

La primera parte de este artículo fue publicada en la página 54 del número de enero-febrero de 1998. La segunda en la página 170 del número de mayo-junio de 1998.

## Enseñar a pensar (parte III y última) El apoyo de la aproximación histórica

José Luis Córdova-Frunz\*

En las dos entregas anteriores he esbozado cuán diferentes pueden ser las explicaciones para distintos grupos humanos. Brevemente repetiré que para el alumno son “instrucciones” y para el maestro “inferencias”; también traté acerca de la importancia de las preguntas (a otros, a sí mismo) para el aprendizaje y de la imposibilidad de fórmulas universales para el mismo. En esta última entrega intentaré mostrar el apoyo que la aproximación histórica puede dar a los cursos de química general.

La aproximación histórica permite analizar los supuestos, las premisas ocultas del quehacer científico y los mecanismos de descubrimiento y validación.

En 1620, Francis Bacon escribió: “La finalidad de la historia de la ciencia no es satisfacer la curiosidad de los amantes de la ciencia sino, principalmente, un más serio y grave objetivo: hacer a los hombres juiciosos en el uso y administración de la ciencia”.

Pero el punto que me interesa tratar en esta entrega es la correspondencia entre la actividad intelectual de los creadores de la ciencia y, toda proporción guardada, las habilidades generales de aprendizaje del estudiante.

Tengo para mí que el acto de entender, sea en la ciencia o en el arte, es no sólo una experiencia intelectual; es además una experiencia estética y sensual. El acto de la comprensión en cualquier disciplina y actividad está acompañada de sentimientos intensos (como cualquier acto creativo). Veamos qué nos dice el gran Poincaré:

Crear consiste en hacer combinaciones y examinar sólo las útiles, que son una minoría. Inventar es elegir y elegimos las ideas que, directa o indirectamente, afectan más profundamente a nuestra sensibilidad emocional. Sorprenderá ver invocada la sensibilidad a propósito de demostraciones matemáticas que, al parecer sólo importan al intelecto. Pero se olvida el sentimiento de belleza matemática, la armonía de número y formas, la elegancia geométrica.

Hay un verdadero sentimiento estético que todo matemático conoce y, sin duda, pertenece al dominio de la sensibilidad emocional. Parece perogrullada decir que el elemento afectivo es esencial para el descubrimiento. Tanto como decir que ningún descubrimiento significativo puede ocurrir sin el deseo de lograrlo”

(*Psychology of invention in the mathematical field*, p. 30, Hadamard)

Pero, ¡ay! nuestra enseñanza disocia el descubrimiento de las emociones que lo acompañan. Repetimos y reforzamos el mito del científico como una máquina de investigación objetiva, racional, libre de prejuicios, de emociones y, lo que es más, libre de ideología. Si bien tales son los atributos de la ciencia ideal, en nuestro quehacer diario hay intuiciones subjetivas, prejuicios y preconcepciones personales. El aprendizaje, sea del científico, sea del estudiante de ciencias, implica muchas veces *reconstrucciones*.

Separar un objeto o concepto de sus habituales relaciones de asociación, verlo en una nueva relación es una parte esencial del proceso creador. Es un acto de creación y destrucción. Exige la ruptura de un hábito mental. Esto explica la extraña combinación de escepticismo y credulidad en el genio creador. Desintegración y síntesis semejante a *la noche oscura del alma* del místico.

(Arthur Koestler, *Los sonámbulos*)

La historia de la ciencia muestra con abrumadora y embarazosa evidencia el papel de las preconcepciones. Cuando le preguntaron a Planck cómo encontró solución al problema de la radiación del cuerpo negro dijo:

En breve puedo describir mis acciones como un acto de desesperación. Por naturaleza soy pacífico y no me gustan las aventuras dudosas pero seis años completos, a partir de 1894, luché sin éxito con los problemas del equilibrio entre la radiación y la materia.

\*Departamento de Química, UAM-Iztapalapa, México, D.F.

Y se entiende por qué fue un acto desesperado: propuso que la energía sólo adopta valores discretos; en otras palabras, la energía radiante se comporta como partícula en su interacción con la materia. Esta flagrante contradicción al sentido común llevó a Planck a considerar la hipótesis cuántica como heurística. Sólo la desesperación pudo empujarlo contra sus preconcepciones.

La experiencia de aprendizaje no se da entre cerebros. Se da entre personas en su totalidad, de aquí que convenga emplear el mayor número de canales de comunicación para garantizar la comprensión. ¿Idea novedosa? Ya lo había propuesto James Clerk Maxwell:

No hay método más poderoso para introducir conocimiento en la mente que presentarlo de cuantas maneras diferentes se pueda. Cuando las ideas, después de penetrar por diferentes entradas, se reúnen en la ciudadela de la mente, la posición que ocupan se torna inexpugnable.

*Lord Goring:* —Si hubiese menos simpatía en el mundo, habría menos dificultades.

*Lord Caversham:* —Eso es una paradoja. Detesto las paradojas.

*Lord Goring:* —Yo también, papá. Todas las personas que uno encuentra hoy día son paradojas. ¡Por eso la sociedad está tan adelantada!

*Lord Caversham:* (*dando media vuelta y mirando a su hijo con las espesas cejas fruncidas*) —Pero ¿comprendes realmente siempre lo que dices?

*Lord Goring:* —Sí, papá, a veces cuando escucho con atención.

*Un marido ideal* (acto III). Oscar Wilde

La paradoja es una de nuestras posesiones culturales más valiosas. Una cultura se empobrece internamente cuando pierde o reduce sus paradojas. Un lenguaje no ambiguo es inadecuado para expresar lo incomprensible. Por eso existe la poesía.

(*Psychology and Alchemy*. Carl G. Jung.)

En la Universidad, los maestros hemos llegado a considerar “natural” que los alumnos callen, no pregunten, no participen. Y sí, nuestros cursos, no forman, pero tampoco matan de aburrimiento. Hemos

convencido a los alumnos que no importa tanto el ejercicio de la inteligencia como avanzar en el escalafón académico.

Asomarse a la historia de “los genios” nos permite descubrir rasgos indispensables del ejercicio intelectual, uno de los cuales es el manejo de la paradoja, la resistencia a las tensiones entre el querer saber y no saber.

Si nos asomamos al quehacer de los científicos, a su propia experiencia de descubrimiento, podremos animar a los alumnos a lanzarse a la aventura de la inteligencia. Esto ciertamente no es adiestramiento para la resolución de problemas tipo. No mejorará el rendimiento del grupo, ni haremos más eficiente la evaluación. Pero, al menos, hará más humanas las clases.

Pienso que para la mayor parte de los estudiantes (y de los profesores) la inclusión de aspectos históricos en el *curriculum* es inútil, si no perturbadora. Nuestra historia, la del país, ha mostrado una gran cantidad de vidas sacrificadas en vano, una gran cantidad de traiciones y corrupción, ha revelado las consecuencias de las decisiones de cúpula, etcétera. Ciertamente es perturbador darse cuenta de que las decisiones vitales para nuestra supervivencia no dependen de nosotros. No, no hablo sólo del país, sino también de la misma universidad, del departamento, del área de investigación.

Tener un profundo sentimiento de incapacidad para modificar la propia historia es el primer requisito para la dependencia.

Sí, creo que saber lo que otros han hecho, cómo lo han hecho, cuánto les ha costado y cuánto han obtenido en términos de satisfacciones intelectuales y emocionales puede motivar a los alumnos.

En la entrega anterior hablamos de “Monstruos y demostraciones”. Veamos lo que dice Helmholtz, un monstruo de la inteligencia, acerca de su que hacer:

El orgullo que experimenté por mis resultados se vio muy disminuido al constatar que había alcanzado el éxito sólo por el camino de generalizaciones crecientes de casos favorables; por una serie de felices conjeturas después de numerosos fracasos.

Actuaba como un montañista que, desconociendo la ruta, debe escalar lenta y laboriosamente; muchas veces debe descender porque halla un obstáculo; otras descubre nuevos pasos por accidente o por deducción. Finalmente, cuando alcanza la cima, encuentra con descon-

cierto que hay una carretera que le habría permitido llegar fácilmente si hubiera sido suficientemente listo como para hallar su inicio.

En mis publicaciones, por supuesto, no menciono mi curso errático, sólo el camino por el cual el lector puede subir sin trabajo.

Cabe mencionar que las más de 90 publicaciones de Helmholtz son fundamentales en óptica, fisiología, electrodinámica, termodinámica, matemáticas, meteorología y acústica.

Otto Frisch investigó la fisión del átomo con Bohr y Stern. Frisch nos dice acerca de su método de trabajo:

Por lo general me pasaba horas y horas en el instituto ensayando ideas de mi propia cosecha. Casi ninguna de ellas funcionaba; pero así es como se aprende.

Einstein escribió una vez a Max Born: "Contra las medidas de pata sólo puede la muerte". En los seminarios que impartía Einstein llegaba inmediatamente al lado flaco de las hipótesis propuestas por los estudiantes. Cuando lo felicitaron por su perspicacia respondió: "Mire usted, hago trampa. Todas esas hipótesis que proponen mis estudiantes las conozco ya íles de hado cien vueltas! así que sé exactamente de qué pie cojean."

Evaristo Galois muerto en un duelo a los 21 años de edad:

Infelizmente casi nadie comprende que los libros más preciosos e instructivos son aquéllos en que el autor enuncia claramente qué es lo que ignora; porque un autor perjudica gravemente a su lector si oculta una dificultad.

¿Cómo esperamos despertar la curiosidad presentando todo en perfecta coherencia y consistencia? Pienso que los textos deben insistir tanto en lo que se puede explicar con determinado modelo como lo que no se puede explicar.

Considero que el problema de la química no es tanto su "abstracción", sino el problema de la falta de imaginación. Es como un esqueleto, falto de turgencia. El rigor, el formalismo, la lógica despojados de imaginación son bastante difíciles de saborear y digerir. Si el orden satisface a la razón, el desorden hace las delicias de la imaginación.

Niels Bohr replicó en una ocasión a un colega: ¡No, no y no! Tú no estás pensando. ¡Sólo estás usando la lógica!

Para James Clerk Maxwell:

Sólo cuando intentamos poner en contacto la parte teórica de nuestra preparación con la práctica es cuando comenzamos a experimentar el pleno efecto de la inercia mental. No es sólo la dificultad de reconocer entre los objetos concretos la relación abstracta que hemos aprendido en los libros, sino el dolor perturbador de arrancar la mente de los símbolos hacia los objetos y de éstos otra vez a los símbolos. Con todo, éste es el precio que tenemos que pagar por las nuevas ideas.

Podría pensarse que sólo los científicos se enfrentan a las dificultades de la ausencia de ideas. Pero Jorge Maronna, integrante del grupo de humoristas-músicos *Les Luthiers*, reconoce:

Es horrible. Terminar una canción que se canta en dos minutos nos toma meses de una labor muchas veces tediosa. A veces nos reímos mucho al inventar alguna novedad; pero son muchos más los momentos que pasamos pensando trabajosa e inútilmente en algún chiste. Son horas y horas en las que no aparece nada. Pero nada de nada.

Mauricio Cornelio Escher decía:

Mis juegos son juegos, juegos serios. Mientras dibujo me siento a veces como si fuera un médium controlado por las creaturas que estoy conjurando. Es como si ellas mismas decidiesen el aspecto en el que prefieren aparecer. La frontera entre dos figuras adyacentes tiene una función doble y su trazado es un asunto complicado. A cada lado de la frontera toma forma simultáneamente un ser reconocible. Pero el ojo y la mente no pueden ocuparse de dos cosas al mismo tiempo y por lo tanto tienen que saltar rápida y continuamente de un lado a otro. Quizá sea esa dificultad el verdadero motor de mi perseverancia.

Separar un objeto o concepto de sus relaciones y su contexto habitual es lo esencial del proceso creador. Es, como señala Escher, ocuparse de dos cosas al mismo tiempo: crear y destruir. Esta ruptura de un hábito mental crea un estado de desasosiego sólo soportable por la confianza en superarlo. Si alguien no piensa que puede resolver un problema ni siquiera se lo plantea.

El rigor y el formalismo, despojados de la imaginación creativa, son bastante aburridos e indiges-

tos. En el aula, igual que en la cocina, los alimentos del espíritu deben ser *nutritivos y apetitosos*.

Para Roald Hoffmann es importante obtener un número confiable en los cálculos. Pero lo es más saber cuándo nuestros procedimientos ya no lo son. Reconocer los límites de nuestros cálculos es comprender. Puede haber una gran predictibilidad numérica y no haber comprensión.

Pero una vez más, pasión, talento, no son suficientes. Son necesarios, sí, pero se requiere también orientación, información, estímulos, apoyos, disciplina.

Y es que pensar implica esfuerzo. Aunque nuestra mitología académica supone genios que, sin esfuerzo, llegan repentinamente a las conclusiones, la aproximación histórica muestra individuos que llegan al resultado por tanteos y "tonteos" como cualquier estudiante. ¿Cuántos recordamos el esfuerzo, y los fracasos, las "metidotas" de pata, de nuestro tiempo de estudiante? ¿O de nuestras mismas clases? ¿Podríamos empezar una clase diciendo: "Éste es un tema que me ha costado mucho trabajo porque he confundido los siguientes conceptos aún no lo tengo claro del todo"?

Creo que es cambiar el rumbo, y para mal, afirmar que la función de la universidad es formar cuadros profesionales de excelencia con capacidad competitiva en el cuadro de globalización contemporánea, etcétera, etcétera. Ese discurso vale para los escaparates y la prensa. No para las aulas. Una de las funciones sustantivas de la Universidad es la preservación de la cultura, entendida como una imagen total, integrada del mundo. Y esta función debe mantenerse en las ciencias particulares a pesar de que se ocupan sólo de ciertos fenómenos y se desentienden de todo lo demás. De otra manera bordeamos el abismo de la especialización máxima y la fragmentación de la cultura. Por eso naciones muy adelantadas tecnológicamente pueden ser terriblemente incultas. La especialización sin ninguna compensación integradora de conjunto ha causado la desorientación actual tan próxima a la locura.

La vida intelectual tiene sus raíces en estratos más profundos de la vitalidad que los puramente racionales. No ha sido nada más el talento extraordinario, sino la pasión extraordinaria, la causa de muchos triunfos intelectuales.

No hay avance del conocimiento, sea en la Humanidad, sea en la persona, que no resulte del descubrimiento de una contradicción o de una insuficiencia. La ciencia, igual que el humor, se basa en

la sorpresa, en el descubrimiento de estructuras ocultas. Como toda facultad, la inteligencia se desarrolla con el ejercicio y, siendo como es, una facultad compleja, debemos buscar "atacar la ciudadela" por cuantas vías sea posible:

localizar información, clasificarla, evaluarla, expresarse con claridad y precisión, con concisión y honestidad; inferir, argumentar, saber cuándo se entiende y cuándo no se ha entendido; sintetizar y criticar lecturas, habilidad para seguir la exposición de otros, de distinguir lo accidental de lo esencial. Todo esto no son objetivos de una disciplina sino de *todos* los cursos. Y al respecto, una vez más, la historia tiene algo que decir:

Quien ha reconocido claramente que una frase puede, mediante el análisis, resultar vacía de sentido, sin ningún fundamento, aun cuando sonaba bien y producía gran efecto mientras permanecía en la vaguedad, será difícilmente engañado por las palabras, y rehusará someter su conducta al arbitrio de convenciones, aun cuando tengan el peso de la autoridad o de la tradición.

Así comenzaba Jean Perrin sus "Principios de fisicoquímica". Eso hemos perdido. ¿Cuánto más perderemos? ■

