

# Habilidades de pensamiento de orden superior, epistemología y evaluación en el aula de clase\*

Carlos Emilio García Duque

## Resumen Abstract

Afirmar que la educación universitaria se caracteriza por desarrollar en los estudiantes habilidades de pensamiento de orden superior, originalidad y capacidades para ejercer la crítica y el análisis, se ha convertido prácticamente en un lugar común. En este artículo, analizo la noción de «habilidades de pensamiento de orden superior» desde el punto de vista de la diferencia entre habilidades cognitivas y metacognitivas. Al mismo tiempo, exploro el papel que desempeñan las concepciones y preconcepciones epistemológicas en la apreciación de la ciencia actual, y en la validación o la producción de teorías capaces de resolver problemas significativos. Sostengo la doble hipótesis de que las concepciones sobre evaluación en el aula de clase están mediadas por nuestras convicciones epistemológicas, y de que la consecución del objetivo explícito de desarrollar en nuestros estudiantes las habilidades de pensamiento de orden superior también se ve afectada por tales convicciones. De acuerdo con esta hipótesis, el grado de adecuación o inadecuación de nuestra epistemología se refleja en las actividades y estrategias que empleamos para formar estudiantes críticos, así como en nuestras prácticas de evaluación. Pero como las convicciones epistemológicas más populares son fatalmente defectuosas (en tanto defienden tesis falsas, como la del estatus epistémico privilegiado de la ciencia, y la de la neutralidad epistemológica de la evaluación), nuestros mejores esfuerzos pedagógicos resultan fallidos con frecuencia. Por último, propondré algunas estrategias para que el docente universitario aproveche la evaluación como un mecanismo para estimular el desarrollo del pensamiento crítico, y fomentar la creatividad y la originalidad.

## Palabras clave Key words

Pensamiento de orden superior, análisis, crítica, cognición, metacognición, epistemología, evaluación.

The statement that college education is characterized by the cultivation of the students' higher order thinking abilities, originality and capabilities to exercise criticism and analysis has become, practically, a commonplace. In this paper, I analyze the notion of «higher order thinking abilities» from the point of view of the difference between cognitive and meta-cognitive abilities. At the same time, I explore the role that epistemological conceptions and preconceptions play in the evaluation of current science and in the validation or production of theories capable of solving meaningful problems. I hold the double hypothesis according to which, our ideas about evaluation in the classroom are influenced by our epistemological beliefs, and that the possibility of obtaining the explicit goal of developing our students' abilities of higher order thinking is also affected by such beliefs. According to this hypothesis, the degree of adequacy or lack of adequacy of our epistemology is reflected in the activities and strategies that we use to train critical students, as well as in our evaluation practices. But, since the more popular epistemological beliefs are fatally flawed (insofar as they hold false hypotheses, as the one that confers a privileged epistemic status to science, or the one that bestows epistemological neutrality on evaluation), our best efforts fail. Finally, I will propose some strategies that university teachers can take advantage of to use evaluation as a mechanism to stimulate the development of critical thinking, creativity and originality.

Higher order thinking, analysis, criticism, cognition, meta-cognition, epistemology, evaluation.

---

\* Recibido el 18 de enero de 2006 y aceptado el 27 de febrero de 2006

## Introducción

De manera formal o informal, hace mucho tiempo que los docentes universitarios tenemos contacto con teorías, definiciones y conceptos sobre evaluación. En efecto, una parte notable de nuestra labor académica involucra la preparación, administración y procesamiento de diversas actividades, tareas o productos mediante cuya ponderación asignamos calificaciones a nuestros estudiantes y de paso, tomamos decisiones sobre aspectos como la promoción, la retención o la exclusión de las aulas. Los expertos nos han instruido sobre los propósitos y tipos de evaluación y nos han informado sobre las características que tienen que cumplir los instrumentos empleados para evaluar. Por otro lado, nociones como *objetividad*, *validez*, y *confiabilidad* se han tornado familiares en nuestro trabajo evaluativo. En este escrito voy a apartarme deliberadamente de los aspectos teóricos convencionales y de las consideraciones técnicas sobre el tema de la evaluación. Partiendo del presupuesto de que las metas fundamentales de la educación universitaria son la formación de habilidades de pensamiento de orden superior, el desarrollo de la capacidad crítica, y la validación o la producción de teorías capaces de resolver problemas significativos, me propongo explorar las relaciones entre evaluación en el aula, epistemología y pensamiento de orden superior. En el desarrollo de mis ideas combatiré algunos mitos, entre ellos el de la neutralidad epistemológica de la evaluación, y el del estatus privilegiado del conocimiento científico. En la parte propositiva de mi ensayo, sugeriré estrategias orientadas a que el profesor universitario aproveche la evaluación como un mecanismo para estimular el desarrollo del pensamiento crítico y fomentar la creatividad y la originalidad. La operatividad de mis estrategias depende de la adecuada comprensión de los procesos de construcción del conocimiento y de una interpretación plausible del crecimiento de la ciencia, a fin de contemplar, desde una perspectiva nueva, los productos que se desarrollan en aula de clase, en el laboratorio y, en general, en la academia universitaria. Comenzaré con una discusión breve sobre las clases de conocimiento que se privilegian en el mundo escolar, para pasar luego a caracterizar las habilidades de pensamiento superior y el problema de determinar el estatus epistémico de la ciencia.

## Tipos de conocimiento

Hace ya un par de décadas que Anderson propuso su famosa clasificación dual mediante la cual distinguió entre conocimiento declarativo y conocimiento procedimental.<sup>1</sup> El conocimiento declarativo incluye información fáctica y verbal, recuerdos basados en signos y sentidos (representados por proposiciones abstractas) y recuerdos basados en la

---

<sup>1</sup> Anderson, J. R. *The architecture of cognition*. Cambridge: Harvard University Press, 1983.

percepción, como por ejemplo, imágenes visuales, secuencias de sonidos o letras (ordenamientos lineales) y otros códigos mnémicos similares. El conocimiento procedimental incluye la habilidad para monitorear nuestros propios procesos cognitivos (lo que generalmente se denomina metacognición). Por otra parte, el conocimiento declarativo abarca una amplia gama de hechos y conceptos que van desde la información anecdótica acerca de eventos en la vida diaria del individuo, hasta el conocimiento conceptual altamente organizado y elaboradamente interrelacionado del experto en un tema. También incorpora el conocimiento de imágenes visuales específicas (por ejemplo, de un animal u objeto prototípico) o de una secuencia particular (por ejemplo, la ortografía de una palabra). Por contraste, el conocimiento procedimental implica la capacidad automatizada que nos permite hacer algo, desde producir alguna respuesta abierta; transformar y poner a prueba información en la memoria activa, hasta organizar nuevos métodos para resolver problemas y monitorear la efectividad con la cual tales métodos se pueden emplear.<sup>2</sup>

Todas las actividades cognitivas requieren tanto del conocimiento declarativo como del procedimental, pero en la práctica, las tareas educativas difieren claramente en las demandas que imponen sobre una u otra clase de conocimiento. Por ejemplo, las pruebas tradicionales de desempeño en áreas como los idiomas o la geografía, diseñadas para evaluar el conocimiento fáctico, imponen altas demandas sobre el inventario y la capacidad del examinado para recuperar conocimiento declarativo. Por otra parte, exámenes sobre razonamiento matemático o destrezas de visualización espacial, a menudo imponen demandas mayores sobre la ejecución de ciertas habilidades o procesos cognitivos por parte del estudiante. Otras tareas -por ejemplo, la de escribir un ensayo- pueden requerir mezclas complejas tanto de conocimiento fáctico como de habilidades cognitivas. Es preciso anotar, que el trabajo en el aula de clase puede hacer énfasis en el conocimiento declarativo, mientras que deja sin desarrollar, o practicar (o simplemente lo deja implícito) el conocimiento procedimental correspondiente. Los docentes deben tener cierta mínima sensibilidad sobre lo que se excluye o se incluye en la clase, a fin de proporcionar instrucción útil a sus estudiantes.

Hay, por supuesto, ciertas relaciones entre el conocimiento declarativo y el procedimental. Los expertos suelen concordar en la idea de que las estrategias metacognitivas se pueden usar para estructurar nuevo conocimiento declarativo. Por otra parte, el conocimiento procedimental nuevo tiende a considerarse como conocimiento declarativo previo, que

---

<sup>2</sup> Es posible modelar las habilidades cognitivas como formas de conocimiento procedimental. Las habilidades de pensamiento metacognitivo o de orden superior, se consideran como un tipo especial de conocimiento procedimental.

hemos logrado vincular a sus condiciones de uso. Esto implica que existe reciprocidad entre ambos tipos de conocimiento, y las teorías que explican la adquisición de nuevo conocimiento procedimental hacen énfasis en aspectos como la discriminación y la generalización y, particularmente, en la automatización. Según el modelo ya clásico de Anderson (1983) hay tres etapas en el proceso de automatización del conocimiento.<sup>3</sup> En la primera etapa, el conocimiento se representa de manera declarativa y tiene que procesarse conscientemente mediante conocimiento procedimental de propósito general. En la segunda etapa, el estudiante comienza a desarrollar (o «compilar») reglas de producción específica a través de la práctica con retroalimentación. Este proceso se ha descrito como el almacenamiento de un registro mnémico de las condiciones que prevalecieron cuando se ejecutó una acción exitosa. En un momento determinado sólo se pueden proceduralizar algunas partes de un proceso complejo, debido a las limitaciones de la memoria funcional. Ya que es posible aprender tanto procedimientos correctos como incorrectos, en esta etapa resulta crucial la retroalimentación. O bien, los estudiantes deben generar su propia retroalimentación, o deben contar con una fuente externa (un tutor, un profesor, un material educativo computarizado, etc.). Los procesos instruccionales que motivan a los estudiantes a desarrollar estándares internos para juzgar el grado de adecuación de sus propios desempeños, promueven aprendizajes independientes y significativos. Los estudiantes que no poseen tales estándares tienen que confiar en la retroalimentación externa, que no siempre está disponible, y en consecuencia tienen mayores posibilidades de emplear procedimientos incorrectos. Mediante la práctica continua, procedimientos que se han aprendido por separado pero se ejecutan en forma secuencial, se pueden integrar en una producción unitaria que mejora el desempeño. En la tercera etapa, se generaliza el rango de aplicación del procedimiento de manera que se aplique en un campo más amplio de condiciones, o *converso modo*, se especialice su rango de aplicaciones. Estos cambios tienen lugar gracias a la práctica intensiva con retroalimentación. Muchas veces se requieren cientos de ensayos y, para ciertas áreas, el desempeño puede seguir mejorando de manera significativa después de miles de ensayos.

Es por esa razón que para muchos psicólogos cognitivos los procesos de aprendizaje y los de pensamiento son alimentados por subprocesos mediante los cuales se desarrollan y ejecutan secuencias de reglas de producción sobre-aprendidas. Algunas de estas reglas son específicas, (si debo sumar 3 y 2, el resultado es 5) pero otras son más generales (si estoy leyendo; el objetivo es comprender un texto; y no comprendo, entonces debo releer el pasaje problemático). Las secuencias de reglas

<sup>3</sup> Vale la pena notar el uso de lenguaje tomado de las denominadas ciencias de la computación, en descripciones que trascienden el nivel de la simple metáfora.

condicionales de este tipo se denominan «sistemas de producción». Por medio de la práctica y la experiencia, estos sistemas se pueden generalizar para que cubran más ejemplos y también se pueden especializar de modo que sirvan para dominios particulares.

### **Habilidades de pensamiento de orden superior**

Aunque las teorías acerca de los sistemas de producción tornan innecesaria la postulación de procesos de ejecución, aún resulta conveniente distinguir entre las habilidades cognitivas que se emplean para ejecutar el proceso de codificación, almacenamiento, recuperación y transformación de la información, y los procesos de orden superior (metacognitivos o ejecutivos) necesarios para poner en marcha los procesos de orden inferior y para monitorear el resultado de las transformaciones y respuestas generadas por dichos procesos. Los términos que se usan para distinguir entre las habilidades de pensamiento de orden inferior y las de orden superior varían notablemente, pero hay cierto consenso acerca del hecho de que estas habilidades metacognitivas están entre las competencias mentales más transferibles.<sup>4</sup>

Por otra parte, muchos teóricos distinguen entre *conocimiento metacognitivo* y *procesos metacognitivos* en un claro paralelo con la distinción entre conocimiento declarativo y conocimiento procedimental. Los procesos ejecutivos o metacognitivos se usan para planear, monitorear, evaluar y modificar procesos de ejecución. El conocimiento metacognitivo es el conocimiento resultante de esta actividad reflexiva. Aunque el conocimiento de la propia actividad cognitiva aumenta con la edad, aún no es muy claro si los procesos metacognitivos más efectivos producen o requieren conocimiento metacognitivo de calidad superior. Es evidente, que buena parte de los procesos metacognitivos se ejecutan de manera inconsciente y, por lo tanto, no se pueden inspeccionar mediante la introspección, mientras que el conocimiento metacognitivo, por lo general, es consciente, y en esta medida es más accesible y más fácil de reportar. Además, el conocimiento metacognitivo puede ser específico (relativo a un dominio) mientras que los procesos metacognitivos involucrados pueden ser muy generales. A manera de ilustración, veamos algunos de los procesos metacognitivos que se usan en la literatura para distinguir entre estudiantes de mayor y menor desarrollo: monitoreo de la comprensión (los estudiantes de menor desarrollo no logran identificar cuando no entienden algo); el empleo de claves propias para evaluar su propio desempeño (los estudiantes de menor desarrollo experimentan dificultades para juzgar su propio desempeño sin retroalimentación externa, y tien-

---

<sup>4</sup> Cf. Wagner, R. K. & Sternberg, R. J. «Alternative conceptions of intelligence and their implications for education.» *Review of Educational Research*. 54 pp. 179-224 (1984).

den a sobre-estimar la calidad de sus productos); planeación (numerosas tareas complejas requieren un grado mínimo de planeación que involucra mucho más que el monitoreo metacognitivo -algunos pésimos resolutores de problemas, a menudo proceden de manera impulsiva, sin tomar tiempo para considerar opciones, o desarrollar y poner a prueba una estrategia-); mantenimiento de metas (el pensamiento complejo requiere que el alumno mantenga sus pensamientos enfocados en el blanco -los estudiantes de menor desempeño tienen dificultades para ignorar distracciones internas y externas-); flexibilidad (detectar que un conjunto de operaciones cognitivas particular no produce el resultado deseado es de poca utilidad a menos que uno pueda activar una aproximación alternativa al problema -las personas de mayor desarrollo a menudo demuestran mayor flexibilidad de pensamiento-).

Es preciso reconocer los problemas antes de resolverlos. Un tema común relacionado con las cinco habilidades metacognitivas que acabo de mencionar implica la capacidad de reconocer algo como erróneo, diferente o nuevo, a fin de que podamos poner en marcha diferentes procesos de ejecución. Así, algunos han argüido que el reconocimiento de patrones es la clave de todos los procesos cognitivos. Uno tiene que aprender a reconocer ciertas configuraciones de claves internas que indican, digamos, falta de comprensión en lo que se ha leído, del mismo modo que aprende a reconocer el patrón de claves externas que indica que uno debe detenerse en una intersección. En todo caso, la acción apropiada depende del reconocimiento de los patrones apropiados. Es por esto que algunos de los esfuerzos más exitosos para enseñar habilidades de pensamiento hacen énfasis en las fases de reconocimiento de problemas y planeación de soluciones, más que en la fase resolutoria propiamente dicha.

### **Los compromisos epistemológicos en la concepción ordinaria de la ciencia**

A partir del advenimiento de la ciencia clásica, ha tomado fuerza una concepción de la ciencia natural bastante popular y a la que se suscriben, por igual, legos y expertos. Esta concepción proviene de las sugerencias de quienes participaron directa o indirectamente en el proceso de conformación y desarrollo de sus principales teorías. Me refiero a filósofos como Descartes y Bacon, y a científicos como Copérnico, Galileo, Kepler y sobre todo Newton.<sup>5</sup> A grandes rasgos, dicha concepción afirma que la ciencia natural se caracteriza por ser objetiva, es

<sup>5</sup> No tengo tiempo para exponer aquí la extensa y compleja historia del surgimiento de la ciencia moderna hasta culminar en la gran síntesis de Newton. Como bien se sabe, la ciencia moderna nace en medio de un diálogo fructífero entre los filósofos y los científicos, que para este período no se distinguen claramente unos de otros. He tratado esta historia en detalle en mi *Evolución histórica del pensamiento científico*. Manizales: Universidad de Manizales, 1998.

decir, por ocuparse de un mundo más o menos independiente de nuestras creencias y deseos; por emplear procedimientos de inferencia inductivos (asegurando de este modo un rol fundamental a la observación en el doble papel de punto de partida y criterio de contrastación de las teorías); por buscar y encontrar la certidumbre, lo que le permite hablar con autoridad sobre los procesos que ocurren en la naturaleza; por ser verificable y, finalmente, por ofrecer descripciones del mundo dotadas de un grado asombroso de precisión y exactitud.

No resulta extraño que los procesos formales de enseñanza en el nivel superior y, junto con ellos, los de preparación de las nuevas generaciones de aquello que de manera tan apropiada ha denominado Kuhn *comunidades científicas*, se hayan diseñado y ejecutado bajo la inspiración de estas cinco características. Tampoco resulta extraño que, tradicionalmente, buena parte de las actividades de evaluación hayan incorporado el espíritu de la concepción ordinaria de la ciencia natural en los estándares a los que deben ajustarse los aprendices y los futuros expertos durante toda su vida académica. En efecto, si el secreto del éxito arrollador de la ciencia clásica se debe al empleo sostenido de los principios metodológicos y epistemológicos implícitos en las características arriba mencionadas, no hay ninguna razón para cambiar de estrategia, mientras que sí corren muchos riesgos quienes consideran otras variantes.

La buena ciencia es, pues, aquella que se ajusta a los estándares arriba identificados, y la manera más segura de convertirse en un buen científico consiste en aprender a reconocer y a emplear eficazmente sus criterios. En este orden de ideas, resulta imprescindible desarrollar y aplicar habilidades metodológicas aprendiendo a filtrar observaciones y a darles el tratamiento cuantitativo apropiado; buscando proposiciones o teorías de certeza incuestionable; garantizando la corrección de las hipótesis a través de la verificación; asegurando la precisión de nuestras mediciones y predicciones mediante el empleo de métodos e instrumentos de medida cada vez más sofisticados. En resumen, resulta fundamental apartarse del error tanto como sea posible y, a cambio, ofrecer respuestas exactas y soluciones a prueba de fallos. De conformidad con estos *desiderata*, el enfoque tradicional de la evaluación incorporaba entre sus criterios más importantes aspectos como la objetividad, la validez cuantitativa y la corrección de resultados. En síntesis, el enfoque tradicional de la evaluación para las ciencias naturales se resume en una especie de «todo o nada» bajo cuyo manto protector (ya sea que se otorgue algún valor a las etapas previas o a los procesos de resolución de problemas, o que la evaluación se concentre exclusivamente en los resultados) se reproducen los estilos de enseñanza y de cultivo de la ciencia mediante los cuales se han formado numerosas generaciones de académicos.

Infortunadamente, la ciencia clásica no pudo cumplir sus promesas y junto con su propio descalabro arrastró casi todos los compromisos epistemológicos en que se había fundamentado, y que para muchos intérpretes todavía constituyen los pilares básicos de la práctica y la enseñanza de la buena ciencia. El filósofo vienés Karl Popper ha explicado claramente las razones por las cuales resulta indispensable cuestionar compromisos epistemológicos como: el carácter objetivo de la ciencia, la necesidad de apelar a métodos inductivos, la posibilidad de alcanzar la certidumbre mediante sus teorías, la precisión de sus descripciones o predicciones, y las ventajas de usar los métodos de contrastación verificacionistas. Aunque este no es el momento adecuado para desarrollar tales razones, permítanme, al menos, recordarles que prácticamente todos los compromisos epistemológicos que ellas implican se desploman junto con el colapso de la inducción. Y aunque este es un asunto controvertido, por mi parte, no tengo la menor duda de que la ciencia natural no ha procedido, ni puede proceder, mediante nada que se parezca remotamente a lo que los lógicos han denominado inducción.<sup>6</sup>

Con el fin de esclarecer la postura que yo defiendo, concentremos la discusión en uno de los principios epistemológicos de mayor aceptación entre los defensores de la concepción ordinaria de la ciencia. En su formulación más fuerte sostiene que las teorías científicas son verdaderas, y en la más débil sustituye este planteamiento con la tesis de que el fin de la ciencia consiste en la búsqueda y establecimiento de certidumbres. Antes de examinar los detalles de este principio, es necesario hacer dos precisiones. Primero, que la noción de teoría que nos interesa aquí es de naturaleza empírica, pues teorías analíticas (como las que pertenecen a las llamadas ciencias formales) bien pueden ser verdaderas sin que ello afecte la presente discusión.<sup>7</sup> Segundo, que la noción de *certidumbre* es estrictamente subjetiva (corresponde a un estado psicológico) y, en consecuencia, poco aporta a la consecución de otros principios de importancia cardinal, como el de objetividad. Para efectos de caracterizar mi posición, asumo la concepción enunciativista de las teorías, según la cual las teorías son sistemas (o conjuntos) de enunciados y la complementación con la teoría correspondentista de la verdad, de acuerdo con la cual un enunciado es verdadero, si y sólo si, lo que dice corresponde a los hechos. Desde este punto de vista, una teoría es verdadera si todos sus enunciados son verdaderos (en este caso, su valor de verdad es función del valor de verdad de todos los

---

<sup>6</sup> El lector interesado puede consultar la abundante bibliografía de y sobre Popper. He incluido una presentación esquemática del problema en mi *Introducción a la lectura de Popper*. Manizales: Universidad de Caldas, 2001.

<sup>7</sup> Por esta razón, en lo sucesivo, cada vez que hablemos de teoría, se entiende que estamos hablando de *teoría empírica*.



enunciados que la componen). Por razones lógicas, una teoría es falsa si uno solo de sus enunciados es falso.

Supongamos que, en efecto, el conjunto de enunciados (empíricos) que compone una teoría puede aparearse con el conjunto de hechos que conforman el estado de cosas correspondiente. Para una teoría verdadera, la operación de apareamiento debería ser perfecta. Todos los enunciados corresponderán a hechos y no hallaremos ningún enunciado que deje de cumplir este criterio. Desafortunadamente esto rara vez ocurre (excepto en el caso de teorías formuladas pobremente o totalmente simples y anodinas). Una actitud más realista hacia la ciencia nos aconseja esperar un ajuste parcial en tales intentos de apareamiento: algunos de los enunciados de la teoría se ajustarán a los estados de cosas y otros no. Si logramos distinguir grados o niveles en el ajuste parcial, podríamos llegar a una caracterización alternativa de la verdad, en términos de lo que Popper ha denominado *verosimilitud*. Resulta tentador pensar, para cada teoría en particular, que entre más enunciados logremos aparear con el estado de cosas, obtendremos un mayor grado de verosimilitud. Esto, sin embargo, no puede ser correcto. No se trata simplemente de contar instancias exitosas de correspondencia y tomar decisiones sobre el grado de verosimilitud atribuido a una teoría, pues ciertas operaciones lógicas (e.g. *reiteración*; *conjunción*) pueden incrementar artificialmente el número de enunciados verdaderos, contaminando así nuestro criterio de verosimilitud. En otras palabras, la mera cardinalidad de ajustes exitosos no puede proporcionar una caracterización adecuada del grado de verosimilitud de una teoría.

Se puede obtener una cualificación más adecuada empleando un criterio para seleccionar los enunciados cuya verdad resulta importante al momento de decidir el estatus epistémico de una teoría. Supóngase que hacemos a un lado todas las verdades analíticas amén de descalificar las posibles operaciones lógicas que se pueden realizar con ellas. Además, supóngase que excluimos las operaciones lógicas ejecutadas sobre enunciados empíricos atómicos. Entonces, con ayuda de la noción de contenido empírico<sup>8</sup> podemos formular un criterio que nos permita determinar, dadas dos teorías rivales, cuál es más verosímil. Una teoría  $T_2$  es más verosímil que una teoría rival  $T_1$ , si la razón de sus enunciados empíricos verdaderos con respecto a los falsos es mayor que la de  $T_1$  (siempre y cuando  $T_2$  no tenga más enunciados falsos que  $T_1$ ).<sup>9</sup> Pero esto significa también que  $T_2$  tiene más contenido empírico

<sup>8</sup> Popper lo define así: «el contenido empírico de un enunciado  $p$  es la clase de sus falsadores potenciales.» Este contenido aumenta con el grado de falsabilidad de un enunciado, ya que entre más prohíbe un enunciado, tanto más dice sobre el mundo de experiencia posible. Popper, Karl. *Lógica de la Investigación Científica*. Madrid: Técnos, 1982. pág. 114

<sup>9</sup> Esta formulación es, en realidad, una variante de la definición cualitativa de la verosimilitud

que  $T_1$ . Por otro lado, aunque idealmente se puede considerar la posibilidad de una teoría científica genuina que carezca por completo de enunciados falsos, y por tanto tenga el máximo grado de verosimilitud (en otras palabras, que fuese absolutamente verdadera) la historia de la ciencia conocida muestra que, salvo para teorías triviales, este no parece ser un fin alcanzable. Si restringimos nuestra investigación a las teorías que efectivamente han sido producidas por la mente humana, pronto llegamos a la conclusión de que ninguna de ellas cumple el criterio para ser considerada absolutamente verdadera, pues todas ellas contienen algunos enunciados falsos.

### ¿Hay teorías verdaderas?

En el mundo de la academia, muchas personas se resisten a aceptar mi anterior conclusión. Esencialmente se levantan dos tipos de crítica. Según el primer tipo, las teorías científicas que gozan de mayor reconocimiento (como por ejemplo, la física de Newton o la de Einstein), son verdaderas *simpliciter*. Como se ve fácilmente, esta posición es tributaria del planteamiento controvertido de que teorías falsas puedan hacer parte del *conocimiento* científico (decir que podemos tener conocimiento falso parece ser una *contradictio in adjecto*). Según el segundo tipo, o bien es posible imaginar una teoría científica absolutamente verdadera, o bien cabe esperar que, en el futuro consigamos formular una teoría tal. Dicha posición resume lo que se ha llamado en la literatura, un argumento de concebibilidad o de posibilidad lógica. Voy a exponer algunas de las razones que fundamentan ambas críticas para luego responder a ellas.

He de admitir que la idea de que haya algo como «conocimiento falso» resulta extraña, y que si las teorías científicas no son verdaderas sino verosímiles, también debemos considerarlas falsas. Pero, ¿cómo podemos obtener conocimiento científico si nuestro único insumo corresponde a teorías falsas? Semejante situación no parece adecuada. La epistemología tradicional ha hecho de la verdad una condición esencial del conocimiento y ha rechazado la idea de que podamos tener conocimiento falso. Por supuesto, ningún popperiano desea afirmar que cuando falsamos una teoría científica (tomen el sistema aristotélico-ptolemaico del mundo como ejemplo) la *conocíamos* en el sentido tradicional de la palabra ‘conocer’. Esta dificultad se puede resolver apelando a la distinción que hace Popper entre conocimiento en sentido subjetivo y conocimiento en sentido objetivo. No parece razonable decir que alguien

---

que ofrece Popper en *Objective Knowledge*. Formalmente, se puede expresar como sigue. Hagamos de  $D_T$  (distancia a la verdad) una función de  $Ct_T$  (contenido de verdad) sobre  $Ct_F$  (contenido de falsedad). Entonces, una teoría ( $a$ ) será mejor que una teoría ( $b$ ) (le asignamos un mayor grado de verosimilitud a ( $a$ )) si y sólo si:  $Ct_T(a) / Ct_F(a) > Ct_T(b) / Ct_F(b)$  y  $Ct_T(a) \leq Ct_T(b)$ .

*conoce* una teoría (o un enunciado) falsa, pero no hay ningún problema en decir que una teoría falsa formaba parte de la ciencia vigente en una época histórica determinada, o de la cosmovisión de una comunidad científica en particular.<sup>10</sup> La crítica que ahora nos ocupa puede disolverse si indexamos las teorías empíricas a etapas en el desarrollo de la ciencia, porque sea lo que fuere lo que las teorías científicas nos proporcionan, en última instancia tiene que ser entendido en términos de *conocimiento*. Dicho *conocimiento* es muy diferente del conocimiento proposicional del tipo «sé que hace sol ahora» o «sé que Roberto tiene un Renault». En estas instancias, tratamos con asuntos que, pese a ser argüibles, se pueden decidir dentro de ciertos grados de certeza, lo cual no es nunca el caso del tipo de conocimiento incorporado en las teorías científicas. Podemos ilustrar mejor el contraste que hay entre esta clase de enunciados y los de la ciencia, mediante el siguiente pasaje:

[E]n el sentido usual de 'conozco', siempre que sé que llueve, tiene que ser verdad que llueve; porque si no es verdad, entonces simplemente no puedo saber que llueve, no importa cuán sinceramente pueda creer que lo sé. En este sentido de la palabra, 'conocimiento' siempre significa 'conocimiento cierto y verdadero'; y 'conocer' significa, además, estar en posesión de una *razón suficiente* para sostener que nuestro conocimiento es verdadero y cierto. [En contraste] no hay cosa tal como conocimiento científico en este sentido. No obstante, si elegimos calificar los resultados de nuestras actividades científicas con el nombre acostumbrado de 'conocimiento científico', entonces tenemos que tener claro que el conocimiento científico no es una especie de conocimiento, y mucho menos, una especie con alto grado de solidez o certeza. Por el contrario, si lo medimos con los máximos estándares de la crítica científica, el 'conocimiento científico' siempre será puro trabajo de adivinar –aunque adivinación controlada por la crítica y el experimento.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Para algunos autores, la distinción entre conocimiento y creencia explica adecuadamente esta situación. Sólo podemos conocer lo que es verdadero, pero podemos creer tanto enunciados verdaderos como falsos. En esta línea argumentativa, las teorías falsas simplemente forman parte del arsenal de creencias sobre el mundo que uno puede considerar en un momento dado. Haciendo a un lado las dificultades que infectan la distinción entre conocimiento y creencia, considero que esta es una buena respuesta si bien está lejos de ser la respuesta satisfactoria. Por ejemplo, no puede explicar la forma como entendemos y tratamos los productos de la ciencia en la actualidad, ni proporcionarnos una explicación apropiada del rol de las teorías superadas en lo que se considera como una empresa de largo plazo, a saber, la búsqueda de un conocimiento cada vez mejor y más profundo del mundo natural. (La solución popperiana estándar para este problema consiste en tratar las teorías falsas como conjeturas fallidas.)

<sup>11</sup> Popper, Karl. *Realism and the aim of science*. pp. 12-13. Este fragmento también nos enseña que las teorías científicas no representan la clase de conocimiento que puede ser justificado apelando a razones. Por el contrario, esta clase de conocimiento siempre es tentativo, y está sujeto a corrección. No se espera que la buena práctica científica inmune

Es posible enfrentar la segunda crítica con una estrategia diferente, para cuyo desarrollo debemos distinguir entre la posibilidad lógica de una teoría científica verdadera (en el sentido de la verdad de la conjunción de todos sus enunciados) y la posibilidad efectiva de obtenerla. Yo no planteo que una teoría verdadera sea una imposibilidad física o conceptual. Dicho planteamiento sería refutado rápidamente por la existencia de teorías triviales; el hecho de que podemos inventar teorías simples que lo sean; o por la existencia indiscutible de teorías analíticamente verdaderas en geometría y aritmética. Pero las teorías de los dos primeros tipos no contribuyen a la empresa de la ciencia (pues su contenido informativo es despreciable<sup>12</sup>), y Popper ha excluido taxativamente del campo de la ciencia empírica a las del último tipo, señalando que no buscamos la verdad *simpliciter*, sino que buscamos verdades interesantes, es decir, verdades informativas. En resumen, podemos cualificar mi controvertida conclusión agregando que ninguna teoría *epistémicamente interesante* es verdadera.<sup>13</sup>

### La enseñanza de las ciencias y las demandas de la evaluación

Si las ideas anteriormente expuestas son correctas, resulta indispensable revisar drásticamente enfoques docentes y prácticas evaluativas.

---

teorías bajo la excusa de que están firmemente establecidas en la experiencia o de que la evidencia disponible les brinda apoyo; más bien uno se prepara para aceptar que las teorías tienen que ser recompuestas cada vez que (como resultado de una crítica seria) se encuentran razones que hagan aconsejable abandonar esas partes que han fallado el dictamen de la experiencia e introducir cambios que puedan incrementar su falsabilidad al igual que su verosimilitud.

<sup>12</sup> «Es muy importante que procuremos conjeturar teorías verdaderas; pero la verdad no es la única propiedad importante de nuestras teorías conjeturales; porque no estamos particularmente interesados en proponer trivialidades o tautologías. ‘Todas las mesas son mesas’ es en efecto verdadera –es mucho más verdadera que las teorías de la gravitación de Newton y Einstein– pero no es excitante desde el punto de vista intelectual: no es tras lo que vamos en ciencia.» Popper. *Objective Knowledge*: 54

<sup>13</sup> Debe quedar claro que, desde un punto de vista pragmático, no tenemos esperanza de desarrollar una teoría comprensiva y verdadera sobre el mundo, en el futuro, y ello porque una teoría genuinamente interesante sobre un sector de la realidad difícilmente puede agotar todos sus aspectos, ya que cuando parece explicarlos de manera comprensiva, descubrimos nuevos aspectos que desconocíamos o habíamos pasado por alto antes, lo cual la convierte en una aproximación más bien cruda a los fenómenos. Si esto es correcto para una teoría restringida que habla sólo acerca de un sector del mundo, *a fortiori*, debería serlo para una teoría comprensiva sobre la totalidad del mundo. A quienes sostienen la tesis de que es posible formular una teoría verdadera sobre el mundo, aunque de alcance limitado, podemos responder apelando a la distinción entre posibilidad real y posibilidad conceptual. Dada la complejidad del mundo físico y las limitaciones del ingenio humano tal teoría (aunque quizá más fácil de obtener) tampoco parece factible. No tenemos ningún ejemplo en la historia de la ciencia, jamás se ha producido una sola teoría que pueda satisfacer los exigentes requisitos para ser comprensivamente verdadera y no veo ninguna razón para pensar que la situación puede cambiar en el futuro.

Por ejemplo, no tiene sentido insistir en una imagen inadecuada de la ciencia, que nos la presenta como el modelo de conocimiento verdadero por excelencia, cuando (al menos para los epistemólogos) está claro que las teorías científicas son meras aproximaciones al mundo natural y que no es posible lograr casi ninguno de los restantes *desiderata* tradicionalmente atribuidos a la empresa científica. Además, si tenemos en cuenta que una epistemología inadecuada entorpece nuestra comprensión de las ciencias, y lo que es peor, se traslada a nuestros enfoques docentes y a nuestras prácticas de evaluación, no encuentro razones para no hacer explícitos nuestros compromisos epistemológicos en la docencia, y para no introducir los cambios que podrían remediar la situación.

Consideren los objetivos que se proponen los profesores de ciencias, o de materias relacionadas con ellas. No sólo dan por descontado el carácter privilegiado del conocimiento científico, sino que suelen acompañarlo por adhesiones metodológicas a las que se confiere una importancia singular. Desde este punto de vista, se supone que las metas de la educación superior quedan bien servidas si familiarizamos a los estudiantes con los detalles de las teorías científicas generalmente aceptadas (proceso que incluye el dominio de herramientas formales para desarrollar enunciados, y formular y resolver adecuadamente problemas teóricos); los capacitamos para replicar soluciones tecnológicas y, eventualmente, introducir algunas modificaciones creativas (para lo cual se requiere el empleo de *la metodología* correcta); y finalmente –para el caso de programas de formación avanzada–, conseguimos que aporten alguna innovación propia, que represente alguna forma reconocible de progreso.

Ahora bien, para determinar el cumplimiento de tan ambiciosos objetivos, empleamos criterios de evaluación que promueven el desarrollo de las habilidades *inferiores* de pensamiento (por ejemplo, la memoria, crucial para demostrar el grado de familiaridad con los temas, problemas y soluciones propios de una teoría científica) y luego nos declaramos sorprendidos ante el fracaso de nuestros estudiantes en la consecución de logros concretos en la adaptación creativa de soluciones tecnológicas y la generación de innovaciones genuinas (las cuales requieren de las habilidades *superiores* de pensamiento). Pero es que como el mismo Kuhn lo reconoció en su *Estructura de las Revoluciones Científicas*, la mayor parte de las actividades de enseñanza (en la Universidad) encaminadas a la formación de miembros de comunidades académicas, no alcanzan sino a reproducir los paradigmas (o teorías científicas) y, a asegurar su conservación. La ciencia normal es por esencia conservadora y puede hacer poco para promover la creatividad y la innovación. En este sentido, las exigencias de corrección formal y dominio exhaustivo del aparato conceptual de las teorías corresponden a

lo que, a mi juicio, es una epistemología inadecuada. Superarla implica, cuando menos, revisar nuestras actitudes hacia el error, redefinir los objetivos de la enseñanza superior y ajustar nuestras prácticas de evaluación de manera consecuente.

A favor de la concepción ordinaria de la ciencia, se suelen mencionar logros como los de la tecnología electrónica moderna o los de la ingeniería aeroespacial. Se supone que ambas áreas ejemplifican de manera contundente la forma como la ciencia puede realizar el objetivo de la precisión. Sin embargo, la noción de precisión es en sí misma una noción relativa a los instrumentos y escalas que se usan para realizar las mediciones y, como es bien conocido por todos, teóricamente no parece haber límites a los grados de refinamiento que es dable introducir en tales escalas. Esto significa que no hay estándares independientes mediante los cuales podamos juzgar la precisión, y en consecuencia, que no es posible formular una definición de tal concepto que no sea irremediabilmente circular. De nuevo, la dificultad puede resolverse apelando a una noción subsidiaria como la de aproximación. Es un hecho que para diversos efectos pragmáticos podemos satisfacernos con niveles de aproximación variables, e incluso que en muchos casos asociamos la idea de progreso a una mejora apreciable en el grado de precisión con que podemos reproducir un fenómeno o intervenir un estado de cosas. No obstante, debe quedar claro que la idea tradicional de precisión -como una de las características definitorias de la ciencia- es totalmente inadecuada. Como el primer paso para resolver un problema consiste en reconocer su existencia, en lo que sigue, presentaré algunas ideas que nos pueden ayudar a identificar la forma en que una epistemología inadecuada puede afectar nuestra docencia, y cómo podríamos minimizar sus efectos en el aula.

### **Elementos para una propuesta evaluativa bien informada epistemológicamente**

Según lo planteado en las secciones anteriores, resulta recomendable examinar críticamente nuestra epistemología, revisar nuestra concepción sobre el proceso de crecimiento de la ciencia y ajustar las prácticas de docencia y de evaluación en concordancia. Uno de los corolarios de mi posición indica que el profesor universitario transfiere sus compromisos epistemológicos a sus actividades de enseñanza y evaluación. La investigación sobre el tema ha revelado que la mayor parte de estos compromisos son implícitos, por lo cual vale la pena diseñar estrategias para hacerlos explícitos. Con todo, la principal estrategia para lograr este propósito pasa por el examen crítico permanente de nuestras creencias sobre el tema, con ayuda de lo que ha establecido la filosofía de la ciencia reciente. Lamentablemente, los resultados de semejante examen no son inmediatos y cabe especular que la situa-

ción ideal -en la que adoptamos compromisos epistemológicos más adecuados, o al menos tenemos claridad sobre las implicaciones de aquellos compromisos que deseamos conservar a pesar de sus problemas o limitaciones- sólo se conseguirá tras años de ardua labor. Mientras tanto, basta con que los docentes interesados en introducir algunas modificaciones en sus prácticas de enseñanza y evaluación acepten que los siguientes planteamientos representan adecuadamente una epistemología mejor que la que se esconde tras la concepción ordinaria de la ciencia:

1. Las teorías científicas, incluyendo aquellas que gozan de mayor prestigio, son simplemente aproximaciones burdas al estado de cosas.
2. Desde la concepción enunciativista de la ciencia, las teorías científicas son esencialmente falsas.
3. El éxito empírico constituye únicamente un indicador de aproximación a la verdad, y de ninguna manera prueba que una teoría sea correcta.
4. En razón del principio Duhem-Quine, el hecho de que las aplicaciones tecnológicas funcionen adecuadamente no demuestra que las teorías de las cuales tales aplicaciones dependen sean verdaderas.
5. Debido a las razones 1-4 es preciso modificar la forma como tradicionalmente se ha considerado el error en ciencia.

Habrà, seguramente, algunos que se resistan a aceptar estos postulados. Su caso requiere un tratamiento diferente y es motivo de preocupación para aquellos que, como yo, consideran que la epistemología a la que uno se suscribe afecta el conjunto de sus actividades académicas. Mis recelos al respecto tienen que ver con el hecho de que los compromisos epistemológicos que he identificado en la concepción ordinaria de la ciencia natural, constituyen el fundamento de visiones de la ciencia claramente incompatibles con la historia misma de la evolución de las teorías científicas y con los resultados positivos de los debates epistemológicos durante los últimos treinta años. Debido a su enorme complejidad, abordar cada uno de los compromisos epistemológicos de los docentes universitarios y examinar sus implicaciones excede los límites que he impuesto al presente trabajo. En su lugar, podemos restringirnos al tema del error en ciencia (y naturalmente en evaluación). Mediante esta estrategia podremos adaptar las sugerencias aquí desarrolladas a la situación actual de la universidad colombiana, e invitar a aquellos que comparten los cinco postulados de la lista anterior a revisar cuidadosamente sus prácticas de enseñanza y evaluación.

Si aceptamos que las teorías científicas son esencialmente falsas, podremos construir una teoría del error que supere el falso dilema del

«todo o nada». Una teoría semejante debería reconocer que así como hay verdades y certezas estériles (por ejemplo, las que provienen de teorías triviales, o aquellas que simplemente registran hechos) también puede haber errores fértiles. El error fértil es aquel que acrecienta nuestra comprensión del problema, y el que aun cuando eventualmente debamos rechazar por entrar en conflicto con el mundo, nos señala rutas promisorias, que una vez recorridas nos permiten avanzar en la dirección correcta. Naturalmente, una estrategia de evaluación adecuada ha de superar las dificultades bien conocidas del «todo o nada». Mediante una epistemología más refinada resulta no sólo permisible sino aconsejable, que se examine el error a fin de determinar su naturaleza y estimar las posibilidades que ofrece. Aquellos de ustedes familiarizados con la historia de la ciencia, sin duda recuerdan el caso del *Mysterium Cosmographicum* de Kepler, el libro en que se formularon las famosas tres leyes del movimiento planetario. Se ha descubierto que en su desarrollo Kepler incurrió en errores notorios que paradójicamente se cancelaban uno tras otro produciendo, finalmente, el resultado correcto. Esta anécdota debe bastar para convencer a quienes todavía albergan dudas sobre la pertinencia de mi recomendación acerca de la teoría del error fértil.<sup>14</sup>

Ahora bien, cualquier enfoque evaluativo que reconozca la pertinencia de la teoría del error fértil debe estar diseñado de manera tal que pueda (i) discriminar el error de acuerdo con su naturaleza (incluidos aquellos que se pueden anticipar) y (ii) reconocer diversos grados de aproximación, que aunque erróneos puedan recibir cierto crédito. Por supuesto, es indispensable distinguir entre los errores que no llevan absolutamente a ninguna parte y aquellos que son promisorios. Una forma de hacerlo, consiste en trasladar la tesis central de la teoría de la aproximación a la verdad (según la cual, aunque todas las teorías son falsas, cada una de ellas constituye una aproximación al estado de cosas; y en una serie de teorías competidoras es factible determinar cuál de ellas constituye una mejor aproximación, y ordenarlas según este criterio) al caso de los errores que aparecen en los productos de los estudiantes. De este modo, sería posible ordenar y evaluar los errores según su grado de proximidad al estado de cosas, o según la calidad de sus promesas. Propongo denominar esta forma de valorar los errores: *Evaluación Estructurada, o por Grados de Aproximación*. En los literales siguientes, presento algunos lineamientos que habría que tener en cuenta para poner en funcionamiento un sistema de evaluación así.

a. Cuando el objetivo consiste en realizar operaciones algorítmicas, en las que el estudiante debe demostrar un grado suficiente de dominio de

---

<sup>14</sup> Dejo de lado la cuestión de los descubrimientos serendípicos. Muchos autores han interpretado esta clase de eventos como uno de los posibles resultados de incurrir en un error (en la dirección en que se está buscando una solución específica).



las reglas de transformación y separación de entidades lógico-conceptuales no parece posible aceptar resultados erróneos. No obstante, sí es perfectamente posible valorar avances parciales y sobre todo aspectos como la suficiencia en el manejo de grupos de reglas.

b. Siempre que el objetivo consista en proponer soluciones conviene distinguir entre la cuestión simple (la solución funciona o no funciona) y los matices en el caso de que la solución funcione (qué tan bien funciona en términos de economía, eficiencia, eficacia etc.). Aún si la solución no funciona, es perfectamente dable evaluar de manera positiva aspectos como la estrategia empleada, la formulación del problema, el tratamiento que se ha dado a otras soluciones disponibles en la literatura, etc.

c. Si lo que nos interesa es el conocimiento procedimental sobre aspectos teóricos resulta importante evaluar niveles o grados de familiaridad con respecto a los conceptos fundamentales de las teorías, la capacidad para relacionar los conceptos y nociones involucrados, la habilidad para distinguir enfoques, y la fluidez para transferir conceptos y extrapolar conclusiones, entre otros.

En este mismo orden de ideas, es recomendable separar la evaluación de procedimientos, de la que se efectúa sobre los resultados. Como lo expresé antes, una de las metas fundamentales de la ciencia consiste en la resolución de problemas. Pero en el contexto del desarrollo de habilidades de pensamiento superior, concedemos más importancia a la creatividad y a la innovación, que a la mera replicación de procedimientos probados que han pasado a hacer parte del conocimiento de dominio público. Dado que la evaluación no sólo retroalimenta a los alumnos sino que debe servir como fuente de retroalimentación para nuestro propio trabajo docente, conviene recordar aquí la importancia de modificar las actividades de instrucción tomando como fuente el resultado de las evaluaciones aplicadas a los estudiantes. Es dudoso, por ejemplo, que podamos promover el desarrollo de innovaciones significativas en ciencia si persistimos en la idea de que las teorías son verdaderas, pues si partimos de semejante concepción, no tendríamos razones para pensar en proponer teorías alternativas y mucho menos para esperar que los estudiantes se animen a proponer ideas nuevas. También es dudoso conseguir la producción de innovaciones tecnológicas importantes si no se promueve el trabajo en equipo, o se estimula la creatividad. Los desarrollos tecnológicos en el mundo real provienen de laboratorios dotados de ingentes recursos, donde laboran equipos altamente calificados de investigadores de primera línea. Resulta curioso, por decir lo menos, que nuestras universidades declaren su deseo de estimular la innovación, pero parezcan promover el trabajo individual del investigador aislado. Si concebimos a nuestros estudiantes como futuros investigadores, hemos de aprovechar ciertas actividades

de evaluación (por ejemplo proyectos, talleres de laboratorio o actividades similares) para empezar a integrar grupos de trabajo y promover las competencias que este tipo de experiencia requiere.

Por último, quizá valga la pena expresar algunas recomendaciones más puntuales sobre la evaluación en el aula. Como bien se sabe, la evaluación no sólo sirve el propósito de generar una nota y permitirnos la toma de decisiones académicas (promoción, retención, etc.). Tal vez, uno de sus propósitos fundamentales sea el de permitirnos identificar falencias a un doble nivel. El de nuestras propias actividades de enseñanza, y el del proceso de recepción y apropiación de teorías, principios, conceptos, nociones, destrezas, etc., por parte de nuestros estudiantes. Es precisamente en este campo donde necesitamos hacer cambios drásticos. Permítanme resumir en una serie de conclusiones-recomendaciones la esencia de mi propuesta.

1. Discuta detalladamente con sus alumnos aspectos como la naturaleza, periodicidad, características, condiciones y criterios de cada uno de los eventos evaluativos.
2. Aclare, de antemano, aquellos aspectos en los que se concentrará su evaluación y defina el peso que se dará a los diversos componentes de cada producto.
3. Emplee reglas de evaluación diferentes para medir logros en el nivel declarativo y el procedimental.
4. En aquellos casos en los cuales es posible separar o distinguir procesos o etapas en el logro de un objetivo mayor, asigne valores parciales conmensurados a dichos procesos o etapas.
5. Recuerde que existen errores fértiles. Por lo tanto, haga provisiones para asignar evaluaciones positivas a ciertos errores o fracasos fértiles.
6. Tenga en cuenta que la objetividad en la evaluación es un ideal y no una realidad. Por consiguiente, es preciso considerar estrategias alternativas, como por ejemplo la evaluación intersubjetiva, la evaluación anónima, la evaluación de pares, la evaluación integral de los productos realizados, y de las competencias efectivamente exhibidas por el alumno, etc.

### **Bibliografía**

ANDERSON, J. R. *The architecture of cognition*. Cambridge: Harvard University Press, 1983.

GARCÍA DUQUE, Carlos Emilio. *Introducción a la lectura de Popper*. Manizales: Universidad de Caldas, 2001.

Carlos Emilio García Duque

\_\_\_\_\_ *Evolución histórica del pensamiento científico*. Manizales: Universidad de Manizales, 1998.

POPPER, Karl. *Lógica de la Investigación Científica*. Madrid: Técnos, 1982. pág. 114

\_\_\_\_\_ *Objective Knowledge*.

\_\_\_\_\_ *Realism and the aim of science*.

WAGNER, R. K. & STERNBERG, R. J. «Alternative conceptions of intelligence and their implications for education.» *Review of Educational Research* 54, (1984).

### **Carlos Emilio García Duque**

Diplomado en Filosofía y Letras de la Universidad de Caldas, Magíster en Filosofía por la Universidad Nacional de Colombia, Master of Arts en Educación por University of Iowa, Ph.D. en Filosofía (Énfasis en Epistemología) por la University of Florida - Gainesville (E.U.). Autor de numerosos ensayos en el área de la Historia de la Ciencia, la Filosofía de la Ciencia y la Informática Educativa. Miembro de la Sociedad Colombiana de Filosofía, de la Florida Philosophical Association y de la *Phi Lambda Theta* (Honor Education Society). Profesor Investigador de la Facultad de Contaduría Pública de la Universidad de Manizales y Profesor titular del Departamento de Filosofía de la Universidad de Caldas.