

# Ciencia, cultura y sociedad. Recuento de un curso de posgrado

LUIS ADOLFO  
OROZCO\*

Concibo a la ciencia como una actividad inserta en la cultura; la entiendo como parte integral de nuestro acervo cultural, de hecho ha terminado por convertirse en una de sus vertientes más dinámicas e importantes. El objeto de estudio de la ciencia: la naturaleza, es fascinante, y el éxito de la ciencia ha sido rotundo. Ahora entendemos y predecimos de manera cuantitativa la realidad como nunca antes.

La ciencia progresa, es un edificio en construcción y utiliza el método reduccionista. Comenzó con Galileo y el número de sus practicantes es cada vez mayor. El siglo XX vio avanzar como nunca antes nuestra capacidad de control de la naturaleza, pero también nuestra capacidad de destruirla (y de paso para autodestruirnos). La ciencia no es una serie de creencias consensuadas, escritas y acompañadas de rituales; es la capacidad predictiva de la realidad mediante el estudio aislado y específico de ciertos fenómenos, su medición, la creación de hipótesis, la formulación de predicciones cuantitativas y su comprobación. Para quienes practicamos la ciencia la realidad existe, es asible y predecible en términos cuantitativos. La naturaleza nos ha dado un criterio de verdad que no ha cambiado ni cambiará: nuestras predicciones deben coincidir con ella, de otra forma estarán equivocadas.

Durante los semestres de la primavera de 1999 y el otoño de 2001 di un curso como profesor visitante en la Maestría en Comunicación del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de

Occidente (ITESO). Me ha servido mucho para familiarizarme con dos grupos de futuros profesionales que se dedicarán a la divulgación de la ciencia en México. El curso se tituló “Ciencia, cultura y sociedad”.<sup>1</sup> Su objetivo general era familiarizar a los estudiantes con la manera de pensar y trabajar de un científico. Ha sido una experiencia muy interesante desde muchos puntos de vista y vale la pena recapitular algunos de sus logros.

A continuación presento, de manera muy resumida, algunas de las ideas del curso. Cabe señalar que no sólo cubrí temas de filosofía de la ciencia sino también traté de mostrarles algo de los tres grandes descubrimientos de las ciencias físicas en el siglo XX: la mecánica cuántica, la teoría de la relatividad y el descubrimiento del cosmos. Aunado a esto, vimos cómo se aplican los principios de simetría en nuestro estudio de las partículas elementales. Fue una visión muy rápida, sólo 40 horas de clases, pero traté de mostrarles algunas de las avenidas y las fronteras en las que estamos trabajando hoy en día.

Estoy convencido de que existe la realidad objetiva, que es asible: se le puede estudiar, describir, entender y hasta predecir cuantitativamente. El estudio sistemático sustentado en el método reduccionista es la base de la ciencia. El método reduccionista es distinto de los utilizados en otros ámbitos del quehacer humano. Su efectividad en el avance de la ciencia, esto es, nuestra capacidad predictiva de la realidad, ha demostrado su eficacia con creces.

*\* Doctor en Física por la Universidad de Texas. Actualmente es profesor de física en la Universidad de Maryland en College Park, Maryland, Estados Unidos.*

Las ciencias duras describen la realidad con el lenguaje matemático, y tales descripciones son comprobables mediante experimentos específicos. Si la naturaleza no se comporta como lo predice la ciencia el problema estará en la ciencia, no en la naturaleza. Si bien los conceptos son necesarios para avanzar, el fundamento de la ciencia no es el concepto sino la consistencia entre el lenguaje matemático predictivo y la realidad.

Varios de los alumnos que asistieron al curso estaban familiarizados con los trabajos de Thomas Kuhn, pero yo les presenté los de Galison, que se contraponen, al poner énfasis en los aparatos e instrumentos, a la manera puramente intelectual en que Kuhn plantea el quehacer científico. Una manera simplista de presentar el argumento entre Kuhn en *La estructura de las revoluciones científicas*<sup>2</sup> y Galison en *Image and logic*<sup>3</sup> sería tratar de responder si el ímpetu intelectual que llevó a la Reforma de Lutero hubiera sido posible sin la imprenta de Gutenberg. El aparato facilitó el estudio e hizo que muchas personas que no tenían acceso a la información lo tuvieran, lo que incrementó las preguntas y las dudas.

Ninguna de las dos visiones es completa. Mientras que Kuhn pone el énfasis en las ideas, Galison lo pone en los objetos. En lo personal estoy más cerca de la visión de Galison. Estoy convencido de que la ciencia es la práctica de un oficio en el cual la observación, medición, ordenamiento y predicción son fundamentales y no un continuo argumentar filosófico. Las ciencias duras, entre ellas física, química y biología molecular, son empíricas; requieren de constantes mediciones en la naturaleza y no son deducidas con formalismos para predecir la realidad.

La ciencia es una actividad humana que describe a la naturaleza utilizando el lenguaje matemático. Un aspecto esencial de la ciencia es el de ser cuantitativa y no sólo cualitativa. Las matemáticas le permiten hacer predicciones cuantitativas, que son comprobables mediante experimentos. De ahí que una de las ventajas más significativas de las ciencias duras sea precisamente la existencia del lenguaje matemático para comunicar los conocimientos. Este lenguaje es el más preciso que

tenemos, y aunque está sujeto a las contradicciones propias de todo lenguaje, permite una transmisión mucho más fluida del conocimiento entre los miembros de una comunidad. Las matemáticas son el lenguaje que hace posible describir a la naturaleza, y es mucho más sutil de lo que uno pudiera imaginar. De ahí que la consistencia matemática entre las diferentes descripciones de la naturaleza sea una necesidad de la ciencia.

El conocimiento científico actual —en particular los grandes logros de la física del siglo XX, la mecánica cuántica y la relatividad— está representado por construcciones escasamente intuitivas: sólo pueden ser descritas por estructuras matemáticas de gran complejidad, lo que significa que no se puede contar con la intuición para entenderlas. Como afirma Eduard O. Wilson,<sup>4</sup> “El costo del avance científico actual es el humilde reconocimiento de que la realidad no fue construida para ser fácilmente asida por la mente humana. Nuestra especie y sus formas de pensar son un producto de la evolución, no el propósito de la evolución”.

De entrada, con la doble estructura sustentada en el lenguaje matemático y en experimentos, las ciencias duras no atraen a un gran número de practicantes. Requieren de estudio, disciplina y dedicación más allá de la que muchos humanos están dispuestos a invertir. Los resultados, por ser reduccionistas, se limitan a un área reducida del avance de la ciencia, pero gracias a todo ese trabajo sistemático la humanidad ahora posee un acervo de conocimientos jamás igualado, que puede utilizar para multitud de tareas, si bien no todas de altruismo comparable.

La reacción más impactante para mí entre los alumnos del curso fue la sorpresa que causó mi mentalidad reduccionista. No podían explicarse que estuviera dispuesto a enfocarme en un punto muy específico y no en la comprensión del todo. Creo que conforme pasaban las clases fueron entendiendo la importancia de dedicarse precisamente a estudios muy específicos. Les llamaba la atención que no me preocupara no entender el todo, en la medida en que yo, y conmigo muchos otros seres humanos más, vamos avanzando lentamente en la construcción de la ciencia.

*La reacción más impactante para mí, fue la sorpresa que causó mi mentalidad reduccionista.*

La segunda ocasión que di el curso, con 15 alumnos inscritos, comencé haciendo un sondeo de conceptos básicos de ciencia y tecnología. Todos los estudiantes tenían grado universitario y, por el hecho de estar tomando el curso, habían mostrado interés en la divulgación de la ciencia. Les presenté 15 preguntas abiertas, y tras escuchar algunas de sus respuestas hice mis comentarios. Solamente les pedí que marcasen después de cada discusión si conocían bien, regular o mal el principio científico o tecnológico correcto. La lista de preguntas fue la siguiente:

- ¿De dónde sacan su alimento las plantas. Más específicamente, de dónde sale el material que se transforma en el tronco y las ramas de un árbol?
- ¿Cuál es el origen de las estaciones?
- ¿Cuál es el origen del arco iris?
- ¿Por qué mecanismo pierde más agua la laguna de Chapala?
- ¿Qué produce el magnetismo?
- ¿Cuáles son los principios organizacionales de la tabla periódica de los elementos?
- ¿Por qué se incrementa la rapidez con que gira una patinadora de hielo cuando recoge los brazos?
- ¿Qué es un gen, dónde se localiza?
- ¿Cuál es el invento humano que más ha ayudado a disminuir la incidencia del cáncer?
- ¿Cómo funciona el GPS (sistema posicionador global)?
- ¿Qué es un transistor y en qué principios se basa?
- ¿Qué es un láser y en qué principios se basa?
- ¿Qué es una célula madre?
- ¿Se han descubierto otros sistemas planetarios?  
¿Cómo se logró su detección y cuáles son sus principales características?
- ¿Qué pasa cuando se dejan caer simultáneamente una pelota de basquetbol y una pelota de tenis al suelo?

Las preguntas cubren muchas áreas de la ciencia y la tecnología. No las preparé sistemáticamente ni las presenté a otros grupos para poder evaluar su validez como diagnóstico. En los días anterior

res al inicio del curso pregunté a amigos y familiares algunas de ellas. Unas preguntas, como la primera, están dirigidas a sondear los conocimientos de ciencias naturales adquiridos en la primaria: en muchas escuelas todavía se lleva a cabo el experimento de la germinación de un frijol en un algodón con agua. Otras van encaminadas a problemas locales candentes, como la cuarta. La segunda pregunta sondea los conocimientos básicos de geografía, la sexta los conocimientos de química de tercero de secundaria y la quinta, séptima y decimoquinta son sobre principios de física. Otras como la décima, la undécima y la duodécima son sobre ciencia con repercusiones fuertes en la tecnología actual.

Los resultados fueron impactantes. Muy pocos de los alumnos pudieron responder moderadamente la mitad de ellas. En general, me impresionó la baja cultura científica de los alumnos. No se trataba de discutir sobre filosofía o sociología de la ciencia sino de mostrar conocimientos básicos de física, química y biología. Ninguna pregunta era cuantitativa, pues estaba seguro de que eso inhibiría a los estudiantes mucho más. Los descubrimientos científicos que contestaron muchas de las preguntas se dieron hace más de 200 años y yo asumía que formaban parte de la cultura de todos los alumnos, pero me equivoqué.

Como científico estoy convencido de la necesidad de divulgar nuestro trabajo. Es una de las maneras de regresar a la sociedad algo de lo que nos ha dado en recursos económicos. La divulgación de la ciencia es difícil pues nuestras actividades carecen del atractivo de otras, como los deportes. Una recomendación importante es tratar de instrumentar, como parte de los cursos de posgrado, un programa de visitas de científicos para que dialoguen con y les presenten sus trabajos a los estudiantes de la Maestría en Comunicación. Si aprendemos a comunicarnos con los divulgadores, ellos harán mucho mejor el trabajo de llegar al gran público, algo necesario y conveniente.

Para terminar, las siguientes reflexiones están marcadas —¿podría ser de otro modo?— por mi formación científica, pero también por mis con-

tactos con los tradicionalmente llamados “agentes de la cultura”. Son incompletas y debatibles, pero tratan de responder a la realidad tal como la veo. En términos ideales, me gustaría que la sociedad mexicana valorara en mucho mayor medida a la ciencia, pero sobre todo que la entendiera y la percibiera como lo que es: la aventura más fantástica emprendida por la humanidad. Por otra parte, recuerdo las palabras de Eduard Wilson: “La ciencia es un gusto adquirido; el costo del avance científico ha sido darnos cuenta de que la realidad no fue construida para ser fácilmente asida por la mente humana”.<sup>5</sup>

Estoy en total desacuerdo con quienes afirman que la experiencia humana se empobrece a partir de la ciencia. Al contrario: conocer con exactitud qué pasa con la naturaleza amplía y enriquece nuestra experiencia vital e intelectual. La ciencia no deshumaniza: ciertos individuos han encontrado gran satisfacción en el quehacer científico y no ven la necesidad de involucrarse en otras actividades humanas, las que significan, por lo general, maneras de estudiar o entender la realidad ajenas al método reduccionista, por lo que al presentarse como interpretaciones de la realidad probablemente sí le causen un conflicto al científico. Para éste la comprensión de la realidad, para serlo de verdad, debe tener siempre un componente predictivo y otro cuantitativo. En última instancia, la ciencia y la tecnología nos han liberado de multitud de tareas para que algunos podamos dedicarnos a las ciencias o a las artes.

Hace cuatro años tuve oportunidad de asomarme a la enseñanza de la ciencia en las primarias mexicanas.<sup>6</sup> La conclusión de ese trabajo es preocupante: hoy por hoy no se está enseñando en las primarias en México ciencia ni la manera de hacerla. En la medida en que la educación en México deje de lado a la ciencia, la capacidad de decisión y de respuesta ante los problemas futuros será cada vez más débil y repercutirá más en la calidad de vida de los mexicanos. El principal insumo del país es el talento y no se le está cuidando. Es alarmante la situación de la enseñanza de las ciencias en las escuelas primarias, donde se siembran las inquietudes para avanzar en la formación de análisis y síntesis cuantitativas.

El número de personas que inician una carrera científica en México se ha estancado durante los últimos 20 años, e incluso ha disminuido el ingreso a posgrados en algunas áreas, lo que pudiera deberse en parte a los problemas económicos del país, pero no por ello deja de ser un indicador preocupante. En el caso de la Universidad Nacional Autónoma de México la relación profesor/alumnos de posgrado ya es en algunas facultades de seis profesores e investigadores por cada alumno. Cuando el modelo de universidad está basado en la investigación y la docencia es importante mantener una relación de uno a uno, pero puede funcionar de modo eficaz incluso con una relación de un profesor por cada cuatro alumnos, dependiendo de la capacidad organizativa del profesor.

Pese a estas complicaciones, todavía no observo un cambio en la escala de valores que permita una acción política sistemática a favor de la enseñanza y el desarrollo de la ciencia en México: la ciencia no es noticia en el Congreso, en el gobierno, en los debates nacionales, para los partidos políticos, las organizaciones religiosas ni para los empresarios. La incidencia en el contexto nacional de programas como el de la Maestría en Comunicación con Especialidad en Difusión de la Ciencia y la Cultura que auspicia el ITESO puede ser valiosa en la medida en que contribuya a que un mayor número de personas se acerque al mundo de la ciencia.

El interés en la ciencia existe en México; por ejemplo a los niños les gustan las ciencias naturales, les divierten y les inquietan. Despiertan a la observación detallada de la naturaleza y se frustran al recibir de sus maestros respuestas incompletas o incorrectas. A todos les gustan particularmente los experimentos, que a veces no distinguen de un juego. Dado que la capacidad de interesar a los alumnos por parte del maestro depende de la cultura general de éste, valdría la pena hacer un esfuerzo sistemático para elevar la cultura científica de los maestros; el resultado podría ser muy significativo, pues de inmediato tendría un efecto multiplicador.

No me parece justificada una visión optimista de la ciencia. Podemos entender la realidad y has-

*La ciencia es difícil, pero se trata de la aventura humana por excelencia.*



ta modificarla, pero enfrentamos limitantes, entre ellas la economía y la complejidad de la naturaleza con su componente histórico o aleatorio; esto es particularmente cierto cuando pensamos en el medio ambiente. En fin, frente al optimismo desbordado de ilustrados del siglo XVIII, estamos ahora mucho más conscientes de nuestras limitaciones históricas para impulsar el progreso humano. Mas no por ello debemos dejar de hacerlo, pues a medida que pasa el tiempo los problemas tecnológicos y científicos son más difíciles de resolver y aumenta su incidencia en nuestra calidad de vida y la de todos los seres humanos.

La ciencia es difícil, es un gusto adquirido, pero insisto en mi convicción de que se trata de la aventura humana por excelencia, la más maravillosa de todas. Es una aventura consciente y voluntaria en la que la sociedad ha depositado a veces una confianza mayor de la que merece. Pero hasta el día de hoy continúa respondiendo de manera au-

daz, ingeniosa y certera a las expectativas de predicción de una realidad que de otro modo nos parecería insalvable.

#### Notas

1. <http://funk.physics.sunysb.edu/ccys/index.html>
2. Kuhn, Thomas S. *The structure of scientific revolutions*, University of Chicago Press, Chicago, 1996 (edición en español: *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México).
3. Galison, Peter. *Image and logic. A material culture of microphysics*, University of Chicago Press, Chicago, 1997.
4. Wilson, Eduard O. *Consilience. The unity of knowledge*, Alfred A. Knopf, Nueva York, 1998.
5. *Ibidem*.
6. Orozco, Luis A. "Enseñanza de las ciencias en la primaria mexicana", en *Avance y Perspectiva*, vol.19, núm.99, marzo de 2000.