

SOBRE LA ENSEÑANZA DE LOS FUNDAMENTOS DE LA RELATIVIDAD: SUGERENCIAS PARA UNA INVESTIGACION.

RICARDO LÓPEZ FDEZ.

Estamos inmersos en la actualidad en una amplia línea de debate sobre los contenidos curriculares en el área de Ciencias de las enseñanzas básicas y secundaria.

Ello surge de una amplia insatisfacción tanto en los objetivos como en las metodologías que en estos niveles de la enseñanza se aplican. Desde luego, no es este un fenómeno específico de nuestro país; en la mayoría de los países, con independencia de su situación geopolítica y de sus estructuras educativas, procesos semejantes están en marcha.

Las causas fundamentales parecen claras: La progresiva aceleración del desarrollo científico hace que, obviamente, en el terreno educativo se produzcan claros desajustes, en relación directa, con la propia velocidad de evolución de la ciencia y, por tanto, de las fuerzas productivas. Así lo que ayer se consideraban objetivos fundamentales de planes y proyectos de estudios básicos y secundarios en el área de Ciencias, en el transcurso de pocos años, quedan totalmente superadas y anquilosadas en la extrema rigidez de un sistemas educativo aún no apto para hacer frente a este reto.

Hoy día ya se han creado en EEUU, Francia y otros países de Europa, comisiones, al efecto de estudiar y proponer los cambios programáticos que se consideren necesarios en el área de Ciencias y que seran la base de la educación científica básica de los años 90¹.

No vamos a encarar en estas breves reflexiones todos los aspectos que un estudio de este tipo, necesariamente complejo, conllevan. Sencillamente, pretendemos hacer unas sugerencias sobre la enseñanza de la física y más concretamente, sobre la práctica ausencia en esta, de la teoría de la relatividad. Y no nos referimos al estudio del aparato teórico de la relatividad que por razones obvias debe quedar fuera de la enseñanza básica y secundaria, sino más

1. Educating Americans For the 21 st Century. The National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematics, science and Technology. 1984. USA.

bien a la filosofía claramente newtoniana con la que hoy se aborda la enseñanza de las relaciones dinámicas de la categoría espacio-tiempo. ¿Porque se siguen aplicando hoy día una metodología basada en la más pura filosofía Kantiana en la enseñanza de la cinemática y la dinámica en la física? Nos parece desacorde con la realidad actual seguir aplicando criterios que ya se aplicaban en el siglo XVI.

¿Es que no es posible incorporar a la enseñanza básica de la física conceptos del siglo XX? Parece claro que no se ha hecho un intento serio en este sentido. Acercándonos al siglo XXI se nos sugiere necesario una reforma.

Como ya apuntábamos anteriormente en nuestra actual ordenación educativa, la enseñanza de la física, comienza de manera sistemática en el ciclo superior de la EGB, para continuar en la enseñanza secundaria a través del BUP y del preparatorio a la Universidad ó COU.

Toda ella, tanto en objetivos como en metodología, está impregnada del método newtoniano y lo que es peor de pura filosofía escolástica.

Y no nos referimos a que la cinemática ó la dinámica sea newtoniana, ó incluso prenewtoniana, lo cual, y dado los niveles de enseñanza de los que hablamos, parece imposible soslayar, sino a la propia filosofía de la metodología aplicada basada, en las categorías kantianas del espacio absoluto y del tiempo absoluto. Y no es este un problema solo de niveles básico de enseñanza. También en la Universidad, en gran medida, se sigue operando bajo la idea del espacio como «el todo infinito dado» de Kant.

Estamos pues, ante una situación en la que queda muy patente el claro desajuste entre las metodologías aplicadas en el proceso educativo y el propio discurrir del desarrollo científico en nuestro siglo.

La teoría de la relatividad sigue siendo la gran ausente de las programaciones de física en la enseñanza básica y secundaria. Y si bien es cierto que su aparato matemático le impide su presencia en estos niveles, no está justificada esta ausencia en sus aspecto más básicos. En las concepciones relativistas del espacio-tiempo en cinemática y de la aceleración-gravedad (vía principio de equivalencia) en dinámica.

Hecho un diagnóstico del problema, se nos plantea inmediatamente el interrogante: ¿cómo implementar en las actuales programaciones conceptos básicos relativistas?, y relacionado con este, ¿cuáles son los mecanismos metodológicos a aplicar a las innovaciones curriculares a las que se llegara?

Ambos interrogantes nos conducen al problema central de la enseñanza de la física y más concretamente a un terreno totalmente inédito: La investigación de la didáctica de los conceptos relativistas en los niveles básicos y secundarios de la enseñanza.

No hace mucho tiempo en que el empirismo era la única guía y fundamento de toda acción didáctica. Y esto tanto en sus aspectos generales como en aquellos más especiales referentes a una u otra materia ó área de conocimiento.

Afortunadamente hoy día la situación ha cambiado y el espíritu y el método científico se aplica a cualquier problema didáctico.

Por ello, cualquier modificación de contenidos o implementación de otros nuevos junto a aquellos aspectos metodológicos adyacentes deben de estar fundamentados en una teoría científica sobre el aprendizaje de los conceptos en cuestión.

Desgraciadamente el tema no es nada sencillo, precisamente por su carácter multidisciplinar. No contamos, en general, con teorías completas sobre los procesos de aprendizaje ni de la física ni de la matemática. Aún así el terreno recorrido, es hoy día, sin lugar a dudas importante.

Ha sido J. Piaget y la escuela de Ginebra quienes en estos 40 últimos años han aportado más ideas y sugerencias sobre el proceso de elaboración científica de teorías de aprendizaje.

Las teorías de Piaget sobre los procesos de aprendizaje del concepto de número natural o sobre las estructuras básicas de la matemática —la de grupo, las topológicas y las de orden— han servido, aparte de su propio interés, para marcar las pautas de elaboración de una futura teoría del aprendizaje de las matemáticas y dibujar las líneas, sugerir ideas, sobre análogas teorías para otras áreas de conocimiento.

Las teorías de Piaget conducen inevitablemente a tratar y clarificar dos aspectos fundamentales del proceso de aprendizaje: aquellos de naturaleza psico-pedagógica y aquellos otros relacionados con la propia génesis del conocimiento y de sus estructuras epistemológicas.

Centrado así el tema, la pregunta, por analogía sistemática, surge inmediatamente: ¿Qué nos puede aportar la teoría de Piaget de cara al aprendizaje de conceptos básicos relativistas?

Desde el punto de vista de los contenidos, tanto teóricos como prácticos, poca cosa, ya que los estudios del grupo de Ginebra solo se han centrado en el análisis de aspectos parciales de la concepción espacial (aquellos de carácter topológico).

Sin embargo, desde el punto de vista de pauta metodológica, los estudios piagetiano, pueden ser de una utilidad enorme.

Estamos ante un tema, pues, abierto a investigación y de ahí el título de estas reflexiones. Investigación psico pedagógica y epistemológica que, podemos intuir, afectaría beneficiosamente a la elaboración de una teoría, hoy por hoy inexistente, sobre el aprendizaje de la física, en general, y sobre la concepción espacio-temporal y la teoría de la relatividad en sus aspectos básicos, en particular.

Este texto pretende ser sugerente sobre líneas abiertas de investigación básica en este terreno.

Podemos dar alguna apreciaciones que clarifiquen el marco del estudio pretendido.

Un bloque temático, de los más interesantes, en el estudio de los procesos de aprendizaje, es aquel de índole psicológica. Y en este punto, ¿Qué podemos decir del proceso de aprendizaje de la categoría espacio-temporal desde un punto de vista psicológico?

En los primeros momentos de nacimiento de la relatividad (incluso a los 30 años de su nacimiento), se utilizó como bandera de multitud de teorías, muchas veces contrapuestas, sociológicas, filosóficas, psicológicas e incluso políticas (recordemos la posición del nazismo y del stalinismo frente a Einstein y su teoría)^{2 y 3}.

Así fue estandarte y apoyatura científica tanto de cierta corriente del materialismo como, del contrapuesto, idealismo utópico. Por supuesto, las corrientes psicológicas configuracionistas vieron en la teoría de Einstein el más alto exponente de la validez de sus posiciones.

B. Russell, y concretando el tema en el espacio-tiempo desde un punto de vista psicológico, indica:

«La Psicología se ocupa del espacio, no como un sistema de relaciones entre objetos materiales, sino como un rasgo de nuestras percepciones».

Sin embargo como es obvio, la teoría de la relatividad (como teoría física que es) no afecta al espacio-tiempo perceptivo. Siguiendo con citas textuales de Bertrand Russell:⁴

«En relación con ejes ligados a un trozo dado de materia, la vieja separación de espacio y tiempo se mantienen todavía; es solo cuando comparamos dos grupos de ejes en movimiento relativo rígido cuando surgen problemas que resuelve la relatividad. Dado que no hay seres humanos que tengan una velocidad relativa aproximada a la de la luz, la comparación de sus experiencias no revelará discrepancias».

Sobre la experiencia del tiempo, el mismo autor indica que hay dos fuentes de nuestra creencia en el tiempo: la capacidad de percepción del cambio y la memoria. Ninguna es afectada por la teoría.

En resumen, estas apreciaciones (desarrolladas en la referencia) conducen a que Russell haga una valoración definitiva y concluyente:

«En el estudio psicológico del espacio-tiempo, la teoría de la relatividad puede ser obviada».

Planteadas así la cuestión, desde luego no podemos compartir la opinión de Russell, basada a nuestro juicio en una concepción muy reduccionista de la psicología.

2. ELLIOT, Hug: *Relatividad y materialismo*. Nature, vol CVII. dic, 1921

3. WILDON CARR, H: *Metaphysics and materialism*. Nature, vol CVIII, oct, 1921

4. RUSSELL, B.: *El conocimiento humano*. Ed. Taurus. 1964 (3ª edición).

Desde el punto de vista del estudio de los procesos psicológicos del aprendizaje diferenciamos, siguiendo el excelente libro de J.S. Bruner⁵, la categorización perceptual (situada en el campo de la percepción) y la conceptual. A nuestro juicio, el error de B. Russell estriba en tratar solo los aspectos perceptivos del espacio-tiempo y estableciendo el reduccionismo de considerar que la Psicología solo tratar ese aspecto.

Desde el punto de vista, de que la categorización perceptual no es afectada por la relatividad estamos plenamente de acuerdo. Pero el problema sigue siendo el mismo:

¿Cuáles son los mecanismos cognitivos que conducen a la categorización conceptual del espacio-tiempo?

¿A dónde conducen estos mecanismos? ¿a conceptualizaciones relativistas sobre el espacio-tiempo?, o por el contrario, ¿el enfoque newtoniano, es el que realmente opera, a nivel cognitivo?

Estas reflexiones, que se ofrecen a modo de sugerencias, no permiten concluir nada al respecto. Entre otras cosas, porque los interrogantes planteados no creemos que sean fáciles de resolver.

Lo que si puede ser cierto, es que, muchas veces en la historia ocurre, estemos confundiendo lo que ha sido mero hábito de pensamiento —la concepción del espacio y del tiempo como categorías absolutos— con lo que puede ser el proceso de aprendizaje de esta categoría.

En este contexto, las apreciaciones de B. Russell, apoyadas en su autoridad intelectual, creemos que no han contribuído a esclarecer, o al menos avanzar el tema.

Situado el contexto, avancemos algunas pinceladas metodológicas que deben enmarcar la investigación propuesta.

Siguiendo la teoría cognitiva de J.S. Bruner, a la que ya hemos hecho referencia, es obvio que el espacio-tiempo es una categoría cognitiva, respecto de la cual, y de cara al estudio del proceso mental del aprendizaje, deberíamos, en primer lugar CARACTERIZAR SUS ATRIBUTOS DEFINITORIOS.

Atributos de tipo métrico, topológico, dinámicos,...etc.

Posteriormente sería necesario investigar cuales son las especificidades del PROCESO MENTAL DE APRENDIZAJE de cada uno de estos atributos.

Por último, en una cierta simplificación, se trataría de la investigación del proceso COGNITIVO DE INTERRELACION entre ellos.

5. BRUNER, J. S.: *El proceso mental del aprendizaje*. Ed. Narcea. 1978

Otras referencias interesantes en general.

— Einstein, A y Grünbaum, A y otros: *La teoría de la relatividad*. Alianza Universidad. 1973

— Grünbaum, A.: *The Philosophical Impact Of Contemporary Physics*. N. York 1963

— Reichenbach, H.: *The Theory of Relativity and «a priori» Knowledge*.

Una vez clarificados estos aspectos, y en paralelo a su estudio e investigación, se trataría de establecer la CORRESPONDENCIA, sin lugar a dudas, que subyace entre las etapas ó estadios del desarrollo psico-evolutivo del niño y el proceso de aprendizaje.

Firmemente somos de la opinión, de que por este camino sentaríamos las bases, para la construcción de una teoría del aprendizaje de los conceptos básicos de la física. El modelo piagetiano, como es fácil de apreciar, es la guía.

Con ello, se contribuiría al esperado cambio de la enseñanza de la física en niveles básicos y secundarios, que si bien no incluiría, el tópicó, como tal, de la teoría de la relatividad, si que, al menos, metodológicamente iría formando y educando en la conceptualización relativista del espacio-tiempo.

Es hora de superar en la enseñanza de la física los viejos conceptos del espacio-tiempo absoluto. Y solo en el contexto de una nueva perspectiva didáctica de esta área de conocimientos, este objetivo puede ser logrado.

Como epílogo de estas reflexiones remarcaríamos la idea de que, con ellas, hemos pretendido abrir y apuntar algunas líneas de investigación psico-pedagógicas e incluso epistemológicas sobre la conceptualización del espacio-tiempo. Considérese así.