibles; el uso de la mente, más allá de los ojos solos, se requiere para verlos por lo que son. Somos responsables de lo que tomamos o comprendemos como verdadero. Para leer e investigar como un adulto libre es asumir la increíble responsabilidad de permitirse cambiarse a la luz de la literatura. Si el cambio fuera seguro de ser positivo, no habría riesgo, y la libertad de pensar no significaría casi tanto como lo hace. Los estudiosos de la naturaleza pueden parecer estar en el mundo con tanta intensidad, pero les resultan a muchos tan distraídos por reflexionar constantemente y tan ociosos por dedicar mucho tiempo a los libros o las matemáticas encarcelados en sus pasiones.

Si el mundo natural expone profundidades tan ricas o más ricas que el reino cursi humano, también debe ser un objeto adecuado de contemplación intelectual. Pero también es tradicional ver la investigación sobre la naturaleza como una búsqueda de la

verdad. Consideramos que la búsqueda de la verdad científica o matemática es un antídoto vital para las mentiras egoístas promovidas por el gobierno fascista, populista, burocrático... mentiras promulgadas en las universidades, así como en las fuentes de noticias e información que buscan públicos masivos. Cuando le mienten a alguien, utilizan la apertura de esa persona al mundo, su poder de percepción y juicio racional, como un medio para obtener lo que quieren inducir. Es como querer un ciudadano y un esclavo: mienten para lograr ambas cosas. Lo mismo ocurre a una escala más amplia, los líderes políticos, exageran amenazas para crear divisiones de odio en la sociedad. Apelan a los temores naturales de incertidumbre y debilidad, así como a las fantasías de una fuerza moral en el líder. Cuanto más exitoso es un líder, más dependiente es de sus mentiras al intentar ser fiel a una verdad eterna. Una vaga amenaza a sus ideas las convierte en una guerra de violencia sobre los hechos que son incompatibles en sus asuntos dogmáticos, el ataque no provocado, el enemigo a las puertas de su gobierno. Las palabras y las historias se convierten en un medio no solo para presentar una realidad falsa, sino también para inundar de fanáticos que se apoderen de nosotros, de su comunidad, porque les ayudan a fingir que la privación de crítica es un sufrimiento necesario para la felicidad, una confrontación con los que piensan distinto ha de reivindicar a mostrarnos fieles a la fuerza del líder.

Una mentira al servicio de los fines miserables niega la dignidad de la capacidad humana de creencia racional; por el contrario, buscar la verdad a toda costa recupera esa dignidad, nos recupera a una base más segura. Así que refugiarnos en la literatura, poesía, ciencia, ingeniería, diseño, matemáticas... en realidades que no se pueden distorsionar o doblar por burocracia, contra las que se desmorona la fantasía humana de esclavizar otros humanos.

El daño del populismo, es una mancha que al igual que compuesto químico es un hecho bruto, su verdad puede estar oculta, pero no se puede cambiar a voluntad. ¿Qué tan común es un entorno social impregnado de mentiras? ¿Se limita de hecho a regímenes totalitarios burocráticos? La importancia de buscar la verdad en entornos totalitarios, afirma que la vigilancia intelectual constante contra las mentiras es necesaria a todos los grupos sociales. La salud social depende de la tensión en todas partes que uno se encuentra dada por el pensamiento de disertación. No sé, no puedo imaginar, ningún grupo político que no incluya entre sus ideas actuales una enorme dosis de mentiras en sus propagandas y discursos incendiarios. Siendo así, la

alternativa es inevitable, o uno debe gustarle la bandera de falsedad en devoción al líder, o a uno le debe gustar ser rebelde en acciones guiadas por la voz de la literatura disponible.

Si las mentiras prevalecen en la vida social y si la verdad necesaria es muy pobre para la humanidad plena, la vida cotidiana con los demás es prácticamente insoportable, algunos se refugian en alcohol, video juegos, cine de baja calidad... conversaciones de antro y noticieros que entierran el sentido común en expresiones crudas de ser una audiencia leal. El político se siente cómodo, aliviado la ansiedad, desempeñando un papel en las luchas de poder y el estatus grupos políticos con banderas de mentiras. Su propósito al hablar rara vez es comunicar la verdad sobre algo. De esta manera, disminuye el valor de aquellos con los que hablamos, los tratan como herramientas con sed de certidumbre y les niegan su dignidad.

Pretender sin leer literatura que otros no nos traguen en sus mentiras, nosotros mismos creamos una prisión sin escape. Imaginamos falsamente que nuestra clase o grupo social iletrado nos permite un acceso especial a la verdad. En consecuencia, nuestro enfoque en la verdad y la falsedad debe comenzar con nosotros mismos cuando nos hacemos del carácter de hacer nuestro hogar la lectura y la escritura de la ciencia como forma de felicidad democrática.

Si bien la ciencia no puede responder a la pregunta de si Dios guió el proceso de la creación del universo, la mayoría de los científicos están convencidos de que la vida en la Tierra evolucionó en gran medida a través del proceso de selección natural a lo largo de la historia de la Tierra, donde los seres humanos comparten un ancestro común con chimpancés y otros primates, y la intervención divina no es necesaria para explicar la existencia de Homo sapiens.

Los estudiosos de la ciencia han convergido recientemente en una nueva visión que se sostiene hasta el escrutinio: el conocimiento científico es fundamentalmente consensuado. Esta visión consensuada de la ciencia puede ayudarnos a abordar la actual crisis de confianza en la vida política. A lo largo de los siglos XVIII y XIX, la mayoría de los eruditos localizaron la autoridad de la ciencia en la reputación de los hombres de ciencia. Los resultados de las investigaciones científicas eran fiables en la medida que las personas que las promueven también son confiables. Esta es una de las

razones por las que se crearon sociedades de honor científico, como la Royal Society o la Academia de Ciencias con el fin de reconocer e identificar a los personajes y asuntos confiables y a los cuales prestar atención como trascendentales. Estas sociedades sirvieron para identificar a las personas cuyo trabajo se considera digno de autoridad de saber. Identificar a estos “grandes hombres” de la ciencia le permiten a los gobiernos asesorarse para la toma de decisiones. Sin embargo, a mediados del siglo XIX, se produjo un cambio intelectual sustantivo, impulsado en gran medida por la obra de Auguste Comte (1798-1857), a quien se le atribuye como el fundador de la sociología, fundador de la filosofía de la ciencia en su forma moderna, y fundador de la escuela filosófica conocida como positivismo. La obra de Comte es abundante y compleja, el aspecto más importante para nuestro propósito, es un compromiso con la idea del conocimiento positivo. La ciencia, según Comte, era únicamente capaz de proporcionar un conocimiento positivo, es decir, confiable. Si bien el término conocimiento positivo ya no se utiliza porque este concepto ya fue desacreditado, pero persiste en la cultura como una convención lingüística. Esta idea errónea mantiene la noción de que algo que es absolutamente conocimiento positivo es cierto.

Para Comte, el elemento clave en el concepto de conocimiento positivo es el método, que contrastó con la doctrina, ya sea religiosa, supersticiosa o metafísica. Las doctrinas de la religión y la metafísica, argumentó, eran formas de sesgo y parpadeo que impedían el progreso intelectual y social, que el método de la ciencia, en cambio, podía proporcionar. Al aplicar el método a la búsqueda del conocimiento, la ciencia tenía el potencial de liberar a hombres y mujeres de los grilletes de los dogmas de la religión, superstición y las dictaduras. Un razonamiento científico está arraigado en la observación. Sin embargo, se ha argumentado que Comte estaba tratando de reemplazar la religión convencional con una nueva religión de la ciencia, y hay algo de justicia en esta afirmación. Aceptó que las personas necesitaban principios morales, pero pensó que esos principios podían encontrarse en los ideales humanistas de verdad, belleza, bondad y compromiso con los demás. Pensó en que los rituales de veneración a santos podían ser reemplazados por un conjunto de héroes positivistas. En síntesis considera Comte que la ciencia es confiable debido a su compromiso con el método. Esto lleva a uno a preguntar: ¿cuál es ese método? Es como afirmar que hay prácticas uniformes en el método, compartían una característica fundamental el estado positivo de la existencia humana.

5.9 La ontología

La ontología se pregunta en lo profundo más general sobre lo que existe. El científico generalmente acepta la existencia de tales objetos materiales, pero la ontología no solo le interesa la existencia de objetos materiales, sino que está interesada en si además hay más cosas. Es decir, si hay más objetos matemáticos, estéticos, eventos, obras de música o poesía. En otras palabras si enumeras todo lo que existe, algunas cosas son eventos como el nacimiento o muerte de una persona, las propiedades de las cosas. Como la existencia de personas enamoradas. Entonces, existen posibilidades y ausencias que juegan en la realidad. Hay categorías de cosas específicas como orden, aleatoriedad, agujeros de espacio-tiempo, grandes números primos, posibilidades o mundos posibles, objetos abstractos en general. Generalmente dividimos las cosas en abstractos y concretos. Cuando decimos concretos, no nos referimos a cosas hechas de cemento, sino en el uso de la palabra dentro de la ontología que se refiere dentro del universo de lo real. Las cosas concretas como partículas, personas, átomos, moléculas, plantas, estrellas... generalmente están dentro del espacio y el tiempo.

Las cosas abstractas son cosas como las álgebras, geometrías, lógicas, números, propiedades, hechos, proposiciones, teorías, conceptos, axiomas, teoremas... la existencia y lo verdadero en el mundo abstracto tienen un sentido muy distinto al del mundo concreto. Parece extraño que las cosas que están fuera del tiempo y en ninguna parte en el espacio sin embargo, lleguen a existir. Así que crudamente los abstractos son aquellas cosas que no están en el espacio y el tiempo. A veces se dice que están en el mundo Platónico. Platón creía que nuestro mundo era solo una visión subestándar del mundo ideal que contenía todas las formas posibles. Las formas matemáticas eran las cosas que comparten todas las propiedades de lo posible. Además, Platón creía que eran entidades abstractas porque ellas no salen realmente del todo o la nada, sino que son una forma abreviada de decir que algo es abstracto cuando no está en el espacio tiempo.

Algunos aportan razones para no creer en las propiedades o atributos como criterios de la existencia, dado que en la existencia material son objetos lingüísticos o abstractos por no estar en el espacio y el tiempo, no tendríamos conocimiento de ser esto así. Las propiedades son resultados de manifestaciones de las cosas en relación con otras cosas de la existencia. Es decir, causalidad, correlación, distribución de los eventos de

probabilidad, regresión... son herramientas intelectuales que aportan potencialidad de explicación a las propiedades de las cosas. No todo el mundo piensa que la capacidad de explicación de una propiedad tiene el sentido. La ontología no solo se preocupa por si existen o no ciertas cosas, sino por cómo son si existen, para eso se procede al estudio de las propiedades. Teniendo esto, podemos preguntarnos sobre como son al crear una teoría para ello. Podemos si están o no en el espacio tiempo, si una propiedad existe, son abstractas en cuanto a su construcción casual. O podemos preguntar qué propiedades hay. Es consistente creer en algunas propiedades fundamentales, como los fundamentales en la química, biología, física.

Podríamos pensar que las propiedades son entidades abstractas, fuera del tiempo y el espacio. Esta posición a menudo se llama realismo trascendental o platónico. Pero no necesitamos pensar que las propiedades están del todo fuera del espacio tiempo, dado que si se encuentran dentro de sus instancias, así que el nombre de cosa contiene una carga de propiedades que la definen. Para definir los objetos materiales regulares, significa primero que debemos explicar lo que significan las propiedades que totalmente justifican su existencia. Los realistas no tienden a pensar que un objeto está totalmente ubicado en un solo lugar, tienden a pensar que sus propiedades es donde está la instancia, un configuración de propiedades que se transporten en el tiempo y el espacio. Los científicos piensan que las propiedades hacen ese tipo de cosas todo el tiempo para conservarse como instancias de lo real. Las entidades en lo real están como estados de cosas en el espacio tiempo.

¿Podemos tomar en serio las explicaciones teóricas del mundo? Son explicaciones sobre lo que los acontecimientos físicos podrían o no ser hechos de la realidad.

Esta es una gran desviación de la concepción tradicional de la física y la ciencia en general, la que da por sentado que las teorías científicas solo pueden ser sobre lo que debe suceder en el universo (o lo que es probable). Incluso clasifica conceptos de laboratorio esenciales como temperatura, la información y el cálculo como incompatibles con cualquier descripción exacta absoluta de la naturaleza, y conveniente solo a nivel de experiencia sensorial humana.

Pero nada de eso es cierto. Esas no son más que limitaciones arbitrarias a nuestra capacidad de racionalizar el mundo, adoptadas solo por costumbre y hábito.

Afortunadamente, son ampliamente burladas tanto en la vida cotidiana como en la ciencia teórica, aunque a menudo con culpa y disculpa. Si algo es incompatible con la concepción tradicional, eso no lo hace incompatible con la descripción científica exacta. Es solo que en esos casos, las descripciones exactas requieren una desviación de la concepción tradicional, requieren contrafactuales. Algo puede contener información solo si su estado de entropía podría haber sido de otra manera: una memoria de computadora es inútil si todos los cambios en su contenido con el tiempo están predeterminados desde fábrica. El usuario no podría almacenar nada en ella. Y lo mismo ocurre si reemplaza la “fabrica” por el Big Bang.

Por qué escapar de la concepción tradicional e incorporar contrafactuales en igual de condiciones con las declaraciones fácticas en la física fundamental, ¿es tan prometedor esto?: es cómo arrojar una luz científica sobre mucho más del mundo, informando una concepción más profunda de ella y de nosotros mismos, y cómo podría facilitar más descubrimientos. Pero hay más que eso. Los contrafactuales no solo pueden proporcionar nuevas explicaciones; son la base de un nuevo modo de explicación, teorías prometedoras, pero sin o muy poca conexión experimental. Inventaron nuevos modos de explicación y comprensión, como la evolución por selección natural, los campos de fuerza, el espacio-tiempo curvo, la superposición cuántica y la universalidad del cálculo.

Aunque se han descubierto nuevos tipos de partículas elementales (Boson de Higgs), no se ha descubierto ningún nuevo modo de explicación sobre fenómenos físicos. En la primera mitad del siglo XX, sin embargo, la idea misma de una partícula tal como se concibió anteriormente, había sido barrida y sustituida por una nueva y más profunda explicativa. Aunque la tasa general de descubrimientos científicos ha aumentado considerablemente en casi cualquier medida, el descubrimiento de verdades fundamentales nuevas sobre la naturaleza se ha vuelto, paradójicamente, menos frecuente. En la física fundamental en particular, ha habido cada vez menos exploración de ideas transformadoras, y ni siquiera se están intentando nuevos modos de explicación.

Esto ha sucedido por todo tipo de razones más o menos accidentales. Pero el efecto neto es una cultura cautelosa y reacia al riesgo en la ciencia: una preferencia por la innovación incremental sobre lo fundamental, y por la investigación con resultados

modestos pero previsible. Con respecto al progreso fundamental mismo, el pesimismo y el fatalismo se han convertido en la norma. No estamos de acuerdo con aquellos, que dicen que la física ha descubierto toda la “fruta baja”, y que todo lo que queda es cosechar el resto, de forma estridente y mecánica. Ni con aquellos que dicen que los simios somos incapaces de comprender nada más fundamental que nuestras mejores teorías actuales, como la teoría cuántica y la relatividad. Por el contrario, en realidad nunca ha habido un momento como este de contradicciones, lagunas y vaguedades más flagrantes en nuestra comprensión más profunda de la naturaleza, o perspectiva más emocionante para explorar. A veces esto nos obliga a adoptar modos de explicación radicalmente diferentes.

Proporcionar nuevas herramientas y nuevos principios para abordar una serie de problemas notorios en la física y más allá es el desafío de nuestro tiempo. Abogamos por nuevas teoría emergentes, incluyendo un corpus de nuevas y actualizadas leyes de la naturaleza, principios que formarán no solo a la próxima generación de motores térmicos a escala atómica y nanorrobots, sino también en la incipiente conciencia de la inteligencia artificial.

Si pudiéramos elevarnos en el cielo, como suelen hacer las cometas por el viento, y mirar hacia abajo el dominio de todas las cosas conocidas y aún por saber, veríamos algo muy curioso: una vasta clase de cosas que la ciencia ha descuidado casi por completo. Estas cosas son fundamentales para nuestra comprensión de la realidad física, tanto a nivel cotidiano como a nivel de los fenómenos más fundamentales de la física, sin embargo, tradicionalmente se han considerado imposibles de incorporar a las explicaciones científicas fundamentales. No se trata de lo que es (lo real), sino de lo que podría o no ser. Con el fin de distinguirlos de lo real, se denominan contrafactuales.

Supongamos que alguna futura misión especial visitó un planeta remoto en otro sistema solar, y que dejaron una caja de acero allí, que contenía, entre otras cosas, la edición de poemas de William Blake. Si el libro de poesía se encuentra posteriormente en algún lugar de ese planeta es una propiedad fáctica de él. Las letra en el podrían ser leídas, es una propiedad hipotética, que es cierto independiente de si esas palabras alguna vez pueden ser leídas por alguien con conciencia. La caja puede nunca ser encontrada; y, sin embargo, esas palabras pudieran leerse, esto seguiría siendo

verdadero y cargado de significado. Significaría, por ejemplo, que una civilización visitó el planeta, y desenredó mucho sobre su grado de sofisticación.

Para comprender aún más la importancia de las propiedades hipotéticas y su diferencia con las propiedades reales, imagine un ordenador programado para producir en su pantalla una cadena de ceros. Esa es una propiedad fáctica de la computadora, que tiene que ver con su estado real, con lo que es. El hecho de que podría ser reprogramada para generar otras cadenas es una propiedad hipotética del equipo. Es posible que la computadora nunca esté programada; pero el hecho de que podría ser un hecho esencial al respecto, sin el cual no calificaría como una computadora.

Los contrafactuales que importan a la ciencia y la física, y que hasta ahora han sido descuidados, son hechos sobre lo que podrían o no ser para acceder a los sistemas físicos; sobre lo que es posible o imposible. Son fundamentales porque expresan características esenciales de las leyes de la física, las reglas que rigen todos los sistemas del universo. Por ejemplo, una propiedad hipotética impuesta por las leyes de la física es que es imposible construir una máquina de movimiento perpetuo.

Una máquina de movimiento perpetuo no es simplemente un objeto que se mueve para siempre una vez puesto en movimiento: también debe generar algún tipo útil de movimiento. Si este dispositivo pudiera existir, produciría energía sin energía. Podría ser aprovechado para hacer que su coche funcione para siempre sin usar combustible de ningún tipo. Cualquier secuencia de transformación que convierta algo sin energía en algo con energía, sin agotar ningún suministro de energía, es imposible en nuestro universo: no se podría hacer realidad, debido a una ley fundamental que los físicos llaman el principio de conservación de la energía.

Otra propiedad hipotética significativa de los sistemas físicos, central para la termodinámica, es que un motor de vapor es posible. Un motor de vapor es un dispositivo que transforma la energía de un tipo en energía de un tipo diferente, y puede realizar tareas útiles, como mover un pistón, sin violar nunca ese principio de conservación de la energía. Los motores de vapor reales son propiedades fácticas de nuestro universo. La posibilidad de construir una máquina de vapor, que exista mucho antes de que la primera fuera construida realmente, es un contrafactual.

Así que los tipos contrafactuals que se producen en la física son dos tipos: uno es la imposibilidad de realizar una transformación (por ejemplo, construir un máquina de movimiento perpetuo); la otra es la posibilidad de realizar una transformación (por ejemplo; la construcción de una máquina de vapor). Ambos son propiedades cardinales de las leyes de la física, y entre otras cosas, tienen implicaciones cruciales para nuestros esfuerzos: no importa lo mucho que lo intentemos, o cuán ingeniosamente pensemos, no podemos lograr transformaciones que las leyes de la física declara ser imposible. Sin embargo, al pensar lo suficiente, podemos encontrar más y mejores maneras de realizar un posible transformación mejorándola con el tiempo.

En la cosmovisión científica prevaleciente, las propiedades hipotéticas de los sistemas físicos se consideran injustamente de segunda clase, o incluso se excluyen por completo, ¿por qué? Es debido a un profundo concepto erróneo, que, paradójicamente, se originó dentro del propio campo de la física teórica. La idea errónea es que una vez que has especificado todo lo que existe en el mundo físico y lo que le sucede —todas las cosas reales— entonces ¿has explicado todo lo que se puede explicar? ¿Eso suena indiscutible? Puede que esté bien. Porque es fácil entrar en esta forma de que uno se ha tragado una serie de suposiciones sustantivas que son injustificadas. Porque no puede explicar lo que es un equipo de cómputo únicamente especificando el cálculo que realmente está realizando en un momento dado; hay que explicar cuáles son los posibles cálculos que podría realizar, si se programaron de posibles maneras. En términos más generales, no se puede explicar la presencia de un bote salvavidas a bordo de un barco pirata, solo en términos de un naufragio real. Todo el mundo sabe que el bote salvavidas está allí debido a un naufragio que podría suceder (una explicación hipotética). ¡Y esa sería la razón aunque la nave nunca se hundiera!

A pesar que los contrafactuals no son fundamentales, la ciencia ha estado progresando rápidamente e implacablemente, por ejemplo, desarrollando nuevas teorías poderosas de la física fundamental, como la teoría cuántica y la relatividad general de Einstein; y las nuevas explicaciones en biología —en genética, neurociencia, biología molecular—. Pero en ciertas áreas, ya no es el caso. La suposición de que todas las explicaciones fundamentales en la ciencia deben expresarse solo en términos de lo que sucede, con poca o ninguna referencia a los contrafactuals, ahora se interpone en el camino del

progreso. Pero los contrafactuales son esenciales para una serie de cosas que actualmente se explican vagamente, o no se explican en absoluto. Los contrafactuales para una teoría exacta y unificada del calor, el trabajo y la información (tanto clásica como cuántica); explican asuntos como la aparición del diseño en los seres vivos; y una explicación científica de la creación del conocimiento. Todas estas entidades deben comprenderse, sin aproximaciones, para que la ciencia haga nuevos progresos en todo tipo de campos, desde la física fundamental hasta la biología, la informática e incluso la inteligencia artificial, los contrafactuales son esenciales para entenderlos a todos ellos.

Cuando nos explicamos cómo examinar las leyes de la física de una manera mucho más amplia, incluidas los contrafactuales (declaraciones sobre qué transformaciones son posibles o imposibles); y nos familiarizamos con el conocimiento, definido objetivamente a través de contrafactuales, como información que es capaz de perpetuar su propia existencia.

La mayoría de las cosas en nuestro universo son impermanentes. Las rocas están inexorablemente cambiando; las páginas de los libros se rompen y se vuelven amarillas; los seres vivos, desde bacterias, elefantes, hasta humanos, envejecen y mueren. Las excepciones notables son los componentes elementales de la materia, como electrones, quarks y otras partículas fundamentales. Si bien los sistemas que constituyen cambian, esos electrones permanecen sin cambios.

Enteramente los responsables tanto de la permanencia como de la no permanencia son las leyes de la física. Ponen formidables limitaciones a todo en nuestro universo; en todo lo que ha ocurrido hasta ahora y todo lo que ocurrirá en el futuro. Las leyes de la física decretan cómo se mueven los planetas en sus órbitas; gobiernan la expansión del universo, las corrientes eléctricas en nuestro cerebro y en nuestras computadoras; también controlan el funcionamiento interno de una bacteria o un virus; las nubes en el cielo; las olas en el océano; la roca fluida y fundida en el interior resplandecientes de nuestro planeta. Su dominio se extiende incluso más allá de lo que realmente sucede en el universo para abarcar lo que puede, y no puede, ser hecho para suceder. Lo que las leyes de la física prohíben no se puede llevar a cabo, no importa lo difícil que es para uno darse cuenta. No se puede construir ninguna máquina que haga que una partícula vaya más rápido que la velocidad de la luz. Tampoco, como hemos

mencionado, una máquina de movimiento perpetuo, creando energía sin energía, porque las leyes de la física dicen que la energía total del universo se conserva.

Las leyes de la física son la explicación principal de esa tendencia natural a que las cosas sean impermanentes. La razón de la impermanencia es que las leyes de la física no son especialmente adecuadas para preservar cosas que no sean componentes elementales. Se aplican a los componentes primitivos de la materia, sin ser especialmente elaborados o diseñados, para preservar ciertos agregados especiales de ellos. Los electrones y los protones se atraen entre sí, es una interacción fundamental; este simple hecho es la base de la compleja química de nuestro cuerpo, pero no hay rastro de esa complejidad que se encuentra en las leyes de la física. Leyes de la física, como las de nuestro universo, que no están especialmente diseñadas o adaptadas, para preservar cualquier cosa en particular, aparte de esas cosas elementales, las llamaremos leyes del no diseño. Los agregados complejos de átomos, como las rocas, son constantemente modificados por sus interacciones con su entorno, causando pequeños cambios continuos en su estructura.

Desde el punto de vista de la preservación de la estructura, la mayoría de estas interacciones introducen errores, en forma de pequeños fallos, causando que cualquier estructura compleja se corrompa con el tiempo. A menos que algo intervenga para prevenir y corregir esos errores, la estructura eventualmente se desvanecerá o colapsará. Cuanto más complejo y diferente de las cosas elementales es un sistema, más difícil de contrarrestar los errores y mantenerlo en existencia. Piense en la práctica de preservar los manuscritos copiándolos a mano. Canto más largos y complejos sea el manuscrito, mayor será la probabilidad de errores durante la copia, y más difícil es para el escriba contrarrestar los errores, por ejemplo, comprobando dos veces cada palabra después de haberla escrito.

Dado que las leyes de la física no son de diseño, la capacidad de un sistema para mantenerse en existencia, es una propiedad rara y notablem en nuestro universo. Porque es tan importante la resiliencia.

Esa resiliencia es difícil de conseguir, ha sido considerada durante mucho tiempo un hecho cruel de la naturaleza, sobre el que muchos poetas y escritores han expresado su

decepción resignada. He aquí un ejemplo magistral de un discurso de Prospero en la Tempestad de Shakespeare:

Nuestra juergas ya han terminado. Estos nuestros actores, como os predije, eran todos espíritus, y se funden en el aire, en el aire: y como el tejido infundado de esta visión. Los remolcadores de nubes, los hermosos palacios. Los templos solemnes, el gran globo en sí, sí, todo lo que hereda, se disolverá, y, como este concurso insustancial se desvanecerá, no deje un instante detrás. Somos cosas como los sueños están hechos; y nuestra pequeña vida está redondeada con un sueño.

Nota: se denomina contrafactual o contrafáctico a todo acontecimiento o a toda situación que no ha sucedido en el universo actualmente observable por la investigación humana, pero que podría haber ocurrido. Se dice que el acontecimiento o la situación forman parte de un universo posible, mientras que el acontecimiento o situación actuales forman parte del universo fáctico o universo actual o universo real.

¿Por qué formar un científico con un sólido carácter intelectual de disertación para su éxito contemporáneo?

La respuesta está en el siglo XX en París. Periodo que disminuyó la relevancia filosófica ante la creciente influencia de la ciencia moderna. El triunfo de la racionalidad matemática contra la intuición.

El 6 de abril de 1922, Einstein conoció a un hombre que nunca olvidaría. Fue uno de los filósofos más célebres del siglo, ampliamente conocido por abrazar una teoría del tiempo que explicaba lo que los relojes no hacían: recuerdos, premoniciones, expectativas y anticipaciones. Gracias a él, ahora sabemos que para actuar en el futuro hay que empezar por cambiar el pasado.

¿Por qué una cosa no siempre condujo a la siguiente? La reunión había sido planeada como un evento cordial y académico. Era cualquier cosa menos eso. El físico y el filósofo chocaron, defendiendo cada uno formas opuestas, incluso irreconciliables, de entender el tiempo. En la Société française de philosophie, una de las instituciones más

veneradas de Francia, se enfrentaron bajo los ojos de un selecto grupo de intelectuales. El “diálogo entre filósofo grande y el físico más grande del siglo XX fue escrito. Era un guión adecuado para el teatro. La reunión y las palabras que pronunciaban, se discutirían durante el resto del siglo.

En nombre del filósofo era Henri Bergson. En las primeras décadas del siglo, su fama, prestigio e influencia superaron a la del físico, quien, en cambio, es tan conocido hoy en día. La reputación de Bergson estaba en riesgo después de que se enfrentó al joven. Pero también lo fue la de Einstein. Las críticas dirigidas contra el físico fueron inmediatamente perjudiciales. Cuando el Premio Nobel fue otorgado a Einstein unos meses más tarde, no se dio por la teoría que había hecho famoso al físico: la relatividad. En cambio, se dio por su descubrimiento de la ley del efecto fotoeléctrico, un área de la ciencia que apenas sacudió la imaginación del público en la medida en que lo hizo la relatividad. Las razones detrás de la decisión de centrarse en el trabajo que no se la reactividad se remontan directamente a lo que Bergson dijo ese día en París.

El presidente del Comité Nobel explicó que aunque “la mayor parte de la discusión se centra en su teoría de la relatividad”, no merecía el premio. ¿Por qué no? Las razones eran seguramente variadas y complejas, pero el culpable mencionado esa noche fue claro: “No será ningún secreto que el famoso filósofo Bergson en París ha desafiado esta teoría”. Bergson había demostrado que la relatividad pertenece a la epistemología en lugar de a la física, por lo que “por lo tanto, ha sido objeto de un animado debate en los círculos filosóficos¹⁷⁸”.

La explicación de ese día seguramente le recordó a Einstein los acontecimientos de la primavera anterior en París. Claramente, había provocado una controversia. Estas fueron las consecuencias. Había sido incapaz de convencer a muchos pensadores del valor de su definición del tiempo, especialmente cuando su teoría fue comparada con la del eminente filósofo. En su discurso de aceptación, Einstein se mantuvo terco. Él entregó una conferencia que no era sobre el efecto fotoeléctrico, por el que se le había concedido oficialmente el premio, sino sobre la relatividad, el trabajo que lo había convertido en una estrella en todo el mundo, pero que ahora estaba en cuestión.

La invocación del nombre de Bergson por parte del presentador del Premio Nobel fue un triunfo espectacular para el filósofo que había vivido su vida e hizo una carrera

ilustre al mostrar cómo el tiempo no debía entenderse exclusivamente a través de la lente de la ciencia. Había que entenderlo, insistió persistente y consistentemente, filosóficamente. Pero ¿qué quiso decir exactamente con eso? Resulta que la filosofía de Bergson era tan controvertida como la física de Einstein.

¿Qué llevó a estos dos brillantes individuos a adoptar posiciones opuestas en casi todos los temas pertinentes de su época? ¿Qué provocó que un siglo terminará tan dividido como el siglo XX? ¿Por qué dos de las mentes más grandes de los tiempos modernos discreparon tan marcadamente, dividiendo a las comunidades intelectuales en los años venideros?

En ese día verdaderamente histórico en el que los dos se conocieron. Bergson fue arrastrado involuntariamente a una discusión que había pretendido evitar explícitamente. El filósofo era por entonces mucho más veterano que Einstein. Habló durante aproximadamente media hora. Había sido empujado por un colega impertinente organizador de ese evento en París. Wyndham Lewis, “Bergson podemos suponer por todos nosotros que estaba muerto”, explicó el escritor y artista, “la relatividad, curiosamente a primera vista, lo ha resucitado¹⁷⁹”. El físico respondía de inmediato afirmando que “el tiempo de los filósofos no existía”, fue incendiaria esta frase.

Los intelectuales no fueron los únicos emocionados por la presencia de estos dos titanes del pensamiento. Literalmente la multitud parisina fue cautivada. Einstein dijo además, que “solo queda un tiempo psicológico que difiere del físico”. En ese momento, Einstein se puso el guante al considerar válidas solo dos formas de entender el tiempo: física y psicológica. Estas dos formas de examinar el tiempo, aunque escandalosas en el contexto particular de Filósofo contra Físico. A la larga son las actuales premisas dominantes de la ciencia moderna del siglo XXI. La perspectiva simple y dualista sobre el tiempo defendida por Einstein horrorizó a Bergson. El filósofo respondió escribiendo un libro entero dedicado a confrontar a Einstein. Su teoría es “una metafísica insertada en la ciencia, no es ciencia porque no tiene sustento empírico”.

Einstein se defendió con toda su energía, fuerza y recursos. La relatividad es una nueva manera de hacer pensamiento científico, partir de fundamentos y leyes,

preguntando matemáticamente sobre un mundo posible, es decir, no se parte por primera vez de los hechos. En los años que siguieron, Bergnos fue percibido en gran medida como haber perdido el debate contra el físico más joven. Los puntos de vista del físico sobre el tiempo llegaron a dominar la mayoría de las discusiones sobre el tema. Para muchos la derrota de Bergnos representó una victoria de la racionalidad apoyada en experimentos mentales matemáticos contra la intuición.

Módulo 6. Vida racional-deliberativa: el intelectual

6.1 Deliberación

¿Qué es la deliberación y cómo la ven los filósofos? Se decía que los seres humanos piensan y piensan de diversas formas: calculan, contemplan, reflexionan, sintetizan, imaginan, comprenden, interpretan, confirman una creencia, rechazan y aceptan hipótesis, prueban una suposición... La deliberación da cuenta de ellas y considera estas diversas formas como a parte de su arsenal intelectual. La deliberación generalmente se describe como un proceso prudente, lento en la determinación y un ejercicio intensivo del intelecto humano, que generalmente se presenta sopesando cuidadosamente entre los pros y los contras, entre verdad y falsedad, entre evidencia y hechos, considerando cuidadosamente las consecuencias probables de un plan y equilibrando las diferentes opciones para tomar decisiones determinadas, para llegar a una conclusión final o para resolver un problema práctico. El intelectual práctico, siempre se mueve en la interfaz entre el intelecto humano y la acción y, se ubica en el nexo del pensamiento y el hacer; entre la teoría y la práctica, y entre la comprensión y el afrontamiento que se distingue esencial y cualitativamente de la "inteligibilidad superior"; como las ideas de Platón, las relaciones matemáticas de Descartes entre trozos de extensión o el Geist auto-transparente de Hegel. Sin embargo, bajo la "cultura intelectual-reflexiva omnipresente moderna", nuestra comprensión de la deliberación parece altamente intelectualizada y, por lo tanto, compleja.

Deliberar puede reducirse al intelecto como un proceso cognitivo puro del estado mental, así que se lee el intelecto práctico como "cognición práctica", o condensarse en el sistema de reglas que está guiado por un principio universal, o como alguna meditación en la conciencia enfocada al indagar en el propósito y la clara intención, la creencia y la razón determinadas como fundamento de las acciones, o incluso se equipara estrechamente con la optimización estratégica y la maximización en el cálculo que es más bien un "dispositivo deliberativo" en el prudente discernimiento. Creemos que estos entendimientos de deliberación han distraído demasiado el significado al compararlo con su concepto anterior, como "phronesis" y "prudentia". Este enfoque además, da como resultado una serie de separaciones y oposiciones (por ejemplo, racional e irracional y, la racionalidad ideal y la racionalidad real) y producen una noción estructurada y empobrecida de la inteligencia y la racionalidad humana. Por el contrario, otro grupo de filósofos como Bernard Williams, John McDowell, David Wiggins, Martha Nussbaum, Charles Taylor, Hubert Dreyfus y Charles Larmore naturalmente negocian y controvierten entre sí, pero todos rechazan la teoría que reduce la deliberación a un *modo formal y explícito*, y niegan la posibilidad de construir una ciencia universal para la deliberación con reglas y conocimientos procedimentales interconectados: un algoritmo. También son muy escépticos de cualquier otra versión derivada de la racionalidad calculativa que sea omnipresente en la teoría de la decisión y algunas teorías de la razón práctica. David Wiggins nos advierte que algunas teorías de la razón práctica montan al agente práctico en la posición de "un jugador de billar" y transforman la deliberación en actualidad vivida como "puntos maximizadores" en búsqueda de un gran número de aciertos posibles. Mientras tanto, Hubert Dreyfus, adhiriéndose a su "intuición no reflexiva", se niega a reducir la decisión de la pericia a un sistema experto y revela el peligro de "un movimiento general hacia la racionalidad calculadora en nuestra cultura". En última instancia, esto da como resultado reemplazar la racionalidad calculadora por deliberativa. Nussbaum simplemente reivindica la imposibilidad de un proyecto científico de deliberación que procese a una "aspiración platónica" que busque una idea universal, precisa y plenamente controlada. En contra de la tendencia intelectualizadora-formalizadora en vista de la deliberación y siguiendo al último grupo de filósofos que citamos, la tarea de esta disertación está motivada por este llamamiento: "sustancializar" la deliberación y hacer práctico el juego del intelecto humano.

Para curar el intelectualismo, proponemos sea mediante la deliberación sustancialmente del intelecto interior. Aunque toma a la conciencia enfocada, incluso la ponderación introspectiva, como su característica distintiva y generalmente se considera como un ejercicio intensivo del intelecto humano, la deliberación todavía no puede entenderse como un estado mental cognitivo puro. Si se requiere producir algunos efectos causales en nuestro mundo práctico, debemos tomar al individuo como un todo y penetrar en nuestros otros aspectos internos de las composición humana y atravesar nuestras emociones, percepciones, deseos, disposiciones e incluso las más profundas dimensiones en la estructura existencial del Yo. De hecho, el **intelecto humano juega su papel deliberativo inevitablemente entrelazado e implicado con nuestros otros aspectos y dimensiones internas**. Se dilucida "sustancializar" desde una perspectiva negativa que está marcada por lo que "tengo que". Hablando positivamente, es a través de nuestras respuestas emocionales y nuestra relación perceptiva que la deliberación y el intelecto pueden cumplir suficientemente su función. Sobre la base de esta afirmación básica discutimos el término intelectual. Esto significa que la relación deliberativa y racional se mantiene emocional y perceptivamente, mientras que nuestra conexión emocional y perceptiva con los demás también se construye deliberadamente. En segundo lugar, la dimensión deliberativa y la dimensión emocional y perceptiva se construyen integralmente. En numerosas situaciones, las frases "siento la vergüenza de una persona y desvíó de su conversación", o en el caso de "lamento que mis palabras involuntarias le hayan lastimado", es difícil de distinguir y, por tanto, imposible de separar la deliberación (juicio moral, conciencia reflexiva) de la percepción (la sensación de vergüenza) y la emoción (el arrepentimiento como sentimiento doloroso).

Podemos decir que si se quiere preservar la vida racional-deliberativa, entonces estas disposiciones deben preservarse, e igualmente, si la vida racional va a cambiar efectivamente, entonces se puede cambiar sí solo si, de manera que nuestra disposición emocional cambie sustancialmente también. Esa es la razón por la que algunos niegan que la razón humana con su componente psicológico, describe la acción intelectual más en términos "materializados" (respondo, libero, entrego) que en términos "intelectual-cognitivo" (considero hechos, discuto teorías, cálculo posibilidades, reformulé conceptos, averiguo fundamentos, decidí evidencia).

6.2 Racionalidad individual

La suposición de que el intelecto deliberativo penetra en otros aspectos de la composición humana interna, sugiere una **visión personal de la racionalidad humana**. Es decir, el espacio racional y la esfera de la vida individual son paralelos y están estrechamente entrelazados al yo. Robert Audi afirma que es así cuando apela a una teoría de las personas racionales: la racionalidad no es solo una herramienta crítica o un estándar mínima para la creencia, el deseo, la valoración y la acción. También representa un ideal personal al que podemos aspirar para toda nuestra vida¹⁸⁰. Este punto se puede desarrollar de esta forma: en primer lugar, la visión personal significa que, con respecto a la racionalidad práctica, la perspectiva personal toma la posición principal. La racionalidad, no importa cuán universal y poderosa sea, debe dirigirse hacia el yo, a través del yo, y estar enraizada en el yo. Pero no significa que el orden racional y las normas morales no tengan sentido, sino que si la norma de acción colectiva quiere tener sentido, debe funcionar vía individual como condición necesaria. En segundo lugar, la racionalidad tiene lugar en el individuo casi de forma holística. Tiene la fuerza y la inclinación hacia la unificación, la integración y la convergencia para equilibrar las diferentes facetas de la composición interior, el mundo interior y la posición hacia el mundo exterior. Como dice Gadamer por el contrario, la "racionalidad" es una forma de sostenerse como individuo¹⁸¹. Sin embargo, la racionalidad juega su papel unificado solo de manera sustancial, pero no formal. Cualquier tipo de deliberación formal, como la razón de la inteligencia artificial, está destinada al fracaso frente a un ente de conciencia. Por último, la racionalidad individual llega a la estructura profunda de una persona. Por ejemplo, los problemas y dificultades en situación práctica, por ejemplo, información sobrecargada, inexperiencia en ciertos temas y la inconsistencia de los hechos que encontramos, no son simples problemas técnicos y no pueden ser resueltos técnicamente, sino más bien dilemas de racionalidad práctica, incluso aporías prácticas que traerían a expresar algún estado de ánimo como la decepción, la frustración, el desconcierto y la desesperación en una dimensión profunda. En esta situación, cualquier conocimiento explícito o principio racional es inútil aquí. Solo mediante el ejercicio de una deliberación sustancial de nuestra existencia, es que se incluye una dimensión profunda y puede fabricarse racionalmente.

6.3 Razón desconectada e intelecto comprometido

No importa la “razón calculadora”, la “racionalidad analítica” u otra conciencia de construcción teórica y reflexión científica, es el punto que comparten en común con respecto a la deliberación del desapego: (1) separarse de la situación presente e intervenir a una distancia reflexiva entre el propio deliberador y el mundo circunscrito y (2) separarse de sí mismo, el anhelo deseable, las experiencias internas, las percepciones corporales y la emoción abrumadora dónde quedan. Sin embargo, nuestra deliberación no toma la composición heterogénea, ni se esconde del caótico mundo exterior. Al igual que en (1) lo hemos subrayado, la percepción conceptual y la experiencia corporal vivida no proporcionan la condición de frontera como la restricción para la racionalidad, sino el lugar real para el cumplimiento de la racionalidad y la inteligencia humana. De esta manera, es solo en situaciones difusas y en casos dispersos que pasa por voces interiores heterogéneas; puede llegar a un juicio correcto, fructífero y establecer una conexión con los demás en la discusión de las ideas. Sin embargo, comprometerse en nuestra relación sustancial con el mundo en sus evidencias, leyes y teorías no significa entregarse al placer sensual o la pasión desenfrenada de goce de lo positivo extremo. Un excelente deliberador, mantiene viva la conciencia y la distancia en libertad con la relación sustancial activa en el dialogo con los otros. Y esta actitud y habilidad exquisita se puede resumir como "distancia sin desapego psicológico, compromiso sin complacencia".

6.4 Racionalidad analítica y desempeño intuitivo-espontáneo

En comparación con la noción de cognición práctica que tiende a dividir el intelecto práctico en varias etapas procedimentales (la evaluación del mundo, la selección de acciones o planes, la ejecución de los planes...), apelamos a que la deliberación se lleve a cabo de forma directa, espontánea e improvisada. Para remediar la comprensión de la "deliberación" como una especie de largo curso de razonamiento, proponemos una noción mínima de la misma. Es decir, la liberación inmediata de una sensibilidad o percepción emocional confiable también puede contarse como juicio deliberativo en la noción mínima de tiempo. Y solo la frase "Tanzen ist Denken" sugiere, "pensar también es bailar". Al comprometerse con el pensamiento de nosotros mismos, siguiendo el ritmo del pensamiento y reuniéndose en seminario con otros en perfecta combinación (como bailar con su pareja), produce un pensamiento creativo con todo el horizonte abierto a buscar la mejor idea. Y en este sentido, el deliberador hábil no es diferente del bailarín reflexivo. Por otro lado, sin embargo, para lograr esta etapa de

competencia fluida, solo es llevada a cabo por un "deliberador en pleno derecho de poner sobre la mesa las ideas¹⁸²" y un "intérprete virtuoso¹⁸³", uno que necesita ser entrenado y capacitado durante un curso a largo plazo, así como intérprete de arte que necesita ser entrenado corporalmente en baile.

6.5 Observador aislado y deliberador comprometido colectivamente

Otra ventaja que se obtiene desde la perspectiva del deliberador performativo en la praxis, es que el deliberador no es el individuo que reflexiona, que está aislado de sus compañeros de acción, independiente del contexto práctico, y se aparta de la realidad social y como decisor, planificador y organizador para poner un orden determinado en la práctica social. Sin embargo, siempre realiza su deliberación entre acciones conjuntas, coordinando operaciones, bajo influencias mutuas, dentro de relaciones receptivas y eventos participativos compartidos en sociedad. Sin embargo, como científico piensa cooperativamente y delibera entre pares, no para intercambiar información, no para hacer tratos, sino que solo para manifestar una verdad en la "convivencia": el buen desempeño de la deliberación y la generación de intelecto no se relacionan meramente con la relación racional entre personas, pero esencialmente se mantuvo y se puso en evidencia con otras dimensiones paralelas, como la emocional y la sensual. Es decir, el intelecto deliberativo se genera en la resonancia entre la dimensión racional y otras dimensiones emocionales y sensuales. Y esta resonancia solo se puede producir de manera efectiva cuando deliberamos juntos en comunidad.

6.6 Maestro omnipotente

La noción de observador aislado, un intelectual ermitaño, es la idea del maestro omnipotente, cualquier proyecto universal produce un modo demiúrgico de deliberación. Es decir, mediante el uso del intelecto humano, dominamos todo y creemos lo que queremos ver. Sin embargo, su expectativa podría ser solo algún tipo de ilusión intelectual o, en palabras de John McDowell: "[una extraña confianza en la capacidad del intelecto para controlar la vida](#)¹⁸⁴". En efecto, el intelecto humano puede moldear e incluso construir deliberadamente nuestra realidad social, por eso obtenemos el paisaje social de la forma que se nos muestra ahora. Sin embargo, los deliberadores juegan un papel generador en la construcción de la realidad social más bien "a través" de ellos mismos como mediadores que "por ellos" como creadores. Su

papel de autor práctico (autoría) no equivale a la autoridad. En contraste, moldean deliberadamente la realidad práctica casi de esta manera: para potenciar la tendencia tentativa a la devoción de nosotros mismos, debemos inducir el potencial oculto en el desarrollo continuo de la racionalidad, revelar el aspecto cubierto de los asuntos, dirigir el potencial para desarrollarse hacia otro curso y remediarlo desde la humildad de nuestro acceso al mundo. Al introducir el efecto y el afecto, en términos de éste, la deliberación en sí misma es un tipo de inteligencia blanda, flexible y plástica, que se considera como la capacidad intelectual "abierta y flexible" para responder a la situación y los fenómenos cambio de variables operativas.

6.7 El papel de Phronesis

Se reconoce que la tradición de Aristóteles juega un papel crucial para los filósofos que consultamos, al menos para Williams, McDowell, Nussbaum y MacIntyre. Entre esta influencia aristotélica, sin embargo, la "phronesis" ocupa un lugar específico en su conexión con Aristóteles. Su empleo no es una investigación etimológica estricta, pero puede considerarse como un eco histórico de la frónesis de Aristóteles. Y se hacen eco de esta noción desde una perspectiva concreta: no para seguir destacando el aspecto intelectual del mismo, sino para recuperar su aspecto sustancial. Como enfatiza William: "la phronesis está esencialmente relacionada con la virtud del carácter del pensamiento estructural y materialmente peculiar¹⁸⁵". Sus esfuerzos cambian fuertemente nuestra noción de deliberación de un estado cognitivo desapegado o proceso formal de pensamiento a un movimiento intelectual que se ejerce dentro de la relación sustancial con los otros.

Problema de la "lógica animal"

El intelecto, aparte de su tendencia común en respuesta a la "phronesis", otra característica común paralela es su interés en la proposición clásica de la "razón animal" y rechaza la separación demasiado clara de los seres humanos con los animales y la discriminación de la parte animal en nosotros mismos. El intelecto humano es concebido como íntegramente vinculado a la naturaleza animal racional. Esto revela las

preocupaciones e intereses en los "animales" claramente: al recurrir a la parte animal del ser humano, tratamos de revelar un tipo especial de "indulgencia": la indulgencia intelectual depende de la base axiomática dada por biología a nuestra especie. Y lo revelamos en materia de deliberación respecto a estos axiomas. Al disertar nuestra capacidad lingüística como animales hablantes, detectamos la adopción prelingüística e irreflexiva en la práctica efectiva y la conexión animal-íntima fundamental como vida de rebaño que apoya silenciosamente nuestra comprensión explícita. Y al revelar nuestras raíces cognitivas en una frase infantil en la que solo algunos factores animales (por ejemplo, el deseo primitivo) facilitan el progreso cognitivo y el conocimiento transferido y la adquisición de inteligencia recién lograda dentro de nuestra vida dependiente-comunicable, como matriz de especie, nuestra arrogancia parece poco a poco problemática, un sesgo con el potencial de retrasar nuestro progreso intelectual.

6.8 Desde la actitud de planificar

Antes de participar en una actividad, a menudo se requiere y se recomienda encarecidamente una de las tareas particulares: hacer un plan. Por ejemplo, antes de emprender un viaje, uno planificaría con anticipación los destinos, los transportes y un horario bien pensado: llegar por la mañana, visitar un castillo por la tarde, regresar al hotel antes de las 8 pm. —solo un viaje organizado puede garantizar unas vacaciones agradables. Antes de comenzar un proyecto académico, se agradece mucho una exposición detallada, que podría incluir un tema bien establecido, un esquema cuidadosamente trazado y los métodos de investigación. Si es posible, también se deben dar con precisión la hipótesis y la fecha estimada de finalización. Sin embargo, ¿puede haber un plan para toda la vida, mediante el cual se establezca el propósito de la vida, se determine cada momento, se oriente cada curso de acción y se pueda predecir cualquier acontecimiento inesperado? Algunos filósofos o teóricos están a favor de la idea de un plan y consideran la competencia de la planificación como el sello distintivo de la capacidad racional y un elemento constructivo de nuestra vida organizada. Se define la naturaleza del ser humano como "criaturas planificadoras", que se hacen eco de la noción clásica de "animales racionales". Sin embargo, los filósofos toman la idea de un plan de vida no solo como un error filosófico, sino también como uno que lleva nuestra vida social a una situación problemática en la práctica. Por ejemplo, Charles Larmore, en su *"The Idea of Life Plan"*, dice: "la idea de que la vida debería ser el objeto

de un plan es falsa a la condición humana¹⁸⁶". Gadamer, en su monografía, conferencias y entrevistas enfatiza repetidamente, "no pueden sobreestimar su capacidad para planificar¹⁸⁷". En otro contexto se dice que la deliberación por felicidad no es ni llegar a un plan de vida en términos universales ni proporcionar un modo estandarizado de hacerlo bien. En la filosofía moderna, es **John Rawls** quien no solo toca este tema, sino que también ofrece una exposición sistemática del mismo bajo el título de "Plan de vida¹⁸⁸". Mientras tanto, **Bernard Williams** ofrece críticas distintivas sobre John Rawls en relación con esta noción. Aquí hay dos extractos de sus escritos, mediante los cuales se pueden yuxtaponer los dos puntos de vista¹⁸⁹:

...deberíamos esperar que las cosas buenas de la vida sean, en términos generales, aquellas actividades y relaciones que tienen un lugar importante en los planes racionales. Y los bienes primarios deberían resultar ser aquellos que son generalmente necesarios para llevar a cabo tales planes con éxito, cualquiera que sea la naturaleza particular del plan y de sus fines finales.

Este extracto es de su obra maestra perdurable, "**Theory of Justice**", en la que John Rawls discute la noción de "plan de vida" en diferentes capítulos y diversos contextos ("posición original", teoría del bien, etc.). Mientras que la definición de bien para los planes de vida, John Rawls da una explicación detallada de la concepción de los planes de vida. Sin embargo, en su colección en la suerte moral, Bernard Williams, como uno de los oponentes más distinguidos de John Rawls en la filosofía contemporánea, ofrece una crítica persistente sobre Rawls y dice: no quiero decir con eso que le proporcionen un plan de vida, en Rawls, sentido contrario a la concepción de Rawls, y la concepción de la racionalidad práctica, compartida por Nagel, que la acompaña, nos parece más bien implicar una visión externa de la propia vida, como algo así como un rectángulo dado que debe ser llenado de manera óptima en esta perspectiva que omite la consideración vital ya mencionada, que el tamaño de este rectángulo depende de nosotros. Entonces, ¿cuál es la "visión externa de la vida" y el plan externo de vida, y qué quiere decir Williams al decir que el tamaño de este plan "depende de nosotros"?

En consecuencia, ¿existe una visión interna de la vida y la elaboración de un plan de vida a partir de la vista interna? Considerando la asociación entre el plan de vida y la racionalidad práctica, ¿hay una forma interna de percibir la racionalidad práctica que sustenta el dibujo de un cuadro total de la vida? Nuestra postura se puede escribir de

la siguiente manera: seguir manteniendo la prioridad conceptual de la racionalidad. Sin embargo, nos gustaría reclamar un tipo diferente de racionalidad, una implícita, interna y aparentemente más profunda, que no solo nos permite evaluar el "valor" desde afuera midiendo y calculando "el camino más corto" en el cálculo, sino también facilitarnos atravesar las vicisitudes de la vida y aún mantener la totalidad de la personalidad cuando nos sobrevenga lo inesperado, lo trágico... Encontramos un concepto en el discurso de "Klugheit" (phronesis), que es muy similar a la concepción de racionalidad para nuestra mente y se hace eco al diseñar un plan de vida perfecto, Rawls quiere ofrecernos un mapa completo de la vida. Sin embargo, nos gustaría argumentar que no existe tal tipo de visión general o plan de vida preestablecido. Por el contrario, trazar un mapa (planificar) de su vida significa "dibujar" su propio mapa de la vida caminando con los pies y experimentando cambios en la vida real, con la ayuda de un sentido interno de dirección, es decir, la autoorientación de nuestra propia crítica en medio de emociones en el mundo.

6.8.1 Razón calculadora

Primero, examinemos el lado de John Rawls con estas preguntas en mente: ¿qué hacemos cuando creamos un plan normalmente?, ¿cuál es la contribución del plan para nuestras acciones en particular y nuestra vida en general?, ¿qué es el plan de vida y cuál es la relación entre la vida y el plan? Utilizamos tres palabras clave para caracterizar su pensamiento a este respecto: "totalidad", "razón calculadora" y "plan separado".

1) Totalidad de vida a través de un plan racional

John Rawls, quien está comprometido con una creencia filosófica tradicional y muy significativa sobre la noción de plan de vida, dice "**tomar la vida como un todo**", es decir, la totalidad de la vida, que se deriva de un todo filosófico tradicional para los segmentos, contingencias y fortunas que no podemos controlar. Esperamos que se puedan cumplir los requisitos de cada tipo de deseo y propósito, sin importar los físicos, psicológicos, éticos e incluso espirituales. Además, esperamos que cada parte de la vida, es decir, nuestra familia, carrera y vida pública, no entren en conflicto entre sí, sino que estén organizadas en un patrón perfecto y armonioso. Esperamos que las elecciones y decisiones que

tomamos “en el presente” tengan una relación coherente con las consecuencias en el futuro, que consiste en la coherencia en el significado crónico. Al igual que al llevar a cabo un plan de dieta mediante el cual restringimos nuestro deseo de tomar postre extra para llevar una buena vida, debemos someternos a algún principio racional y no violar los requisitos para este principio: la vida debe estar justificada por el **propósito**, incluso el propósito último, mediante el cual se puede explicar cada etapa de la vida y se puede diseñar una cadena de acciones evidente por sí misma.

2) “Receta” de Rawls: cuatro principios racionales de oro

Para lograr el propósito de unificar cada aspecto, deseo y segmento de la vida en torno a la extensión del tiempo, Rawls, en Teoría de la Justicia, nos brinda sus prescripciones: hacer un plan racional. Es útil tener en cuenta que planeamos un viaje o una tarea particular en nuestra vida cotidiana, que desde cierta perspectiva no está lejos del plan de Rawls y puede verse como una versión más teórica y sistemática del mismo. Para lograr la estabilidad y el efecto profético del plan, las acciones intelectuales básicas en la elaboración del plan de Rawls incluyen principalmente:

- a. Evaluación: evaluación racional de los objetivos y propósitos de uno.
- b. Priorización: frente a una serie de alternativas, debemos formar preferencias lógicas y priorizar su orden de acuerdo con su contribución al propósito seleccionado.
- c. Selección y exclusión: ordenar los fines propios de acuerdo con la prioridad antes mencionada y seleccionar las acciones necesarias y excluir las innecesarias.
- d. Cumplimiento de los detalles: el plan siempre está asociado a la generalidad; para establecer un plan permanente, debemos mejorar el plan con detalles para pasar de más a menos generalidad. Y en la elaboración del plan, nos sugiere tres principios a seguir: en primer lugar, el principio de “eficacia”: dado el objetivo, se debe intentar elegir ciertos medios para lograrlo al menor costo. En segundo lugar, "principio de inclusión": si el plan A puede acomodar más metas que queremos lograr que el plan B, entonces elegimos el plan A en lugar de B. En tercer lugar, el "principio de mayor probabilidad": si el plan A tiene una mayor posibilidad de éxito que el plan B, entonces elegimos el plan A.

3) Efecto: plan independiente en construcción

Todos conocemos el famoso concepto de Rawls de "el velo de la ignorancia" y la "posición original" en "estado natural". De manera similar, cuando John Rawls visualiza su plan de vida, todavía mantiene un estilo distintivo de **constructivismo racional**. El **constructivismo** en la teoría ética o política, en términos generales, es la confianza en principios o supuestos abstractos y mínimos como punto de partida para el razonamiento y la piedra angular de todo el sistema, con varias reglas conectadas y reglas subsidiarias. Al abordar la diversidad y pluralidad vivencial, tiende a diseñar procedimientos para la resolución de problemas y conflictos. Se suponía que cualquier persona que sea racional en el significado dado, puede elaborar ciertas concepciones justificables y llegar con seguridad a la misma conclusión. Sin embargo, las suposiciones a las que están vinculadas son en su mayoría "un conjunto escaso y parsimonioso de suposiciones plausibles: fundamentos". De esta manera, las construcciones teóricas de Rawls tienen doble intención: dar por sentadas las suposiciones establecidas sobre situaciones y condiciones humanas mientras se dan concepciones idealizadas de la persona humana como punto de partida. De manera similar, en la construcción del plan de vida, en aras de la pureza de la razón y la estabilidad del plan, se exige que seamos ciegos a los contenidos sustanciales (fundamentos) y cualquier detalle al construir este plan. Supone o desea que no conozcamos ninguna información sobre nuestra capacidad y carácter particulares: las variedades de antecedentes culturales, creencias religiosas, etc. Para nosotros, el plan de vida de John Rawls parece ser el plan sin el apego a la vida real. En definitiva, un plan sin vida. En resumen, la teoría de Rawls sobre el plan de vida, sus afirmaciones y las preocupaciones sobre cómo se va a construir la vida de manera racional se pueden dividir en dos partes: una es hacer un plan completo y previsible después de consideraciones y un conocimiento integral basado en los objetivos, situaciones; otra es la buena implementación o ejecución efectiva de este plan previamente decidido (con ligeros ajustes en el camino).

En resumen, según Rawls, nuestra vida parece estar dividida en dos fases intelectuales: una es la elaboración de planes; otro simplemente es estar llevando a cabo este plan.

Esta visión mecánica y estática sobre el curso de la vida hace que el plan de vida de Rawls suene a veces más como un consejo de carrera de un profesional o a las sugerencias de un experto en relación con la inversión financiera. Esto explica en parte por qué Williams critica el plan de vida de John Rawls por adoptar una "visión muy externa de la propia vida".

6.8.2 Proyecto categórico atravesando contingencias

Ahora llegamos a Bernard Williams, cuya contribución a este tema es dirigir nuestra consideración hacia el "yo", o como él dice, el tamaño y la forma del plan dependen del yo individual y depende de nosotros. En términos generales, Bernard Williams no objeta el mayor valor y la contribución de la racionalidad para esto, pero subraya que si la racionalidad tiene algún sentido para la humanidad y la vida personal, esta racionalidad debe entrar en la esfera de la toma de decisiones personales, por lo tanto, es constructiva de la constitución interior. Para él, la concepción de la racionalidad práctica siempre toma la forma de la "primera persona". La vida deliberativa es siempre vida intelectual desde la perspectiva del "yo". La racionalidad según Williams, no importa cuán universal y poderosa sea, debe dirigirse hacia el yo a través del yo y estar enraizada en el yo. La "urgencia racional" que se manifestó en la construcción idealizada de la vida de John Rawls asume el riesgo de que la racionalidad imparcial en la mente de Rawls saque fácilmente los resultados impersonales de la teoría. Emplearemos cuatro comparaciones para representar sus diferencias distintivas en esta divergencia:

1. Un plan para sí mismo y "deseos categóricos (proyecto)"

Bernard Williams revela que el concepto de plan de vida de John Rawls, que tiene una visión externa, está fuera de uno: "vida y plan". Mediante arreglos razonables, una distribución calculadora de los recursos (tiempo, energía y otras cualidades humanas) y la manipulación en la programación, se selecciona una rutina de enfoque y curso de acciones. Sin embargo, como dice John Rawls, de hecho hay muchos planes alternativos disponibles para elegir. La razón por la que seleccionamos este sobre el otro, plan **A** en lugar del plan **B**, es completamente acorde a su utilidad para el propósito final y efectividad en el ahorro de recursos. Es decir, después de una comparación elaborada y una

medición meticulosa, actualmente tomamos el plan **A** en lugar del **B**; no significa que sea imposible que **A** sea reemplazado por **B** en algún otro momento dependiendo de los resultados en curso de este plan y su idoneidad para el propósito asumido. El valor de la selección depende enteramente de la magnitud de su utilidad. Mientras que Bernard Williams se mueve a una dimensión diferente y va tras otro hilo, para él no existe un agente completamente autónomo para seleccionar una forma de enfoque entre diferentes alternativas (incluso después del examen de principios racionales). El plan no es simplemente el acto de planificar o llegar a un plan perfecto; la persona que tiene un plan para sí mismo es tener suficiente sustancia o convicción para vivir y obtener algún tipo de razón de apoyo para vivir o imaginar la posibilidad de vivir. Este tipo de plan consiste en el "deseo o proyecto categórico" de la vida de uno, después de su crítica de John Rawls anterior ("No quiero decir con que le proporcionen un plan de vida, en el sentido de Rawls"), dice: la perspectiva correcta de la vida de uno es a partir de ahora ... aquí solo necesitamos la idea de los proyectos básicos de un hombre que proporcionan la fuerza motriz que lo impulsa hacia el futuro y le da una razón para vivir. Se centra en la frase "la fuerza motriz que lo impulsa hacia el futuro"; es decir, este plan de vida tiene un sentido significativo para la vida de uno en la forma de una preocupación fuerte y duradera por su propio futuro. Esta preocupación no es un simple deseo temporal o vago interés general, sino que requiere una coherencia persistente en la visión de la totalidad. Este tipo de consistencia y totalidad se manifiesta típicamente al dedicarse a la participación de algún proyecto ético y/o la implicación con alguna ocupación en particular, por ejemplo, artes creativas, o incluso manteniendo una relación de pareja, en la investigación científica de la biología sintética¹⁹⁰.

En este sentido, utilicemos un ejemplo para resaltar las diferencias entre ellos con mayor claridad. Teniendo en cuenta a dos jugadores de fútbol, ambos toman la ruta de convertirse en atletas profesionales como una carrera de vida, el que planifica su vida desde la perspectiva del plan de vida de John Rawls toma "convertirse en un atleta famoso" como el objetivo de su carrera. El valor total de que él elija ser un jugador de fútbol depende completamente de su contribución al objetivo de su plan de vida. La razón por la que elige jugar al fútbol sobre otros deportes como el baloncesto o el tenis de mesa es su creencia

de que el entrenamiento del fútbol es más útil y eficaz para ayudarlo a lograr su objetivo. El deporte en sí, ya sea fútbol, baloncesto o tenis de mesa, es para él, en principio, irrelevante. Mientras que el otro jugador toma el fútbol como su “deseo categórico” en el sentido de Williams, para él, jugar al fútbol no es una alternativa entre varios tipos de otros deportes; no puede imaginarse qué más haría además de jugar al fútbol. "Convertirse en un atleta famoso" todavía se establece como una especie de objetivo, pero el logro de este objetivo para él es simplemente el "subproducto" de su excelencia en el fútbol. Ahora, examinemos a estos dos jugadores de fútbol. Por un lado, no muestran diferencias en la apariencia: ambos participan en un entrenamiento extenso, mejoran sus habilidades y se anticipan al partido de fútbol. Sin embargo, para el primer jugador, si las prácticas le demuestran claramente, y de acuerdo con el principio de efectividad de Rawls, que jugar al fútbol no es la mejor manera de lograr el propósito final de “convertirse en un atleta famoso”, está justificado cambiar a otra alternativa, digamos, el plan de practicar otro deporte. No hay ningún obstáculo en su mente, o conflicto en su creencia, para transitar al baloncesto o al sóftbol, siempre que esté permitido en su proyecto y de acuerdo con sus cálculos sobre la asignación de recursos personales. Por otro lado, para el otro jugador que toma el fútbol como su proyecto fundamental en el sentido de Williams, el cambio de deporte no es simplemente el cambio de plan o medio instrumental, sino la transformación esencial de su yo sustancial en la práctica, para al cual dedicó casi toda su promesa y compromiso e incluso el cambio de sí mismo. Tal como dice Williams: “si el resultado en realidad concluye claramente que su plan fracasó) lo que demostraría que estaba equivocado, sería que no solo su proyecto fracasó, sino que fracasó”. Al igual que escalar una montaña, la rutina de ascender hacia la cima de esta montaña "aspiracional" no puede separarse de la montaña misma. Hablando pragmáticamente, podemos llegar a la cima de la montaña por otra vía o instrumento, por ejemplo, tomando un helicóptero (lo que está permitido por el pensamiento de John Rawls sobre el plan del proyecto), pero es simplemente volar sobre la montaña pero no escalar la montaña. Según la noción de proyecto categórico de Williams, la aproximación al destino y el destino como objetivo se construyen mutuamente: el camino, para él, es un medio en sí mismo. Volviendo al examen comparativo que hemos hecho en esta parte, podemos concluir que, en resumen, para Rawls, "plan de vida" es planificar la propia vida externamente, como un agente

autónomo que proyecta independientemente su plan sobre la vida como un Objeto por transparencia racional. En comparación, el "proyecto categórico" de Williams consiste en vincular la vida de uno a un plan en particular, mediante la participación en la práctica de este plan y una profunda devoción, pasión, vocación... a él.

2. Éxito y fracaso

Para el establecimiento del plan vida, la probabilidad de su eventual fracaso y éxito es muy importante. Uno de los estándares vitales cuando evaluamos un plan depende de si expresa nuestras intenciones a fondo y si finalmente se puede lograr en la realidad. Tanto John Rawls como Bernard Williams lo consideran en serio, pero el fracaso y el éxito del plan tienen diferentes significados para ellos. Para John Rawls¹⁹¹, el plan es un objetivo hacia el éxito, que consiste en el logro total de la intención. Se presta más atención a la integridad y razonabilidad del plan en la etapa de proyección y los factores positivos/negativos con los que se cumplirá este plan, así como si el plan diseñado puede progresar bien o realizarse de buena manera. Sin embargo, no es asunto de Bernard Williams. Lo que él considera es probablemente más la relación entre el plan y el yo: la constitución interna del yo, más que el fracaso o el éxito del plan externamente. Uno de los puntos cruciales es que su proyecto categórico permite la incompatibilidad entre el plan en el negocio externo y el crecimiento interno y el cambio en el yo. Es decir, no se puede reducir el fracaso del plan a que la vida de uno también fracasa. De manera similar, no se puede concluir que su vida sea suficientemente satisfactoria solo por el éxito del plan. Y lo que es más importante para Williams, es la brecha entre el plan personal y su realización realista, lo que crea el espacio para la imaginación propia y la oportunidad para el cambio personal.

3. "Fortuna" y desafortunada suerte

De hecho, John Rawls también está dispuesto a admitir que la vida contiene cambios. En su proyecto de vida, Rawls todavía tiene en cuenta los factores impredecibles y trata con seriedad esas situaciones cambiantes. Sin embargo, su

confianza en la capacidad racional de construcción y el control total no le hace descartar el hecho mismo de que hay algunos eventos que no se pueden atribuir al plan. En este sentido y en esta dimensión, no tiene una postura diferente a la de Bernard Williams. Sin embargo, el punto clave que da como resultado sus perspectivas divergentes radica en su diferente comprensión del "papel" y el "estado" de estos eventos: Rawls considera que las contingencias de la vida se consideran solo como factores negativos que amenazan la estabilidad del plan y el ejecución exitosa del plan; por el contrario, Williams considera la fortuna o la suerte como factores impredecibles que realmente forman la condición y la necesidad de hacer un plan. Porque la "suerte" de los agentes se relaciona con aquellos elementos que son esenciales para el resultado pero que están fuera de su control. Sin embargo, no se trata de ningún tipo de "suerte" en el sentido de contingencia o factores inesperados en las circunstancias¹⁹². Es la suerte que surge en el "cambio cognitivo" del agente y finalmente forma tanto el configuración de resultado y modelo de existencia personal. En palabras de Williams, es "suerte constitutiva", lo que significa que los sucesos del exterior pueden desempeñar un papel constructivo en la autoimagen y la autocomprensión. En este sentido, podemos hacer una distinción entre las frases "fortuna desafortunada" (Rawls) y "suerte constitutiva" (Williams).

4. El Plan de perspectiva y retrospectiva de vida

Todo está dirigido hacia el futuro; a la luz de la disposición calculadora y la selección de información y a través de los pasos en el desarrollo, se determina el curso de acción, y se pueden esperar algunos resultados particulares de este curso de acción determinado. Por lo tanto, la elaboración de planes siempre tiene en cuenta todo (objetivos, factores, alternativas, circunstancias, resultado final y posibles contingencias) y los evalúa desde una perspectiva perspicaz. Esta perspectiva hacia el futuro es exactamente la visión de John Rawls cuando da cuenta de su noción de plan de vida, en la que una persona parece no tener una historia de vida y no está bajo la influencia de su pasado. Comparativamente, en el plan de vida de Williams. —En términos de su relación con el autocambio y la autocomprensión— sólo puede lograr su configuración final con una visión retrospectiva, pero no puede darse previamente: el resultado tiene que ser sustancial de una manera especial —de una manera que condicione de manera

importante la actuación del agente, sentido de lo que es significativo en su vida, y de ahí su punto de vista de evaluación retrospectiva—. En su pensamiento retrospectivo, y su asignación de arrepentimiento básico, no puede en el sentido más completo identificarse con su decisión, y, por lo tanto, no se encuentra justificado; pero tampoco está totalmente alienado de él, no puede verlo simplemente como un error desastroso y, por lo tanto, no se encuentra injustificado. Este es posiblemente un lugar apreciado para recordar la conocida historia sobre Wittgenstein registrada por Norman Malcolm. Antes de su pérdida del conocimiento y posterior muerte, Wittgenstein les dijo a las personas que se alojaban con él que “les dijera que he tenido una vida maravillosa¹⁹³”. Sin embargo, también están las famosas “tres pasiones” de Bernard Russell que “han gobernado la vida. Cuando recordó su vida en los ensayos “por qué he vivido”, donde examina las tres motivaciones de apoyo en su vida, Bertrand Russell dice: **“Esta ha sido mi vida. He encontrado que vale la pena vivirlo, y con mucho gusto lo volvería a vivir si se me ofreciera la oportunidad¹⁹⁴”**. El patrón de vida es tan complejo que requiere no solo la “asignación de tiempo y recursos”, sino también la “asignación del arrepentimiento” y la “asignación de autocomprensión”. El hecho de que esta autocomprensión se produzca después de que uno ha realizado un viaje tan largo es en parte la razón por la que se pensó que Russell usa más “tiempo pasado” y “tiempo imperfecto” en estos escritos. Para decirlo de manera más explícita, el motivo básico de un plan de vida es tratar de afirmar una comprensión integral de la vida, pero las situaciones peligrosas en la práctica real exigen ajustes frecuentes entre las negociaciones externas y las autoconstrucciones internas para que la comprensión completa del pasado de uno. Las acciones siempre se pueden obtener en la introspección como retrospectiva.

6.9 John Rawls

En la presentación de esta discusión de lectura comparativa anterior, el pensamiento de Rawls se ha caracterizado de forma simplista. Aquí hacemos una breve disculpa, ya que, de hecho, los factores que Bernard Williams considera y subraya de esta o aquella manera, Rawls también los ha tenido en cuenta. Incluso se tiene en cuenta el aspecto muy interno del plan de vida, y estas consideraciones hacen que surja mucha

vacilación, recesión y autonegación en sus declaraciones y argumentos. Sin embargo, nos gustaría señalar que, a pesar de estas consideraciones, John Rawls todavía no puede librarse de las críticas que le hemos hecho. Con respecto a este aspecto, tenemos dos puntos que señalar: (1) estas consideraciones no pueden penetrar la noción de plan de vida de John Rawls y ser tratadas como elementos verdaderamente constructivos en la concepción de su plan. (2) En contraste, nos gustaría decir que son solo estas vacilaciones y recesiones de John Rawls las que nos muestran que estos contenidos sustanciales de la vida son tan duros e intratables que no pueden ser simplemente "tragados" y asimilados por las hipótesis y conjeturas matemáticas hechas en su invención racional. Además, en comparación con los comentarios que algunos críticos imponen a John Rawls, nuestra conclusión sobre él parece relativamente modesta y suave. Allan Bloom, como comentarista anterior en su artículo de revisión titulado *Justicia: John Rawls vs. The Tradition of Political Philosophy*¹⁹⁵, patrocina argumentos elocuentes contra la empobrecida noción de racionalidad de John Rawls. Sus comentarios críticos se hacen de manera tajante e irónica, señalando que el proyecto de John Rawls de construir un sistema de reglas estableciendo un principio de racionalismo solo produce una versión "invertida" de la razón, es decir, la insistencia en la razón a la inversa crea efectos irracionales. "El principio de contradicción, el fundamento de la razón, le parece a nuestro filósofo (John Rawls) irracional, mejor dicho, loco¹⁹⁶". La divergencia que envuelve esta disputa requiere muchas explicaciones. En el presente texto, sin embargo, solo queremos señalar cómo sus comentarios benefician nuestra aclaración de la posición de Bernard Williams. Veamos este párrafo:

“La discusión de Rawls sobre la bondad como racionalidad decepciona inmediatamente las expectativas suscitadas por su título ... Además, un plan de vida racional no es racional en el sentido de que las metas últimas son establecidas por la razón, ... Los deseos, los gustos, las preferencias, los valores, lo que tienes, son los factores determinantes últimos en un plan de vida, y Rawls no nos dice de dónde vienen”.

A la luz de este párrafo y de todo ese artículo, hablando en términos generales, los comentarios de Allan Bloom pueden resolverse en dos aspectos, es decir, para el plan separado de Rawls, posiblemente haya dos aspectos principales que ha pasado por alto o ha subestimado mucho. Uno es la **relación del agente con las circunstancias**, la vida

de la sociedad historizada e incluso el mundo exterior en general. En el plan de Rawls, toda esta información se ignora o se formaliza fuertemente. El otro es la relación del agente con su aspecto interior (deseo, compromisos de valor, gustos, preferencias, etc.), que Bloom critica "los criterios de Rawls para la actualización de las capacidades (del sujeto)" por ser "puramente formales y externos¹⁹⁷". La perspectiva que toma Bernard Williams obviamente ocupa la última posición. Ahora, al presentar la pregunta y el ataque de Williams, hemos mostrado en parte el defecto en la noción de plan de vida de Rawls y el empobrecimiento de su racionalidad. Más adelante, ilustraremos cómo debería ser el "plan" si llevamos el "yo" a la comprensión de la vida y mediante qué tipo de racionalidad se puede lograr la consistencia de nuestra vida. Afortunadamente, además del modo formal y rígido de plan de Rawls, tenemos otra noción implícita e interna de racionalidad que puede llevarnos a atravesar los cambios dramáticos, la complejidad de las circunstancias y las vicisitudes de la vida: la ("auto-orientación") en la discusión de "Klugheit" ("inteligencia").

6.10 Realización de la deliberación

En la introducción a esta discusión, presentamos exploraciones en "deliberación" entre dos direcciones y enfoques que consisten en una divergencia básica: el enfoque intelectualizador, por un lado, y el enfoque anti-intelectual por otro lado. Hemos demostrado que esta divergencia fundamental se basa en un panorama general del desarrollo del lenguaje de la filosofía en el último siglo y divide a los filósofos en dos grupos: pensadores estructurales como el grupo orientado al logos o el "enfoque intelectualizador" (Saussure, Chomsky y otros filósofos) y el "grupo encarnado" o el "enfoque antiintelectualizador¹⁹⁸". Por un lado, es la doctrina del enfoque del intelectualismo estructural la que sostiene la primacía lógico-geneológica de la estructura profunda, un sistema de reglas o una forma sobre su ejemplificación y aplicación espacio-temporal. A diferencia de esto, hay otra perspectiva performativa, que distingue más entre "conceptos débiles", "conceptos fuertes" y "conceptos raciales" de desempeño temporalmente, que cambia de la comprensión representativa y asertórica del lenguaje a la práctica, pragmática y aspecto activo del lenguaje. Es decir, nuestra preocupación en el lenguaje nunca debe ser la de tomar una posición distante externa y esforzarnos por informar de la estructura lingüística y la forma gramatical de nuestras emisiones y habla, sino utilizar el lenguaje en la práctica y la comunicación para producir efectos sociales e incluso para moldear y crear las realidades sociales. El

acento se mueve del lenguaje que está en uso para describir el estado de cosas, el estado mental o las relaciones sociales en la presentación, pero al lenguaje en el desempeño para hacer frente y participar en el movimiento de los eventos de acción. En otras palabras, no hablamos del mundo, sino que actuamos, hablando, dentro del mundo.

Y de nuevo, de acuerdo con la división entre el enfoque "orientado al logos" o "intelectualización" y el "grupo encarnado" o el "enfoque no intelectualizador" en ellos ¿Hay un lenguaje detrás del habla? Aquí afirmamos que hay una división similar y casi correspondiente en el campo del debate en torno a la deliberación. Por un lado, está el enfoque del intelectualismo que toma la deliberación como una especie de estado puramente mental o incluso proceso cognitivo que es independiente del contexto y la situación personal y casi equipara la deliberación con el cálculo o el pensamiento estratégico como "maximización" u "optimización". Por otro lado, está el grupo del no intelectualismo que considera la deliberación en la vida social amplia y siempre implica y pasa por nuestra relación emocional, perceptiva y encarnada con el mundo. Sin embargo, de manera similar y correspondiente, en el desarrollo reciente de deliberaciones-discusiones, o en otros campos vecinos como la toma de decisiones, la gestión estratégica y la investigación-acción, existe un gran interés en la noción de performatividad que forma una comparación efectiva entre la noción de deliberación del intelectualismo y la noción performativa de deliberación que corresponde a la distinción similar hecha conectando desempeño y performatividad (noción lógico-geneológica y performativa del lenguaje).

Algunos académicos utilizan de manera innovadora la noción de desempeño para describir el proceso de toma de decisiones: nos acercamos a la toma de decisiones racional como una praxis performativa¹⁹⁹. De manera similar, Eikland en *The Ways of Aristotle* afirma que "una episteme práctica, como forma de conocimiento, es todavía diferente de la praxis como performance²⁰⁰. Parece que la noción de performatividad brinda una buena oportunidad para describir la complejidad de la sabiduría práctica o el juicio que intenta obtener una visión más clara dentro de la situación inextricablemente desconcertante y el flujo incesante de actividades. De modo que se trata de la pregunta inicial en este escrito: ¿Qué ocurriría en teoría si llevamos a deliberación la noción de performatividad? ¿Cuál es el impacto en nuestra comprensión tanto del desempeño como de la deliberación si conectamos el

desempeño con la deliberación? Estas preguntas se volverán más desafiantes, especialmente cuando consideramos que, al menos aparentemente, la actuación es algún tipo de proceso continuo vivido y dinámico en apariencias corporales o perceptivas o una actividad apasionada y profundamente involucrada que requiere devoción incondicional, presentación temporal y un yo inmediato. Sin embargo, la deliberación está siempre, o al menos en su mayor parte, relacionada con las cosas que siempre se consideran un curso tranquilo, sereno e intelectual que se produce en una posición externa y desapegada. Entonces, a primera vista, es un esfuerzo absurdo y extraño conectar la deliberación con el desempeño: para la toma de decisiones, la elaboración de planes o la elaboración de estrategias, cada uno de ellos es esencialmente un proceso a largo plazo que contiene una consideración complicada, una investigación meticulosa y cálculos precisos.

6.11 Teorizar e intelectualizar la deliberación

Los enfoques de intelectualizar en la concepción de la deliberación se manifiestan en muchos aspectos y surgen de diferentes campos de estudio. Pero si es necesario apelar a un esquema general, podemos resumirlos como los teóricos que tienden a construir una teoría sobre la deliberación y describen la deliberación desde la perspectiva muy abstracta o formal, creyendo que a menos que sea a través de un marco teórico o la descripción formal, nuestra capacidad y posibilidad de deliberación no puede comprenderse. Los enfoques de intelectualización, con algunos matices al enfoque de teorización, denotan principalmente la arraigada inclinación general que se enfoca en la facultad cognitiva y el estado mental y trata de reducir el curso de la deliberación que está inmerso dentro de los eventos en curso en el modo mental-cognitivo en la explicación. Podemos examinarlos ejemplificando estos cuatro modelos de la siguiente manera:

1. Silogismo práctico

Quizás esta sea la forma más convencional de describir la deliberación que originalmente se deriva de Aristóteles. Hablando literalmente, es un intento de aplicar silogismos lógicos a la situación práctica (como un campo que no es directamente lógico). Partiendo de la premisa principal como una declaración general como "todos los hombres son mortales", "comer carnes ligeras es

saludable", pasando por la premisa menor como término inmediato ("Sócrates es un hombre"; "el pollo es carne ligera"), este tipo de silogismo suele conducir a una conclusión que adopta la forma de "por lo tanto" ("Sócrates es mortal"; "debo tomar el pollo"). Pero la mayor parte del problema surge precisamente en esta combinación de silogismo teórico-lógico y situación práctica: dado que la conclusión del silogismo práctico es una acción, mientras que la conclusión del silogismo teórico es una proposición, parecería deducirse que la relación entre premisas y conclusión en estos dos tipos de silogismo es radicalmente diferente. Además de esto, inicia un modelo técnico o instrumental de deliberación y establece un parentesco cercano con la teoría de la utilidad, la teoría de la decisión u otros estudios de racionalidad. Y John McDowell niega radicalmente la posibilidad de establecer un supuesto universal como premisa mayor: pero la tesis de la no codificabilidad significa que la premisa mayor contemplada, en un silogismo de virtud, no se puede escribir definitivamente²⁰¹.

2. El modelo de la regla

Una dificultad extrema de la deliberación son las situaciones irrepetibles que el deliberador tiene que afrontar caso por caso. Consiste en una gran carga cognitiva. De esta manera, sería una bendición tener un libro de orientación o una colección codificada que resuma decisiones particulares como varias reglas o principios universales. Esto no solo puede liberarnos de la carga epistémica, sino que, lo que es más importante, de acuerdo con esta codificación como criterio, nuestras elecciones y decisiones se pueden contar con seguridad con exactitud o incorrección. Consiste en el principio de simplicidad o economía de este modelo de reglas. Pero este modelo plantea una serie de preguntas intrincadas: además del "mecanismo psicológico", ¿existe otra dificultad que conduce a toda deliberación y juicios particulares a la forma contundente de la norma universal? Sin embargo, como revela Nussbaum, el principio universal, además, es normativo por sí mismo (o por su relación con principios superiores), no por su relación con juicios particulares²⁰². Es decir, el establecimiento de la norma universal no se basa en las situaciones particulares de las que recoge algo, sino en el poder contundente de la norma misma que estructura imperativamente los particulares.

3. El modelo cognitivo

En términos generales, este modelo reduce la deliberación a un estado o proceso cognitivo. El deliberador práctico se ha equiparado con el conoedor teórico y el agente práctico con el agente cognitivo de una manera muy restringida. De manera similar, el criterio para evaluar "racional o irracional" se convierte en si este curso de pensamiento puede ser reconocido y teorizado cognitivamente o no cognitivamente. La principal preocupación es construir una teoría de la racionalidad y revelar la lógica innata de la toma de decisiones racional al describir las características básicas de la psicología humana. Esta es sin duda lógica, sistemática y perspicaz. Pero aquí revelo brevemente varios puntos cuestionables en sus discusiones, que al menos merecen ser discutidos más a fondo. Al principio, hace una serie de separaciones en la toma de decisiones humana. Nosotros separamos la cognición humana en cognición teórica y cognición práctica y, en consecuencia, hay una racionalidad teórica y una racionalidad práctica. Y luego se divide el proceso de toma de decisiones en tres etapas y esta cognición se puede dividir aproximadamente en dos partes. La cognición epistémica es ese tipo de cognición responsable de producir y mantener creencias. La cognición práctica evalúa el mundo, adopta planes e inicia la acción. Además, podemos dividir la cognición práctica en tres partes: (1) la evaluación del mundo representado por las creencias del agente, (2) la selección de acciones o planes destinados a cambiarlo, y (3) la ejecución de los planes. Y, por último, hacemos una clara distinción entre la racionalidad real y la racionalidad ideal. El objetivo de su teorización de la toma de decisiones humana es describir la estructura lógica de la cognición práctica. Sin embargo, los seres humanos y cualquier agente cognitivo real están sujetos a limitaciones de recursos cognitivos. Tienen un poder de razonamiento limitado, en forma de capacidad computacional limitada y velocidad computacional limitada. Esto sugiere fuertemente que es una lástima que los seres humanos, como agentes prácticos, tengamos que tomar decisiones en un contexto de tiempo limitado e información limitada, con conocimientos limitados y una capacidad de razonamiento finita. Y una de las razones de esto es que tenemos que actuar (finalmente, el agente tiene que actuar, por lo que no podemos exigir que actúe solo sobre la base de elecciones justificadas). Parece que tomamos decisiones no por actuar o hacer algo, pero actuar y hacer son los obstáculos para tomar una

decisión perfecta. Y de esta manera surge una fuerte perspectiva sobre la posibilidad de “agentes racionales autónomos” en comparación con la finitud y limitaciones de la racionalidad real de los agentes. Y el portador más realista es la IA, lo que es contrario a su deseo en la investigación de decisiones humanas: nuestra principal preocupación es la toma de decisiones humanas. Quiero saber cómo nosotros, como seres humanos, debemos decidir qué acciones realizar.

4. El modelo competencial

Una de las versiones específicas de la deliberación teorizante es el enfoque del conocimiento tácito o competencia silenciosa. Es bien sabido que la dimensión tácita del conocimiento o capacidad latente es casi opuesta a las formas sintácticas y proposicionales del conocimiento humano. Por ejemplo, se contrasta los modelos de conocimiento basados en reglas y el conocimiento tácito. Entonces, de acuerdo con las opiniones habituales, la comprensión de la deliberación como alguna capacidad humana en ejercicio (para manipular palabras, diagramas y cualquier otro marco explícito del conocimiento humano) es una fuerte inversión del enfoque intelectualizador para concebir la deliberación. Sin embargo, y sorprendentemente, con esta comprensión se abre una posibilidad de teorizar la deliberación como capacidad, que toma esta forma en implicación: es la competencia interna, compacta, unificada y estable (que se queda “detrás ”o“ debajo”) y determina sus diversos empleos (como sus manifestaciones en las apariencias). De esta forma, se configura una doble estructura de ontología: el conocimiento tácito como una especie de metacapacidad y su ejercicio pragmático en superficie, una dimensión profunda invisible y fenómenos visibles. Y esta doble estructura tiene varias implicaciones, una de las cuales es que los coloridos ejercicios no pueden entenderse correctamente a menos que comprendamos el "conocimiento tácito" como un "núcleo" esencial. Esta visión se manifiesta típicamente en el parentesco y la similitud de la teoría del conocimiento tácito y la ciencia cognitiva. Esta revelación no es irrelevante o no esencial. Por el contrario, si tomamos nuestra deliberación como objeto genuino de investigación en ciencia cognitiva y conocimiento, fomentará la construcción de una teoría cognitiva sobre la capacidad deliberativa. Y dejaría un obstáculo para concebir la deliberación como práctica performativa. Y en este sentido, nuestra exploración sobre la

deliberación en diferentes enfoques coincide con la división de lenguaje. Nuestra crítica de la capacidad silenciosa puede iluminarse con su reflexión sobre la noción de competencia lingüística de Chomsky. Por un lado, la competencia lingüística de Chomsky funciona como una especie de metacapacidad en el empleo implícito para generar sentencias infinitas y enfatiza más el aspecto operativo del lenguaje que el del sistema de reglas estáticas (que más o menos se acerca a la perspectiva performativa). Por otro lado, al verse afectado por la mentalidad teorizante, Chomsky asume oculta una estructura doble (competencia lingüística y desempeño situado) similar a capacidad tácita y desempeño aplicado: en pocas palabras, la competencia para Chomsky se relaciona con desempeño como conocimiento para su aplicación, como estructura profunda para un fenómeno superficial. Y esta suposición, de una manera muy sutil, viola el "actuar dentro del fenómeno mismo" como el significado de la perspectiva performativa.

Indudablemente, los modelos de deliberación teorizante pueden enumerarse más. Y de acuerdo con diferentes propósitos y en función de diferentes contextos, se pueden ejemplificar de otra manera. Pero queremos revelar aquí varios atributos para caracterizar su inclinación común, por lo que nos gustaría diferenciar más la "teorización" o la "intelectualización":

1. **Entidades teóricas.** No importa si se trata de un conjunto de varios principios dominados, un sistema de reglas o una hipótesis cognitiva, el enfoque intelectualizador o teorizador tiene como objetivo principal clasificar las acciones deliberativas en apariencias y finalmente establecer un conjunto de entidades teóricas y a través de ellas definir las noción de deliberación. Sin embargo, todos estos intentos parecen tener dificultades para escapar de la cuestión de si son "ficción" teórica y si pueden tener sentido práctico en el desempeño intelectual real.

2. **Seguridad epistémica.** El miedo a la incertidumbre esencial de la deliberación ordinaria en el mundo práctico es una de las motivaciones de estos teóricos. Como se revela cuando se critica a los científicos platónicos: en el trabajo diario de la deliberación estamos confundidos y molestos por la compleja

particularidad de los casos que se nos presentan, siempre frescos, para decisión. La particularidad intrínseca, la complejidad y la irrepitibilidad sacan a relucir algún tipo de vértigo que no se puede aliviar hasta que estos teóricos coloquen estas incertidumbres sobre los resultados epistémicos o las entidades teóricas: el científico (platónico)... tratando de conseguirnos un sistema de reglas prácticas que nos preparará ante el hecho las exigencias de la nueva situación. Creen que la intuición solo puede alcanzarse cuando se puede captar un orden estable y mediante la búsqueda de la seguridad epistemológica, de modo que tratan de evitar el miedo y el vértigo en la práctica. Creemos que esta explicación proporciona una explicación más convincente y perspicaz de estas empresas teorizantes que otras, como el "interés intelectual en tentar el teorema abstracto".

3. Adhesión a la comprensión formal y explícita del curso de la deliberación.

Como resultado de fabricar ficción teórica y requisitos de claridad, tienden a describir la deliberación como un curso inteligible que parte del propósito, a través de la razón o el pensamiento instrumental, hasta la conclusión. Una de las ilustraciones de esta característica es representarla en forma de diagrama, cuadros, gráficos o tablas, tal como lo hicieron en sus escritos teóricos como John L. Pollok²⁰³. A través de estos diagramas visibles, creen que el curso de la deliberación se ha comprendido clara y completamente y que todo el desempeño de la deliberación puede verse afectado en esta descripción esquemática.

Realizar deliberación

En contraste con el enfoque teorizador-intelectualizador que asume que el curso de la deliberación no puede entenderse a menos que se le dé un marco de explicación teórico o modelo cognitivo-mental, en las siguientes discusiones argumentaremos que la racionalidad se genera más bien dentro del proceso de deliberación real, como la toma de decisiones, la elaboración de planes y la elaboración de estrategias, que se dan previamente en varios principios, marcos estructurales o fórmulas.

6.12 El deliberante como autor práctico

Desde la perspectiva de la praxis performativa, el deliberador no es el individuo reflexivo, aislado de sus compañeros de acción, independiente del contexto práctico. O se apartan de la realidad social como decisores, planificadores y organizadores que ponen un orden determinado en la práctica social. En contraste, el deliberador siempre trabaja como mediador, intérprete y autor práctico, enfrentándose a experiencias imprevistas, entre las influencias mutuas, las relaciones receptivas y los eventos compartidos-participativos, para involucrarse en las conversaciones discursivas, acciones conjuntas y operaciones de coordinación. y ejercer su juicio para intervenir en los movimientos y desarrollos de las cosas, provisional y dialógicamente. Además de esto, lucha por retener una imagen consistente e integrada del conocimiento, pero al mismo tiempo se mantiene consciente y listo para cambiar su modelo cognitivo. Porque se mueve en un mundo incierto en el que no tiene seguridad epistemológica. Esta comprensión renovada de la deliberación, así como del deliberador, se inicia en parte por el creciente interés de la economía, la gestión y la teoría de la organización en la noción de performatividad recientemente. Abandonando el modo tradicional de las ciencias sociales, tienen cada vez menos interés en la producción de un nuevo cuerpo de conocimiento, pero comienzan a explorar la dimensión conversacional, social-material y basada en la práctica de la toma de decisiones, la elaboración de estrategias y el plan. Prestan más atención a cómo se comportaron las teorías de gestión y estrategia en la realidad social (en la forma de compromiso material directo no aplicado) que a cómo las entidades teóricas representan la estructura de la práctica (representacionalismo ontológico).

Como deliberador en la práctica real, desempeñamos diferentes roles, trabajamos en diferentes escenas y conversa con diferentes personas. Es decir, además de responder a las tareas y a las personas del exterior, también responde al interior a voces en divergencia que se realiza en ella misma. Y además de moldear la realidad social con los demás, también necesita moldear el sentido de sí misma y crear su propia forma de experimentar, afrontar y responder. Ambos son ineludibles y se realizan casi al mismo tiempo.

Otras dimensiones de la deliberación en la interpretación

La discusión anterior esboza un esquema tosco y primitivo para concebir una deliberación interpretativa. Lo que la interpretación y la noción de performatividad

inspiran en la teoría de la deliberación puede extenderse a muchos campos y desarrollarse en diferentes dimensiones. La discusión sobre el papel del discurso argumentativo en las prácticas se han relacionado en parte con la dimensión discursiva de la deliberación. Es decir, a través de la retórica política por ejemplo, y el discurso atractivo, el deliberador intenta influir en la decisión y la acción de los votantes o ciudadanos en acción social. Además de esto, también hay dimensiones corporales, dimensiones perceptivas, dimensiones estéticas, dimensiones de compromiso colectivo, etc.

Dimensión estético-cinemática

Posiblemente por estar “cansado de las teorías” en las humanidades, un grupo de filósofos contemporáneos pasa radicalmente del pensamiento abstracto y la interpretación conceptual-hermenéutica a la presencia estética y el fenómeno material encarnado. Al negar el modelo cognitivo en la comprensión de la inteligencia humana, el pensamiento ya no es entendido por ellos como una aplicación estática que impone un marco cognitivo sobre los objetos, sino más bien como un proceso dinámico en el que las personas interactúan activa y mutuamente con el mundo, a través de los movimientos perceptivos-sentimentales y corporales. Parece importante que no se trate solo de pensar a través del cuerpo, sino también de pensar con los movimientos del cuerpo. Este movimiento está especialmente definido por la danza como un espectáculo artístico: el vivido moviéndose, jugando con el ritmo, relajándose en tensión, ensayando con improvisación. De la relación entre bailar y pensar, podemos emplear muchas cosas, una de ellas es: la naturaleza de lo “autorreferenciado”. Es decir, el agente que está actuando está en la relación inmediata consigo mismo y con la relación más cercana con el ejercicio del pensamiento. No hay brecha entre el agente, su pensar y las cosas por las que actúa. Actuar el pensamiento es asociar el pensamiento con la acción, hay otra forma en que se acercan más de pensar a actuar. Es decir, pensamos de forma ingeniosa y lúdica, intuitivamente y de manera holística, afluyente y armoniosa, y llegamos a una comprensión más profunda u obtenemos el resultado y luego damos "un punto final" a la ejecución del pensamiento. Esta descripción viola alguna impresión ordinaria acerca de la deliberación, en la que el pensador debe pensar dura y exhaustivamente, después de un trabajo intensivo, de cálculos y de ponderación, y llegar a una conclusión particular. Sin embargo, es muy posible que para el pensador, especialmente para el pensador competente y excelente, piense sin

esfuerzo, y “no hay lucha filosófica ni obstáculos lógicos que superar”; con solo involucrarse en el pensamiento, seguir el ritmo del pensamiento y unirse con otros en perfecta combinación (como bailar con su pareja), producen pensamiento creativo y una percepción estupenda directamente. Y en este punto, el deliberador hábil no es diferente del bailarín reflexivo.

Dimensión de compromiso colectivo

La idea performativa de la deliberación también apela a la ejecución pública de la deliberación. La promulgación exitosa de la decisión y la acción siempre tiene lugar en el espacio público como escenario teatral y se lleva a cabo con otros participantes. Esto no significa que los deliberadores inicien acciones y afecten a otras personas empleando su intelecto, sino que este intelecto se puede generar solo cuando los deliberadores están abiertos a otras personas y se involucran con ellos. El intelecto se configura y se retiene solo dentro de la conexión interpersonal y las actividades colectivas, que consiste en la condición primaria y exclusiva de la generación del intelecto. Y esta condición de exclusividad se caracteriza esencialmente por la publicidad, lo que significa que el espacio de exhibición del intelecto se construye públicamente. De hecho, el desempeño del intelecto humano solo puede lograrse cuando ingresamos a la esfera pública y participamos deliberadamente en la misma actividad. Por ejemplo, en una ocasión académica, junto con el desarrollo de una animada discusión y una feroz controversia, las opiniones y argumentos de las dos partes se van formando y agudizando gradualmente. Cuando los profesores explican una fórmula física, obtienen una nueva comprensión de este conocimiento, aunque los estudiantes aún pueden estar confundidos. Todos estos son procesos automáticos y sencillos, y ni siquiera los participantes lo saben. Este es el efecto de resonancia del intelecto humano, como ya lo llama la ciencia. El mecanismo de este efecto de resonancia quizás permanece desconocido, pero queremos darle algunas explicaciones sobre la noción de "convivencia". Como término crucial el conocimiento tácito es su Conocimiento personal, “convivencia” indica la dimensión compartida, el compañerismo y el compañerismo para la producción, permanencia y transmisión del conocimiento tácito y la tradición social.

Los buenos casos de fomento del compañerismo así como de la “convivencia” que identifica a las familias, los compañeros de escuela, los compañeros de barco, los

miembros de un partido político o de un taller o un equipo de oficina. En sus actividades conjuntas, la comunicación discursiva y el intercambio de experiencias da forma cooperativa y sin esfuerzo archivan su propósito pragmático. En este sentido, es difícil distinguir que “trabajan y deliberan cooperativamente para obtener buenos resultados” o, “para trabajar juntos o deliberadamente cooperar, toman un trabajo particular”. Cabe señalar también que trabajan y deliberan juntos, ni para intercambiar información y hacer tratos ni anhelar la satisfacción emocional en el compañero sino manifestar una sola verdad en esta “convivencia”: el buen desempeño de la deliberación y la generación de intelecto no solo se relaciona con la relación racional entre personas, sino que esencialmente permanece y se manifiesta con otras dimensiones en paralelo, como las emocionales, físicas y otras formas implícitas de intercambio, transiciones e interacciones²⁰⁴. En este sentido es difícil decir que “pensamos juntos para pensar mejor” o “pensamos mejor para pensar juntos”.

Dimensión de ensayo

Antes de ser representada en el escenario, una representación artística debe ensayarse y prepararse. El ensayo es el proceso de entrenamiento corporal, mejoras hábiles y crecimiento de experiencias en el que el intérprete comienza a saber cómo llevar experiencias internas al escenario como espacio público y aprender a cooperar con otros intérpretes o traer conjuntos de diferentes miembros a una comunidad (por ejemplo, sinfonía, orquesta, coro, etc.). Al igual que la mayoría de las representaciones artísticas, la deliberación también puede considerarse como un proceso de formación y enseñanza a largo plazo, de práctica y de habituación en el nivel de comportamientos, en este sentido, que no es diferente de la danza, la interpretación musical y el teatro escénico. Como ellos, la deliberación, aunque es un ejercicio intelectual que parece moverse en la dimensión abstracta, desvinculado de cualquier implicación material, sigue siendo el resultado de la composición, la acumulación y el crecimiento silencioso. La dimensión del ensayo también sugiere que la interpretación artística es el proceso de una procesión gradual. Richard Schechner, el erudito preeminente de los estudios de performance, cuando acuñó el término "estudios de performance", dijo²⁰⁵: "cualquier acción que se enmarque, presente, resalte o muestre es una performance". Sin embargo, si leemos esta afirmación a la inversa, se indicará como "cualquier actuación debe enmarcarse, presentarse, resaltarse y mostrarse". Y lo que es más

importante, en cualquier actuación dada, antes de ser presentados en el escenario, los artistas deben ser entrenados.

6.13 Profundidad y superficie

El giro performativo en la filosofía del lenguaje y el surgimiento de la noción de performatividad es relevante para la insatisfacción general de la "ontología de dos mundos" y el "modelo de dos mundos²⁰⁶". Esto se logra al concentrarse en el esquema gramatical o el sistema de reglas del lenguaje que prevalece entre el enfoque intelectualizador en el tratamiento del lenguaje. En esto las investigaciones filosóficas suelen indagar en la dimensión profunda del mundo y las actividades humanas. En contraste con los estudios de performance, los académicos invierten esta tendencia arraigada y terminan en la propia superficie. Se detienen para tomar la tarea de "excavar estructuras ocultas" como su empresa y comienzan a estar satisfechos con "ver el mundo como mundo".

También es cierto para el desarrollo del estudio de deliberación. Mostrado en la parte del enfoque intelectualizador de la deliberación, los intereses teóricos y la poderosa inteligencia (capacidad de teorizar) animan a nuestros teóricos a penetrar la apariencia y los fenómenos hasta que determinan o inventan la esencia o estructura profunda de las acciones intelectuales y producen entidades teóricas como principios, reglas, competencia cognitiva, etc. Pero guiados por proyectos, hemos sido llevados tan lejos que somos capaces de iniciar nuestras acciones hasta encontrar una posición precisa en sus construcciones teóricas (o ficciones) o al menos ser filtrados por la comprensión explícita o la conciencia inmediata. Los eruditos permanecen en la dimensión y superficie plana, pero a un alto costo, ya que en un mundo plano, solo hay extensión de fuerza y movimiento desorientado y barreras en la generación de significado y valor. De hecho, hay operación y manipulación en la superficie, pero la manipulación no es praxis. Y solo la praxis puede enseñarnos cómo actuar y practicar de manera adecuada y significativa y cómo pasar de esta intrincada situación a otra en una dimensión diferente y atravesar el panorama social. Frente a esta versión radical de la performance, planteo un modo alternativo de superficie sin profundidad, que por un lado puede remediar la frustración entre la comprensión y el hacer y la deliberación y la acción. Y por otro lado, el significado y el valor aún permanecen y se conservan en el movimiento de acción. Esta actitud se cristaliza en la frase cuando Nietzsche elogia la

cosmovisión griega, especialmente la griega en la era homérica, y Bernard Williams la destaca en *Vergüenza y necesidad*: “los griegos eran superficiales por profundidad”. Sin embargo, ¿qué es "ser superficial (superficie) fuera de profundidad (profundidad)" o "profundidad superficial" para abreviar? Creo que esta frase describe precisamente el carácter inteligente de los griegos, al menos el aspecto que Nietzsche y Williams quieren dibujar para nosotros, es decir, por un lado, están ansiosos por explorar, investigar y crear lo teórico (el modelo), pero al mismo tiempo, el interés contemplativo y la ambición teórica no bloquearían "la inteligencia directa de estos pensamientos prácticos²⁰⁷". Tienen el deseo de dedicarse a las actividades ordinarias y mostrar su mente cultivada en el estado de cosas. Se están preguntando qué hacer, llegando a una conclusión y haciendo una cosa en particular porque uno ha llegado a esa conclusión, sin ser perturbados por el atractivo filosófico de la naturaleza de la decisión, el conocimiento formal sobre la deliberación. Tienden a hablar, discutir y debatir con otros y apelar a los dioses, y en esta interacción discursiva, intentan establecer la conexión práctica, sin volverse hacia adentro, con la conciencia y la autorreflexión. En una palabra, realizan su deliberación de manera significativa y directa. Se mueven libremente "entre el mundo interior de disposición, sentimiento y decisión y un mundo exterior de daño y mal" (Lyons, 2021), y en este movimiento activo, transforman este mundo como su grandioso escenario de actuación y autoexpresión.

Referencias

- ¹ McDiarmid, A.D., Tullett, A.M., Whitt, C.M. et al. Psychologists update their beliefs about effect sizes after replication studies. *Nat Hum Behav* (2021). <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01220-7>
- ² Maríñez-Lora, Ané & Atkins, Marc. (2012). Evidence-based treatment in practice-based cultural adaptations.. DOI:10.1037/13752-012.
- ³ Forest, Peter & Pizzola, Peter & Kammrath, Brooke. (2021). Science and Pseudoscience. DOI:10.1002/9781119764724.ch8.
- ⁴ Hong, Jon-Chao & Ming-Yueh, Hwang & Szeto, Elson & Tai, Kai-Hsin & Tsai, Chi-Ruei. (2020). Undergraduate Science Students' Scientist–Practitioner Gap: the Role of Epistemic Curiosity and Cognitive Flexibility. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 19. DOI:10.1007/s10763-020-10096-4.
- ⁵ McGill, Ryan & Dombrowski, Stefan & Canivez, Gary. (2018). Cognitive Profile Analysis in School Psychology: History, Issues, and Continued Concerns. *Journal of School Psychology*. 71. 108-121. DOI:10.1016/j.jsp.2018.10.007.
- ⁶ Peterson, Roger & Lambos, Katherine. (2019). A Sociocultural-Constructionist Epistemology for the Psychology of Aging Summary and Keywords A Sociocultural-Constructionist Epistemology for the Psychology of Aging Subject: Methods and Approaches in Psychology, Psychology and Other Disciplines Online Oxford Research Encyclopedia of Psychology. DOI:10.1093/acrefore/9780190236557.013.336.
- ⁷ Gansle, Kristin & Noell, George. (2008). Consulting with Teachers Regarding Academic Skills: Problem Solving for Basic Skills. *International Journal of Behavioral Consultation and Therapy*. 4. DOI:10.1037/h0100843.

- ⁸ Starling, Natalie & Elias, Eric & Coleman, Mykelle. (2019). Concentrations in School Psychology: Can Specialization Empower the Evolution of the Profession?. *Contemporary School Psychology*. 25. 1-8.
DOI:10.1007/s40688-019-00264-x.
- ⁹ Cross, Tracy & Cross, Jennifer. (2021). Suicide among Gifted Children and Adolescents: Understanding the Suicidal Mind. DOI:10.4324/9781003238348.
- ¹⁰ Kohn,Carolynn & Sayers, Steven. (1997). Crazy therapies: What are they? Do they work?. *Clinical Psychology Review - CLIN PSYCHOL REV*. 17. 580-582.
- ¹¹ Bickle, John & Craver, Carl & Barwich, Ann-Sophie. (2021). The Tools of Neuroscience Experiment: Philosophical and Scientific Perspectives.
DOI:10.4324/9781003251392.
- ¹² Teo, Thomas. (2011). Radical Philosophical Critique and Critical Thinking in Psychology. *Journal of Theoretical and Philosophical Psychology*. 31. 193-199.
DOI:10.1037/a0024708.
- ¹³ Kranzler, John & Maki, Kathrin & Benson, Nicholas & Eckert, Tanya & Floyd, Randy & Fefer, Sarah. (2020). How Do School Psychologists Interpret Intelligence Tests for the Identification of Specific Learning Disabilities?.
DOI:10.1007/s40688-020-00274-0.
- ¹⁴ Swann, William & Chang-Schneider, Christine & McClarty, Katie. (2007). Do people's self-views matter? Self-concept in everyday life. *The American psychologist*. 62. 84-94.
10.1037/0003-066X.62.2.84.
- ¹⁵ Olga, Wellyda & Suryadi, Denrich. (2021). The Relationship Between Perceptions of Social Support and Self-Esteem in University Graduates. DOI:10.2991/assehr.k.210805.087.
- ¹⁶ Brooke, Stephanie. (2010). Breaking the myths surrounding child development.. *Psyc critiques*. 55. No Pagination Specified.
DOI:10.1037/a0020470.
- ¹⁷ Slovic, Paul. (2021). Thinking and Deciding Rationally About Catastrophic Losses of Human Lives.
- ¹⁸ Tjeltveit, Alan. (2015). Appropriately addressing psychological scientists' inescapable cognitive and moral values. *Journal of Theoretical and Philosophical Psychology*. 35. 35-52. DOI:10.1037/a0037909.
- ¹⁹ Feynman, Richard & Teich, Malvin. (1986). Surely You're Joking, Mr. Feynman! *Adventures of a Curious Character. Physics Today*. 39. 61-. DOI:10.1063/1.2815146.

- ²⁰ Sagan, Carl. (1996). The Candle and the Darkness. (Book Reviews: The Demon-Haunted World. Science as a Candle in the Dark.). Science. 273. 442-443.
- ²¹ Coker, Rory. (2021). Distinguishing Science and Pseudoscience.
- ²² Anderson, & Dallas, William. (2021). Refutation and justification in Moore's defense of common sense.. Thesis (Ph. D.)--University of Massachusetts, (Five College Cooperative Program), 1976.
- ²³ McCauley, Robert. (2021). The naturalness of religion and the unnaturalness of science.
- ²⁴ Bastardi, Anthony & Uhlmann, Eric & Ross, Lee. (2011). Wishful Thinking: Belief, Desire, and the Motivated Evaluation of Scientific Evidence. Psychological science. 22. 731-2. DOI:10.1177/0956797611406447.
- ²⁵ Brodt, Susan & Ross, Lee. (1998). The Role of Stereotyping in Overconfident Social Prediction. Social Cognition. 16. 225-252. DOI:10.1521/soco.1998.16.2.225.
- ²⁶ Sfetcu, Nicolae. (2019). Science and pseudoscience - Falsifiability. DOI:10.13140/RG.2.2.29821.61926.
- ²⁷ Minasian, Mara. (2012). Self-Distancing and Cognitive-Behavioral Therapy Homework Exercises: A Longitudinal Study Examining the Completion of Daily Worry Logs in the Third Person.
- ²⁸ Kazdin, Alan. (2021). The Kazdin Method for Developing and Changing Behavior of Children and Adolescents. International Journal of Mental Health Promotion. 23. 1-14. DOI:10.32604/IJMHP.2021.019135.
- ²⁹ Porche, Demetrius. (2016). Diagnostic Errors: Improving Diagnostic Practice. American Journal of Men's Health. 10. 5-5. DOI:10.1177/1557988315616452.
- ³⁰ Stern, Florian & Delaval, Marine & Kampourakis, Kostas & Ller, Andreas. (2020). Implicit associations of teleology and essentialism concepts with genetics concepts among secondary school students. PLoS ONE. 15. DOI:10.1371/journal.pone.0242189.
- ³¹ Dawes, Robyn & Faust, David & Meehl, Paul. (2002). Clinical versus Actuarial Judgment. DOI:10.1017/CBO9780511808098.042.
- ³² Swofford, H. & Champod, Christophe. (2021). Implementation of Algorithms in Pattern & Impression Evidence: A Responsible and Practical Roadmap. Forensic Science International: Synergy. 3. 100142.

DOI:10.1016/j.fsisyn.2021.100142.

³³ Witte, Erich H. & Stanciu, Adrian & Zenker, Frank. (2020). A simple measure for the empirical adequacy of a theoretical construct.

DOI:10.31234/osf.io/gdmvx.

³⁴ Seth, Udbhav. (2019). Thinking, fast and slow. *Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences*. 5. 55.

DOI:10.4103/jpcs.jpcs_21_19.

³⁵ Nickerson, Raymond. (2015). Conditional Reasoning: The Unruly Syntactics, Semantics, Thematics, and Pragmatics of "If".

DOI:10.1093/acprof:oso/9780190202996.001.0001.

³⁶ Chow, Julie & Colagiuri, Ben & Rottman, Benjamin & Goldwater, Micah & Livesey, Evan. (2021). Pseudoscientific Health Beliefs and the Perceived Frequency of Causal Relationships. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18. 11196.

DOI:10.3390/ijerph182111196.

³⁷ Taschner, Natália & Orsi, Carlos & Almeida, Paulo & Pilati, Ronaldo. (2021). The impact of personal pseudoscientific beliefs in the pursuit for non-evidence-based health care. *Journal of Evidence-Based Healthcare*. 3.

DOI:10.17267/2675-021Xevidence.2021.e3516.

³⁸ Visser, Margreet & Lawick, Justine. (2021). Scientific research.

DOI:10.4324/9780429023910-4.

³⁹ Taran, Shaurya & Adhikari, Neill & Fan, Eddy. (2021). Falsifiability in medicine: what clinicians can learn from Karl Popper. *Intensive care medicine*. 47.

DOI:10.1007/s00134-021-06432-z.

⁴⁰ Brumback, Roger. (2012). Book Review: Believing Bullshit: How Not to Get Sucked Into an Intellectual Black Hole. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*. 17. 78-78.

DOI:10.1177/2156587211427165.

⁴¹ Carlson, Matthew. (2015). Logic and the Structure of the Web of Belief. *Journal for the History of Analytical Philosophy*. 3.

DOI:10.15173/jhap.v3i5.28.

⁴² Pashler, Harold & Harris, Christine. (2021). Statistical consequences of staging exploration and confirmation. *Methods in Psychology*. 5. 100078. DOI:10.1016/j.metip.2021.100078.

- ⁴³ Lindsey, Robert & Shroyer, Jeffery & Pashler, Harold & Mozer, Michael. (2014). Improving Students' Long-Term Knowledge Retention Through Personalized Review. *Psychological science*. 25.
DOI:10.1177/0956797613504302.
- ⁴⁴ Ismail, Sharif & Farrands, Alice & Wooding, Steven. (2009). Evaluating Grant Peer Review in the Health Sciences: A review of the literature. DOI:10.7249/TR742.
- ⁴⁵ Menz, Cordelia & Spinath, Birgit & Hendriks, Friederike & Seifried, Eva. (2021). Reducing educational psychological misconceptions: How effective are standard lectures, refutation lectures, and instruction in information evaluation strategies?. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*. 10.1037/stl0000269.
- ⁴⁶ Toplak, Maggie & Rizeq, Jala. (2020). Development of Judgment, Decision Making, and Rationality.
DOI:10.1093/acrefore/9780190236557.013.542.
- ⁴⁷ Cohen, Yaniv & Putrino, David & Wilson, Donald. (2015). Dynamic cortical lateralization during olfactory discrimination learning: Piriform cortical asymmetry during odour learning. *The Journal of Physiology*. 593.
DOI:10.1113/jphysiol.2014.288381.
- ⁴⁸ Carey, David. (2001). Mind myths: exploring popular assumptions about the mind and the brain. *Applied Cognitive Psychology - APPL COGNITIVE PSYCHOL*. 15. 347-349.
DOI:10.1002/acp.736.
- ⁴⁹ Cardeña, Etzel. (2014). A call for an open, informed study of all aspects of consciousness. *Frontiers in human neuroscience*. 8. 17.
DOI:10.3389/fnhum.2014.00017.
- ⁵⁰ Moeller, Amanda & Johnson, Benjamin & Levy, Kenneth & LeBreton, James. (2021). Conceptualizing and measuring the implicit personality: The state of the science.
DOI:10.1016/B978-0-12-819200-9.00014-4.
- ⁵¹ Tappin, Ben & Gadsby, Stephen. (2019). Biased belief in the Bayesian brain: A deeper look at the evidence. DOI:10.31234/osf.io/v3r9d.
- ⁵² Beckert, Johannes & Koch, Thomas & Viererbl, Benno & Riehl, Charlotte. (2020). The disclosure paradox: how persuasion knowledge mediates disclosure effects in sponsored media content. *International Journal of Advertising*. 40. 1-26.
DOI:10.1080/02650487.2020.1859171.

- ⁵³ Scharrer, Lisa & Bromme, Rainer & Stadler, Marc. (2021). Information Easiness Affects Non-experts' Evaluation of Scientific Claims About Which They Hold Prior Beliefs. *Frontiers in Psychology*. 12. 678313. DOI:10.3389/fpsyg.2021.678313.
- ⁵⁴ Sabik, Natalie & Matsick, Jes & McCormick-Huhn, Kaitlin & Cole, Elizabeth. (2021). Bringing an Intersectional Lens to "Open" Science: An Analysis of Representation in the Reproducibility Project. *Psychology of Women Quarterly*. 45. 475-492. DOI:10.1177/03616843211035678.
- ⁵⁵ Burgoyne, Alex & Mashburn, Cody & Tsukahara, Jason & Hambrick, Zach & Engle, Randall. (2021). Understanding the relationship between rationality and intelligence: a latent-variable approach. *Thinking & Reasoning*. 1-42. DOI:10.1080/13546783.2021.2008003.
- ⁵⁶ Butts, Robert. (2008). William Whewell: Philosopher of Science, and: William Whewell: A Composite Portrait (review). *Journal of the History of Philosophy*. 30. 621-623. 10.1353/hph.1992.0088.
- ⁵⁷ Charles Darwin, *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* (1871), in *From So Simple a Beginning: The Four Great Books of Charles Darwin*, ed. Edward O. Wilson (New York: W. W. Norton, 1958), chaps. 3–5.
- ⁵⁸ Frederick Suppe, "The Search for Philosophic Understanding of Scientific Theories," in *The Structure of Scientific Theories*, 2nd ed., ed. Frederick Suppe (Urbana: University of Illinois Press, 1977).
- ⁵⁹ https://es.wikipedia.org/wiki/Ruido_blanco
- ⁶⁰ Wool, David & Paz, Naomi & Friedman, Leonid. (2020). Darwin: The Descent of Man (1871). 10.1201/9781003023869-18.
- ⁶¹ MacIntyre, Alasdair. (2007). *After Virtue: A Study in Moral Theory*.
- ⁶² French, Nathaniel. (2019). Empirical Philosophy and the Schoolmaster. *Journal of Education*. 42. 307-308. DOI:10.1177/002205749504201804.
- ⁶³ Chen, Huan & Gu, Xiao-hong & Zhou, Yuxi & Ge, Zeng & Wang, Bin & Siok, Wai Ting & Wang, Guoqing & Huen, Michael & Jiang, Yuyang & Tan, Li-Hai & Sun, Yimin. (2017). A Genome-Wide Association Study Identifies Genetic Variants Associated with Mathematics Ability. *Scientific Reports*. 7. 40365. DOI:10.1038/srep40365.

- ⁶⁴ Skeide, Michael & Wehrmann, Katharina & Emami, Zahra & Kirsten, Holger & Consortium, Annette. (2020). Neurobiological origins of individual differences in mathematical ability. *PLoS Biology*. 18.
DOI:10.1371/journal.pbio.3000871.
- ⁶⁵ Darwin Correspondence Project online. <http://www.darwinproject.ac.uk>.
- ⁶⁶ Chen, H., Gu, X.-h., Zhou, Y., Ge, Z., Wang, B., Siok, W. T., . . . Tan, L.-H. (2017). A genome-wide association study identifies genetic variants associated with mathematics ability. *Scientific reports*, 7, 40365.
- ⁶⁷ Mostert, Jacobus. (1976). The Lives of a Cell by Lewis Thomas. *Perspectives in Biology and Medicine*. 19. 294-294. DOI:10.1353/pbm.1976.0059.
- ⁶⁸ Goldman, Steven. (2021). Einstein Versus Bohr on Reality.
DOI:10.1093/oso/9780197518625.003.0012.
- ⁶⁹ Aaserud, Finn. (1988). Book Review:The Philosophical Writings of Niels Bohr Niels Bohr. *Isis*. 79. 351. DOI:10.1086/354767.
- ⁷⁰ Douglas Adams, *The Salmon of Doubt: Hitchhiking the Galaxy One Last Time* (New York: Harmony, 2002), 99.
- ⁷¹ Vallverdu, Jordi & Casacuberta, David. (2019). Computational Philosophy as Experimental Philosophy.
- ⁷² Lindauer, Matthew. (2020). Experimental philosophy and the fruitfulness of normative concepts. *Philosophical Studies*. 177.
DOI:10.1007/s11098-019-01302-3.
- ⁷³ Eaglestone, Robert. (2018). Critical knowledge, scientific knowledge and the truth of literature.
DOI:10.7765/9781526137821.00015.
- ⁷⁴ Belenzon, Sharon & Pataconi, Andrea & Zelner, Bennet & Berkovitz, Tomer & Arora, Ashish & Bolton, Patrick & Habib, Michel & Hvide, Hans & Kawamura, Kohei & Macchiavello, Rocco & Leaver, Clare & Ozsoylev, Han & Quah, John & Yafeh, Yishay. (2021). Organizing the group: Agency, Knowledge, and Trust.
- ⁷⁵ Breyer, Daniel. (2015). The Structure of Cognitive Agency. *Acta Analytica*. 31.
DOI:10.1007/s12136-015-0279-3.
- ⁷⁶ Iyamu, Tiko. (2021). Activity theory and actor-network theory.
DOI:10.4324/9781003184119-11.
- ⁷⁷ Mills, Colleen. (2017). Activity Theory. 10.1002/9781118955567.wbieoc001.

⁷⁸ Douven, Igor. (2006). Assertion, Knowledge, and Rational Credibility. *Philosophical Review*. 115. 449-485. DOI:10.1215/00318108-2006-010.

⁷⁹ Marsili, Neri. (2021). Truth: The Rule or the Aim of Assertion?. *Episteme*. DOI: 10.1017/epi.2021.28.

⁸⁰ Wang, Caiyong & Muhammad, Jawad & Wang, Yunlong & He, Zhaofeng & Sun, Zhenjun. (2020). Towards Complete and Accurate Iris Segmentation Using Deep Multi-Task Attention Network for Non-Cooperative Iris Recognition. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*. PP. 1-1.

DOI:10.1109/TIFS.2020.2980791.

⁸¹ Colapietro, Vincent. (1989). Creativity and the Philosophy of C.S. Peirce. *Newsletter of the Society for the Advancement of American Philosophy*. 17. 10-12.

DOI:10.5840/saap198917547.

⁸² Adipat, Surattana & Laksana, Kittisak & Busayanon, Kanrawee & Mahamarn, Yasa & Pakapol, Pasuda & Ausawasowan, Alongkorn & Adipat, Boonlit. (2021). An Overview of Educational Technology for Preservice Teachers in the Digital Age. *Shanlax International Journal of Education*. 9. 136-145.

DOI:10.34293/education.v9i4.4088.

⁸³ Chang, Zhengsi & Schwartz, Marc & Hinesley, Vicki & Dubinsky, Janet. (2021). Neuroscience Concepts Changed Teachers' Views of Pedagogy and Students. *Frontiers in Psychology*. 12. 685856.

DOI:10.3389/fpsyg.2021.685856.

Shulman, Lee. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*. 57.

DOI:10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411.

⁸⁴ Han Tosunoglu, Cigdem & Lederman, Norman. (2020). Developing an instrument to assess pedagogical content knowledge for biological socioscientific issues. *Teaching and Teacher Education*. 97.

DOI:10.1016/j.tate.2020.103217.

⁸⁵ Sæleset, Johannes & Friedrichsen, Patricia. (2021). Pre-service Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Integration of Students' Understanding in Science and Instructional Strategies. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 17. em1965. DOI:10.29333/ejmste/10859.

- ⁸⁶ Reynolds, Wm & Park, Soonhye. (2020). Examining the relationship between the Educative Teacher Performance Assessment and preservice teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*. 58. DOI:10.1002/tea.21676.
- ⁸⁷ Bremmer, Melissa. (2020). Where's the body? Reconsidering the concept of pedagogical content knowledge through research in music education with Dutch specialist preschool music teachers. *British Journal of Music Education*. 38. 1-12. DOI:10.1017/S0265051720000285
- ⁸⁸ Açıkgül, Kübra & Aslaner, Recep. (2020). Effects of Geogebra supported micro teaching applications and technological pedagogical content knowledge (TPACK) game practices on the TPACK levels of prospective teachers. *Education and Information Technologies*. 25. DOI:10.1007/s10639-019-10044-y.
- ⁸⁹ Baxter, Juliet & Ruzicka, Angie & Beghetto, Ronald & Livelybrooks, D.. (2014). Professional Development Strategically Connecting Mathematics and Science: The Impact on Teachers' Confidence and Practice. *School Science and Mathematics*. 114. DOI:10.1111/ssm.12060.
- ⁹⁰ Oliveira, Diego & Becker, Raquel & Sirtori, Carla & Passos, Camila. (2021). Development of environmental education concepts concerning chemical waste management and treatment: the training experience of undergraduate students. *Chemistry Education Research and Practice*. 22. DOI:10.1039/D0RP00170H.
- ⁹¹ Park Rogers, Meredith & Berry, Amanda & Krainer, Konrad & Even, Ruhama. (2021). Finding Common Ground: A Synthesis of Science and Mathematics Teacher Educators' Experiences with Professional Growth. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 19. 1-14. DOI:10.1007/s10763-021-10188-9.
- ⁹² Weinberg, Andrea & Balgopal, Meena & Sample McMeeking, Laura. (2021). Professional Growth and Identity Development of STEM Teacher Educators in a Community of Practice. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 19. DOI:10.1007/s10763-020-10148-9.
- ⁹³ Hwang, Gyu & Park, Young-Shin. (2021). Exploring Teachers' Perceptions of Computational Thinking Embedded in Professional Development Program. *Journal of the Korean earth science society*. 42. 344-364.

DOI:10.5467/JKES.2021.42.3.344.

⁹⁴ Kula Ünver, Semiha & Özgür, Zekiye & Bukova Güzel, Esra. (2020). Investigating Preservice Mathematics Teachers' Pedagogical Content Knowledge through Microteaching. *Journal of Research in Mathematics Education*. 9. 62.

DOI:10.17583/redimat.2020.3353

⁹⁵ Devrilmez, Erhan. (2019). Impact of A Badminton Course Designed Badminton Course for Common and Specialized Content Knowledge of Pre-Service Teachers.

DOI:10.37609/akya.620.

⁹⁶ Korkmaz, Halil & Şahin, Ömer. (2020). Preservice Preschool Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Geometric Shapes in Terms of Children's Mistakes. *Journal of Research in Childhood Education*. 34. 385-405.

DOI:10.1080/02568543.2019.1701150.

⁹⁷ Kramer, Maria & Förtsch, Christian & Neuhaus, Birgit. (2021). Integrating or Not-Integrating—That is the Question. Effects of Integrated Instruction on the Development of Pre-Service Biology Teachers' Professional Knowledge. *Frontiers in Education*. 6. 645227.

DOI:10.3389/feduc.2021.645227.

⁹⁸ Bremmer, Melissa. (2020). Where's the body? Reconsidering the concept of pedagogical content knowledge through research in music education with Dutch specialist preschool music teachers. *British Journal of Music Education*. 38. 1-12.

DOI:10.1017/S0265051720000285.

⁹⁹ Kulgemeyer, Christoph & Kempin, Maren & Weißbach, Anna & Borowski, Andreas & Buschhüter, David & Enkrott, Patrick & Reinhold, Peter & Riese, Josef & Schecker, Horst & Schröder, Jan & Vogelsang, Christoph. (2021). Exploring the impact of pre-service science teachers' reflection skills on the development of professional knowledge during a field experience. *International Journal of Science Education*. 43. 1-23.

DOI:10.1080/09500693.2021.2006820.

¹⁰⁰ Park, Soonhye & Suh, Jee & Seo, Kyungwoon. (2018). Development and Validation of Measures of Secondary Science Teachers' PCK for Teaching Photosynthesis. *Research in Science Education*. 48. DOI:10.1007/s11165-016-9578-y.

¹⁰¹ Smit, Robbert & Rietz, Florian & Kreis, Annelies. (2018). What Are the Effects of Science Lesson Planning in Peers?—Analysis of Attitudes and Knowledge Based on an Actor–Partner Interdependence Model. *Research in Science Education*. 48. DOI: 10.1007/s11165-016-9581-3.

¹⁰² Oskarsson, Björn. (2019). Total Cost Analysis in Logistics : Practical Execution, Learning, and Teaching in Higher Education.

DOI:10.3384/diss.diva-161448.

¹⁰³ Shome, Saurav. (2017). Re-structuring In-service Teacher Professional Development: Focusing on Pedagogical Content Knowledge. Learning Curve. 56-59. https://www.researchgate.net/publication/313575583_Re-structuring_In-service_Teacher_Professional_Development_Focusing_on_Pedagogical_Content_Knowledge

¹⁰⁴ Guzman, Valentina & Larraín, Antonia. (2021). The transformation of pedagogical practices into dialogic teaching: towards a dialogic notion of teacher learning. Professional Development in Education. 1-14. DOI:10.1080/19415257.2021.1902837.

¹⁰⁵ Alimuddin, Zulfikar & Tjakraatmadja, Jann & Ghazali, Achmad & Ginting, Henndy. (2021). Improving Pedagogical Content Knowledge (PCK) through a blended model of PCK and action learning. Teacher Development. 25. 1-25.

DOI:10.1080/13664530.2021.1935311.

¹⁰⁶ Brown, Patrick & Concannon, James. (2018). Next Generation Science Standards (NGSS). DOI:10.4324/9781351064583-2.

¹⁰⁷ Drost, Bryan & Levine, Anita. (2015). An Analysis of Strategies for Teaching Standards-Based Lesson Plan Alignment to Preservice Teachers. Journal of Education. 195. 37-47.

DOI:10.1177/002205741519500206.

¹⁰⁸ Pei, Jacqueline & Baugh, Lauren & Andrew, Gail & Rasmussen, Carmen. (2017). Intervention recommendations and subsequent access to services following clinical assessment for fetal alcohol spectrum disorders. Research in Developmental Disabilities. 60. 176-186.

DOI:10.1016/j.ridd.2016.11.007.

¹⁰⁹ Lohmann, Julia & Breithecker, Jennifer & Ohl, Ulrike & Giess-Stueber, Petra & Brandl-Bredenbeck, Hans. (2021). Teachers' Professional Action Competence in Education for Sustainable Development: A Systematic Review from the Perspective of Physical Education. Sustainability. 13. 13343.

DOI:10.3390/su132313343.

¹¹⁰ Roy, Sudhindra & Bairagya, Shyamsundar. (2019). Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK) of science from Shulman's notion to Refined Consensus Model (RCM): A journey. 8. 9-53. <https://www.researchgate.net/publication/>

343975674_Conceptualisation_of_Pedagogical_Content_Knowledge_PCK_of_science
_from_Shulman%27s_notion_to_Refined_Consensus_Model_RCM_A_journey

¹¹¹ Clark, Bob. (2017). Wittgenstein, Mathematics and World.

DOI:10.1007/978-3-319-63991-8.

¹¹² <https://plato.stanford.edu/entries/realism/#ViewOppoExisDimeIErroTheoArit>

¹¹³ Benacerraf, Paul. 'Frege: the last logicist,' in P. French et al., eds., *Midwest Studies in Philosophy VI*, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1981

¹¹⁴ Baz, Avner. (2020). Wittgenstein on Aspect Perception.

DOI:10.1017/9781108878012.

¹¹⁵ Frápolli, María J.. (1992). Review of Penelope Maddy, *Realism in mathematics*. *The Review of Modern Logic*. 2.

¹¹⁶ Gao, K.. (2016). A Naturalistic Look into Maddy's Naturalistic Philosophy of Mathematics. 11. 137-151.

DOI:10.3868/s030-005-016-0010-4.

¹¹⁷ Wheeler, Samuel. (2021). Defending Wittgenstein's Remarks on Cantor from Putnam. *Philosophical Investigations*.

DOI:10.1111/phin.12335.

¹¹⁸ Heald, Graeme. (2019). Are Godel's Incompleteness Theorems Falsifiable?. DOI: 10.13140/RG.2.2.24598.80965.

¹¹⁹ Larsen, Peter. (2016). Jonathan Culler: Theory of the Lyric. *Nordisk poesi*. 1. 81-87.

DOI:10.18261/issn.2464-4137-2016-01-08.

¹²⁰ Leiter, Brian. (2005). *The Hermeneutics of Suspicion: Recovering Marx, Nietzsche, and Freud*.

¹²¹ Charnock, Ian. (2004). Review: Alastair Fowler, *Renaissance Realism: Narrative Images in Literature and Art*. *The Art Book*. 11. 45 - 46.

DOI:10.1111/j.1467-8357.2004.00414.x.

¹²² Arslanov, Marat & Yamaleev, M.. (2021). Turing Computability: Structural Theory. *Journal of Mathematical Sciences*. 256.

DOI:10.1007/s10958-021-05418-y.

¹²³ Jacquet, Baptiste & Jamet, Frank & Baratgin, Jean. (2021). On the Pragmatics of the Turing Test. 123-130. DOI:10.1109/IDT52577.2021.9497570.

¹²⁴ Nevo, Aviv & Whinston, Michael. (2010). Taking the Dogma out of Econometrics: Structural Modeling and Credible Inference. *Journal of Economic Perspectives*. 24. 69-82. 10.2139/ssrn.1559385.

- ¹²⁵ Esarey, Justin & Sumner, Jane. (2017). Marginal Effects in Interaction Models: Determining and Controlling the False Positive Rate. *Comparative Political Studies*. 51. 001041401773008. 10.1177/0010414017730080.
- ¹²⁶ Fürstenwerth, Hauke. (2013). On Correlation and Causality. *Critical care medicine*. 41. e140-1. 10.1097/CCM.0b013e31828c2517.
- ¹²⁷ Cox, Gary. (1999). The Empirical Content of Rational Choice Theory: A Reply to Green and Shapiro. *Journal of Theoretical Politics - J THEOR POLIT*. 11. 147-169. 10.1177/0951692899011002001.
- ¹²⁸ Fernández-Fernández, Claudia. (2021). Formal Model for Explicit Aware Knowledge. 10.1007/978-3-030-69606-1_6.
- ¹²⁹ Thicke, Michael. (2020). Evaluating Formal Models of Science. *Journal for General Philosophy of Science*. 51. 10.1007/s10838-018-9440-1.
- ¹³⁰ Grim, Patrick & Singer, Daniel. (2021). Computational Philosophy - Stanford Encyclopedia of Philosophy.
- ¹³¹ Šešelja, Dunja. (2018). Exploring Scientific Inquiry via Agent-Based Modeling.
- ¹³² Eberle, Oliver & Buttner, Jochen & Krautli, Florian & Müller, Klaus-Robert & Valleriani, Matteo & Montavon, Gregoire. (2020). Building and Interpreting Deep Similarity Models. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. PP. 1-1. 10.1109/TPAMI.2020.3020738.
- ¹³³ Sharif, Mubashsr. (2021). Aristotle as a Critic. *Literary Review*. 1-5. 1.
- ¹³⁴ Gerson, Lloyd. (1995). Book Review:Posterior Analytics Aristotle, Jonathan Barnes. *Isis*. 86. DOI:10.1086/357173.
- ¹³⁵ Corcoran, John. (2018). Aristotle's Prototype Rule-Based Underlying Logic. *Logica Universalis*. 12. DOI:10.1007/s11787-018-0189-4.
- ¹³⁶ D'Oro, Giuseppina. (2019). On an Imaginary Dialogue Between a Causalist and an Anti-causalist 1. DOI:10.4324/9780429506048-5.
- ¹³⁷ Nayak, Richa & Chakraborty, Rajkumar & Hasija, Yasha. (2021). System biology and synthetic biology. DOI:10.1016/B978-0-12-821972-0.00012-5.

¹³⁸ Macovei, Olivia. (2020). Conceptual Delimitations related to the Philosophical Approaches on Synthetic Biology. *Logos Universality Mentality Education Novelty: Philosophy & Humanistic Sciences*. 8. 83-104.

DOI:10.18662/lumenphs/8.2/47.

¹³⁹ Desmond, Hugh. (2018). Selection in a Complex World: Deriving Causality from Stable Equilibrium. *Erkenntnis*. 83. DOI:10.1007/s10670-017-9889-z.

¹⁴⁰ McPherson, Tristram & Plunkett, David. (2021). Metaethics and the conceptual ethics of normativity. *Inquiry*. 1-34.

DOI:10.1080/0020174X.2021.1873177.

¹⁴¹ Rosa, Luiz & Andrade, Elaine & Picciani, Paulo & Faber, Jean. (2020). Constructivism and Realism in Boltzmann's Thermodynamics' Atomism. *Foundations of Physics*. 50. DOI:10.1007/s10701-020-00372-2

https://www.researchgate.net/publication/343585887_Constructivism_and_Realism_in_Boltzmann's_Thermodynamics'_Atomism

Gontier, Nathalie & Bradie, Michael. (2021). Evolutionary Epistemology: Two Research Avenues, Three Schools, and A Single and Shared Agenda. *Journal for General Philosophy of Science*. 52.

DOI:10.1007/s10838-021-09563-5.

¹⁴² Largent, Mark. (2008). Darwin's Analogy between Artificial and Natural Selection in the Origin of Species.

DOI:10.1017/CCOL9780521870795.004.

¹⁴³ Sloan, Phillip. (1986). Darwin, vital matter, and the transformism of species. *Journal of the History of Biology*. 19. 369-445. 10.1007/BF00138286.

¹⁴⁴ Pence, Charles. (2018). Charles Darwin and Sir John F. W. Herschel: Nineteenth-Century Science and its Methodology. *HOPOS: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*. 8. 108. DOI:10.1086/695719.

¹⁴⁵ Warner, B.. (2009). Charles Darwin and John Herschel. *South African Journal of Science*. 105. 432-439.

¹⁴⁶ Yeang, Chen-Pang. (2001). A Victorian Scientist and Engineer: Fleeming Jenkin and the Birth of Electrical Engineering (review). *Victorian Studies*. 44. 117-119.

DOI:10.2979/VIC.2001.44.1.117.

¹⁴⁷ Bellon, Richard. (2012). The Moral Dignity of Inductive Method and the Reconciliation of Science and Faith in Adam Sedgwick's Discourse. *Science & Education - SCI EDUCATION*. 21. 1-22.

DOI:10.1007/s11191-011-9346-3.

¹⁴⁸ Cassidy, Mike. (2020). 2 - Reviewing the Evidence for Evolution.

DOI:10.1017/9781139016018.003.

¹⁴⁹ Currie, Adrian. (2021). Speculation Made Material: Experimental Archaeology & Maker's Knowledge.

¹⁵⁰ Burkhardt, Richard. (1994). Ernst Mayr: Biologist-historian. *Biology and Philosophy*. 9. 359-371.

DOI:10.1007/BF00857942.

¹⁵¹ Paternotte, Cédric. (2014). Kim Sterelny, Richard Joyce, Brett Calcott and Ben Fraser (eds): Cooperation and Its Evolution. *Acta Biotheoretica*. 62. DOI:10.1007/s10441-013-9208-2.

¹⁵² Raimondi, Vincenzo. (2021). Autopoiesis and evolution: the role of organisms in natural drift. *Adaptive Behavior*. 29. 105971232110306.

DOI:10.1177/10597123211030694.

¹⁵³ Sober, Elliott. (2014). *Precis of "Did Darwin write the Origin backwards?" Philosophical essays on Darwin's theory*. *Philosophical Studies*. 172. DOI:10.1007/s11098-014-0369-x.

¹⁵⁴ Wool, David & Paz, Naomi & Friedman, Leonid. (2020). Evolution of the Theory of Natural Selection.

DOI:10.1201/9781003023869-12.

¹⁵⁵ Popper, Karl. (2010). Darwinism as a Metaphysical Research Programme. DOI: 10.1515/9781400831296-023.

¹⁵⁶ Ashraf, Bilal & Lawson, Daniel. (2021). genetic drift. *European Journal of Human Genetics*.

DOI:10.1101/2020.08.17.2541110.

¹⁵⁷ Matthen, Mohan & Ariew, André. (2002). Two Ways of Thinking About Fitness and Natural Selection. *The Journal of Philosophy*. 99. 55-83.

DOI:10.2307/3655552.

Walsh, Denis & Lewens, Tim & Ariew, André. (2002). The Trials of Life: Natural Selection and Random Drift. *Philosophy of Science*. 69. 429-446. DOI:10.1086/342454.

- ¹⁵⁸ Tvrdá, Eva & Benko, Filip & Slanina, Tomáš & Du Plessis, Stefan. (2021). The Role of Selected Natural Biomolecules in Sperm Production and Functionality. *Molecules*. 26. 5196. DOI:10.3390/molecules26175196.
- ¹⁵⁹ Smith, J. & Zakrzewski, Alexandria & Johnson, Jennifer & Valleau, Jeanette. (2016). Ecology, Fitness, Evolution: New Perspectives on Categorization. *Current Directions in Psychological Science*. 25. 266-274. DOI:10.1177/0963721416652393.
- ¹⁶⁰ Shao, Shanshan & zhang, huiyan & Xiao, Rui & Li, Xiaohua & Cai, Yixi. (2017). Catalytic conversion of biomass-derivates by in situ DRIFTS: Evolution of coke. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 127. DOI:10.1016/j.jaap.2017.07.026.
- ¹⁶¹ Tobias, Michael & Morrison, Jane. (2021). Does Natural Selection Select for Natural Selection?. DOI:10.1007/978-3-030-64526-7_42.
- ¹⁶² Sterpetti, Fabio. (2021). Mathematical Explanations in Evolutionary Biology or Naturalism? A Challenge for the Statisticalist. *Foundations of Science*. 1-33. DOI:10.1007/s10699-021-09818-w.
- ¹⁶³ Arp, Robert. (2011). Sahotra Sarkar and Anya Plutynski (eds): A Companion to the Philosophy of Biology. *Science & Education*. 20. 191-195. DOI:10.1007/s11191-010-9255-x.
- ¹⁶⁴ Suárez, Mauricio. (2019). The Complex Nexus of Evolutionary Fitness. https://www.researchgate.net/publication/344869128_The_Complex_Nexus_of_Evolutionary_Fitness
- ¹⁶⁵ Wong, T.Y.. (2021). Environment, Equivalence Inferences, and the Twins: A Reply to Sober. *Philosophy, Theory, and Practice in Biology*. 13. DOI:10.3998/ptpbio.16039257.0013.002.
- ¹⁶⁶ Largent, Mark. (2008). Darwin's Analogy between Artificial and Natural Selection in the Origin of Species. DOI:10.1017/CCOL9780521870795.004.
- ¹⁶⁷ Weiss, Robin. (2020). Santayana's Epiphenomenalism Reconsidered. *European Journal of Pragmatism and American Philosophy*. XII. DOI:10.4000/ejpap.2138.
- ¹⁶⁸ Otsuka, Jun. (2018). Ontology, Causality, and Methodology of Evolutionary Research Programs.

- ¹⁶⁹ Jaynes, Edwin. (2003). Probability Theory: The Logic Of Science. DOI:10.1007/BF02985800.
- ¹⁷⁰ Velupillai, K.. (2015). de Finetti's theory of probability and its Jaynesian critique. *Economia Politica*. 32. DOI:10.1007/s40888-015-0005-z.
- ¹⁷¹ Turpin, Martin & Meyers, Ethan & Walker, Alexander & Białek, Michał & Stolz, Jennifer & Fugelsang, Jonathan. (2020). The environmental malleability of base-rate neglect. *Psychonomic Bulletin & Review*. 27. DOI:10.3758/s13423-020-01710-1.
- ¹⁷² DeLapo, Andrew. (2021). Bernoulli randomness and Bernoulli normality. *Mathematical Logic Quarterly*. 67. DOI:10.1002/malq.202000082.
- ¹⁷³ Duhem, Pierre. (1954). The Aim and Structure of Physical Theory. *American Journal of Physics*. 22. DOI:10.1119/1.1933818.
- ¹⁷⁴ Bernard, Claude & Wolf, Stewart & Greene, Henry. (2018). An Introduction to the Study of Experimental Medicine. DOI:10.4324/9781351320764-1.
- ¹⁷⁵ Sahlberg, Pasi. (2007). Tough choices or tough times: The report on the new commission on the skills of the American workforce. *Journal of Educational Change*. 9. 87-90. DOI:10.1007/s10833-007-9058-2.
- ¹⁷⁶ Gorkin, Pamela. (2020). Mathematics for Human Flourishing by Francis Su, with reflections by Christopher Jackson. *The Mathematical Intelligencer*. 1-2. DOI:10.1007/s00283-020-10011-3.
- ¹⁷⁷ Hartnett, Kevin. (2019). Mathematicians Explore Mirror Link between Two Geometric Worlds. DOI:10.1515/9780691197944-007.
- ¹⁷⁸ Holzhey, Magdalena. (2021). Albert Einstein. DOI:10.1007/978-3-476-05792-1_38.
- ¹⁷⁹ Bachman, Erik. (2016). Wyndham Lewis between Philosophy and God. DOI:10.1017/CCO9781107284326.013.
- ¹⁸⁰ Audi, Robert & Cullity, Garrett & Mills, Eugene & Nelson, Mark. (2003). The Architecture of Reason. The Structure and Substance of Rationality. *Philosophical Books*. 44. 1-41. DOI:10.1111/1468-0149.00279.

- ¹⁸¹ Barayuga, Tanya Sue. (2021). Gadamer and Healing. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 10. 84-87.
- ¹⁸² Walker, Margaret. (1997). Virtues and Reasons. *International Philosophical Quarterly*. 37. 242-244.
DOI:10.5840/ipq199737212.
- ¹⁸³ Graaf, Frank. (2019). Ethics and Behavioural Theory: How Do Professionals Assess Their Mental Models?. *Journal of Business Ethics*. 157.
DOI:10.1007/s10551-018-3955-6.
- ¹⁸⁴ Saharrea, Juan. (2021). El conceptualismo inesperado de John McDowell. *Ariel*. 26. 51-59.
- ¹⁸⁵ Reuter, Kevin & Löschke, Jörg & Betzler, Monika. (2020). What is a colleague? The descriptive and normative dimension of a dual character concept. *Philosophical Psychology*. 33. 997-1017.
DOI:10.1080/09515089.2020.1817885.
- ¹⁸⁶ Mintoff, Joe. (2010). In Defense of the Ideal of a Life Plan. *The Southern Journal of Philosophy*. 47. 159 - 186. DOI:10.1111/j.2041-6962.2009.tb00089.x.
- ¹⁸⁷ Nixon, Jon. (2017). Hans-Georg Gadamer.
DOI:10.1007/978-3-319-52117-6.
- ¹⁸⁸ Fanton, Marcos & Silva, Walter. (2021). Rawls' Theory of Justice. DOI: 10.1007/978-3-319-23514-1_1258-1.
- ¹⁸⁹ Giamarelos, S. (2015). Genealogies of modernity and the limits of moral realism in the works of Bernard Williams and Charles Taylor [in Greek: Γενεαλογίες της νεωτερικότητας και οριοθετήσεις του ηθικού ρεαλισμού στα έργα των Bernard Williams και Charles Taylor]. *Gavagai*. 1.
- ¹⁹⁰ Coyne, Lewis. (2020). The Ethics and Ontology of Synthetic Biology: a Neo-Aristotelian Perspective. *NanoEthics*. 14.
DOI:10.1007/s11569-019-00347-2.
- ¹⁹¹ Rawls, John. (2018). *A Theory of Justice*.
DOI:10.2307/j.ctv19fvzzk.68.
- ¹⁹² Thomas, Alan & O'Neill, Martin. (2014). Nagel, Thomas.
DOI:10.1017/CBO9781139026741.140.
- ¹⁹³ Jasinskaite, Ieva. (2020). Aesthetic Puzzlements: Jonas Mekas's Diary Films and Ludwig Wittgenstein. *Film-Philosophy*. 24. 162-184.
DOI:10.3366/film.2020.0137.

¹⁹⁴ Sturm, Holger. (2020). Russell, Bertrand Arthur William Earl: The Problems of Philosophy.

DOI:10.1007/978-3-476-05728-0_20267-1.

¹⁹⁵ Eich, Stefan. (2021). The Theodicy of Growth: John Rawls, Political Economy, and Reasonable Faith. *Modern Intellectual History*. 18. 1-26. DOI:10.1017/S1479244320000475.

¹⁹⁶ DeLue, Steven. (1980). Aristotle, Kant and Rawls on Moral Motivation in a Just Society. *The American Political Science Review*. 74. 385. DOI:10.2307/1960634.

¹⁹⁷ Nash, Stephen & Rybak, Liza. (2014). On “Natural” Uncertainty: The Philosophical Underpinnings of Uncertainty in Economics, with Special Reference to Knight and Strauss. *Perspectives on Political Science*. 43. 162-173.

DOI:10.1080/10457097.2013.782731.

¹⁹⁸ Dougherty, Matt. (2021). Anti-intellectualism.

DOI:10.4324/9780429020735-42.

¹⁹⁹ Tabesh, Pooya & Jolly, Phillip. (2021). A look inside the nonprofit boardroom: Influences on decision comprehensiveness and decision quality. *Nonprofit Management and Leadership*.

DOI:10.1002/nml.21491.

²⁰⁰ Graaf, Frank. (2019). Ethics and Behavioural Theory: How Do Professionals Assess Their Mental Models?. *Journal of Business Ethics*. 157.

DOI:10.1007/s10551-018-3955-6.

²⁰¹ Thornton, Tim. (2019). John McDowell.

DOI:10.4324/9781315445885.

²⁰² Liedo, Belén & Rueda, Jon. (2021). In Defense of Posthuman Vulnerability. *Scientia et Fides*. 9. 215-239.

DOI:10.12775/SetF.2021.008.

²⁰³ Hitchcock, David. (2017). Pollock on Practical Reasoning.

DOI:10.1007/978-3-319-53562-3_13.

²⁰⁴ Schechner, Richard. (2020). *Performance Studies: An Introduction*.

DOI:10.4324/9781315269399.

²⁰⁵ Malina, Judith. (2011). Richard Schechner.

DOI:10.1057/9780230306059_13.

²⁰⁶ Pugh, Jonathan & Chandler, David. (2021). *Patchworks: The Ontology of the World*.

DOI:10.16997/book52.c.

²⁰⁷ Lyons, Johnny. (2021). Berlin and Bernard Williams on Liberalism.
DOI:10.1007/978-3-030-73178-6_6.