

## COMENTARIOS DE INTERES

### CONCEPTOS Y CONCEPCIONES

*Por Art Hobson. Tomado del International Newsletter on Physics Education*

*Comission of Physics and Society at the American Physical Society.*

Traducción: Lic. M. Mercedes Vendramini

(Parte del epílogo de libro de texto FÍSICA: CONCEPTOS Y CONEXIONES, de Art Hobson, publicado por Ed. Macmillan en 1994)

Ocasionalmente, cuando hablo con grupos de gente acerca de los "efectos sociales de la ciencia y la tecnología", les pido que mencionen cualquier problema contemporáneo que les venga a la mente. No toma mucho tiempo hacer una larga lista: sobre población, decaimiento urbano, extinciones, abuso de drogas, disminución del ozono, SIDA, disminución de los recursos, sectas, deforestación, etc. Pronto se hace evidente que todos tienen componentes significativos en la ciencia y la tecnología. Sin la ciencia tendríamos otros problemas, tales como la muerte temprana por enfermedades, pero no tendríamos los problemas particulares que tenemos hoy. Por ejemplo, como la ciencia médica a resuelto en parte el problema de la muerte por enfermedad, tenemos ahora el problema de la superpoblación. El problema de la muerte ha sido reemplazado, en cierto sentido, por un problema de nacimiento: hemos poblado al planeta con más gente que la que puede manejar.

La ciencia nos da un gran poder, y nosotros podemos usar ese poder en formas beneficiosas o peligrosas. Sin ciencia y tecnología, por ejemplo, no tendríamos ni automóviles ni televisión. Cuando usted los enciende en ambos casos, usted usa un gran poder (energía cinética en el caso del automóvil, y el flujo de información en la televisión, por ejemplo) para actuar sobre usted,

y otros, y sobre la Tierra. Los problemas de ciencia y sociedad realmente se reducen a esto: la humanidad no está pagando sus deudas por los frutos de la era científica. Somos rápidos para aceptar la velocidad del automóvil, la diversión de la televisión y las curas de la medicina, pero somos lentos para limpiar nuestros humos (chimeneas, caños de escape), para mantener hábitos de lectura inteligentes, o para controlar la proporción de nacimientos. La historia del ozono es un buen ejemplo: la humanidad gozó del aire acondicionado funcionando con clorofluorocarbono (CFC) y plásticos, por muchas décadas antes de que alguien se tomara el trabajo de investigar qué problemas podría estar causando todo esto, y aún entonces pasaron 15 años antes de que la humanidad se pusiera firme sobre la eliminación de los CFC. Ahora el ozono está disminuido, y no se recuperará pronto. La Tierra, incluida nuestra propia salud, está pagando el precio.

Hablando como profesor de ciencia que tiene sin duda prejuicios en el tema, mi primer sugerencia es que todos nosotros debemos aprender mucha más ciencia. Los científicos, que están usualmente sólo estrechamente entrenados en su especialidad, necesitan aprender y comunicarse más ampliamente con no-científicos. Los no-científicos necesitan aprender más acerca del universo físico. Si queremos que sean exitosos los experimentos de la humanidad en tecnología, tendríamos que comenzar a entender qué es lo que estamos haciendo, porque el uso de un poder muy grande, sin el conocimiento y la responsabilidad necesarios, es siempre una receta para el desastre.

La energía ayuda a organizar nuestro pensamiento acerca de cualquier proceso físico. En un nivel práctico, nuestra cultura debe tener un esbozo sobre los usos que la gente le da a la energía si

alguna vez vamos a modelar un futuro próspero y feliz. Nuestro problema más básico relacionado con la energía, el calentamiento global, proyecta una sombra incierta sobre el Siglo XXI. Si bien hay amplias incertezas en nuestra comprensión científica, se conoce suficiente como para concluir que es alta la probabilidad de un serio daño mundial si continuamos aumentando el uso de nuestro combustible fósil. Eventualmente, el crecimiento del combustible fósil debe ser restringido y probablemente revertido. Además, si se percibe que el calentamiento terrestre puede estar dañando el planeta, tomará décadas cambiar nuestro gigantesco dispositivo de uso de la energía, hacia combustibles no fósiles. Entonces, hay riesgos en la espera. Así, probablemente enfrentaremos el final de la era del combustible fósil. Esta es una prospectiva desafiante, pero también excitante porque, si nosotros tratamos la transición inteligentemente, nos podemos mover hacia un futuro tecnológicamente sofisticado en el cual prosperen ambos, los humanos y su propio ambiente. Su ayuda es necesaria para alcanzar esta visión.

La Física moderna nos enseña que los procesos del universo no son simplemente el movimiento mecánico de la materia, sino que son visualizados más apropiadamente como la transformación y la organización invisibles de la energía. Por último, el universo parece estar hecho de campos, hechos de la "posibilidad de una interacción". Los objetos materiales de nuestra existencia diaria no deberían ser vistos como hechos de partes sólidas y permanentes; el universo no está hecho de cosas, está hecho de interacciones y cambios, y éstos crean la posibilidad de las cosas.

La comparación entre Física newtoniana y post-newtoniana tiene implicaciones que van profundo dentro de las raíces culturales de la civilización industrial de Occidente. La cultura moderna todavía percibe la ciencia en términos Newtonianos fuera de época. Esta es una visión del mundo materialista y mecanicista, que deja poco lugar (o ningún lugar, realmente) para la libertad, la casualidad, o la creatividad. Mucha gente argumentaría que deja poco o ningún lugar a los valores espirituales. Pero la Física moderna pinta un cuadro no-newtoniano, una pintura abstracta hecha con campo y energía. Existen muchas formas de energía no-newtoniana, y el universo

emerge no como un mecanismo de relojería predecible, sino más bien como una red de energía impredecible. Partículas materiales e inmateriales saltan breve e impredeciblemente dentro y fuera de sus campos. Esto no es como un reloj. En muchos sentidos es lo opuesto a un reloj. Considerando las interacciones ocultas y muchas veces distantes que parecen ser la esencia del mundo físico, muchos han sugerido que, si finalmente vamos a usar imágenes (y los físicos han usado la imagen de un reloj), entonces, el universo es más comparable a un organismo vivo que a un reloj. Más generalmente, la física post-newtoniana sugiere que nosotros no podemos controlar a la naturaleza en la forma en que uno puede controlar a una máquina, tal como un reloj, porque vivimos "en" la naturaleza. La naturaleza es una red, y nosotros estamos en esa red. Todo esto no es para sugerir que deberíamos renunciar a los beneficios de la ciencia moderna, la humanidad y la naturaleza son una misma cosa, entonces todo lo que beneficie a una, beneficiará a la otra. Todo esto sugiere que debemos ir más humildemente hacia un mundo natural y humano que sobrepasa todo entendimiento.

De ninguna manera está claro qué visión del mundo emergerá de todo esto. Yo siento que el mundo recién está comenzando a absorber el impacto de la relatividad y, especialmente de la teoría cuántica. Después de todo, pasó más de un siglo después de la muerte de Copérnico en 1543 antes de que Europa comenzara a absorber el impacto de la ciencia post-medieval. Entonces no es sorprendente que la centuria post-newtoniana será el Siglo XXI no el XX.

El Siglo XX ha sido sacudido por ideologías conflictivas rígidamente sostenidas, muchas de ellas en dura contradicción unas con otras. Sin embargo, aquéllos que creen en ellas están todos absolutamente convencidos que ellos están en lo cierto, el punto de vista de la ciencia sobre esto, es que el peligro yace no tanto en las creencias mismas, como en la naturaleza absoluta de las mismas.

Aún creencias correctas y saludables pueden tornarse peligrosas si son aceptadas sin críticas o absolutamente. Pensando qué podemos hacer mejor en el Siglo XXI que en el XX, deberíamos

quizás ponderar el valor mas básico de la ciencia: "Todas las ideas están sujetas a pruebas por la experiencia, y a ser desafiadas por el pensamiento crítico, racional", es un código práctico y simple, pero exigente. Con frecuencia es

incómodo, hasta doloroso, reevaluar honestamente nuestras creencias a la luz de la experiencia. Pero es un código que ha trabajado sorprendentemente bien en la ciencia. Puede ser el beneficio más importante de la ciencia.