

# **ENSEÑAR A COMPRENDER LA CIENCIA DESDE UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA: APLICACIÓN DEL MODELO DE TOULMIN A LA EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE “FISIOLOGÍA CARDÍACA”**

**URIBE, M. Y QUINTANILLA, M.**

Departamento de Didáctica. Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile.

---

## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

- Realizar un análisis histórico acerca de la evolución del concepto de fisiología cardiaca desde las civilizaciones antiguas hasta el siglo XVII.
- Aplicar el modelo de Toulmin a la evolución de los conceptos sistematizados
- Plantear algunas hipótesis acerca de las ventajas de utilizar la historia de la ciencia en la enseñanza del concepto de sangre y sistema cardiovascular

## **1. MARCO TEÓRICO SUSTENTADO**

Para la mayoría de los profesores y científicos, la historia de la ciencia aparece como un “conjunto de hechos linealmente ordenados” basados en algún contenido específico que poco o nada ofrece a la reflexión y el análisis de la construcción del conocimiento científico. Esto ha favorecido actitudes que intentan “neutralizar” el desarrollo de la ciencia y la tecnología en diferentes momentos de la historia desconectándola de los procesos de enseñanza y aprendizaje, como si la ciencia fuera “ahistórica” y los científicos se comportaran de manera invariable en el tiempo. Es por ello que resulta muy relevante instalar la discusión sobre la necesidad de introducir la historia de la ciencia en la formación inicial y permanente del profesorado no sólo como un invariante curricular, sino como un factor de discusión teórica y epistemológica acerca de la naturaleza de la ciencia, sus métodos y objetos de estudio lo que contribuiría a consolidar representaciones simbólicas muy diferentes al positivismo más ortodoxo (Quintanilla, 1999). La hipótesis que sustentamos es que es posible utilizar aspectos concretos de la historia de la biología de manera que se plantee el origen histórico de las principales líneas de investigación, se muestre el proceso de creación y desarrollo de los principales conceptos y teorías, como fruto de un trabajo colectivo y de una construcción humana, en la que hay polémicas, tensiones y distensiones, y se analice la complejidad de las relaciones ciencia – tecnología - sociedad (CTS) a lo largo de la historia, con las implicaciones de transformación de los procesos sociales y de convivencia que ello ha generado para la humanidad (Baraona, 1994).

En un sentido aún más complejo, el camino de la formación científica requiere necesariamente una argumentación didáctica conectada al análisis de los diversos factores que han condicionado, sino determinando, las maneras en que se aprende a enseñar y a divulgar el conocimiento científico, en distintas épocas y culturas. En su libro “la comprensión humana” Toulmin, (1977) instala una discusión acerca del “cambio conceptual” y del “cambio científico” en orden a evaluar las categorías de análisis por donde se moviliza el conocimiento científico desde la lógica del objeto y del sujeto. Al respecto, el autor incorpora uno de los

temas más polémicos para muchos hombres de ciencia de concepciones más bien racionalistas “duras”, esto es, la naturaleza valórica e intersubjetiva de la ciencia y sus métodos. La base de su argumentación establece a lo menos cinco tipos de “fenómenos científicos”, ampliamente definidos y caracterizados: fenómenos de la ciencia que él denomina “racionales” sin procedimientos disponibles; fenómenos científicos explicados hasta cierto punto y deseables de apropiarse de una mayor precisión y comprensión; fenómenos científicos en los cuales se establece una mutua relación entre conceptos que coexisten en una misma rama de la ciencia; fenómenos científicos en los que la mutua relación entre conceptos que coexisten en diferentes ramas de la ciencia pueden explicarse desde diferentes ángulos y naturalezas y, lo que él llama problemas entre conceptos y procedimientos corrientes (actitudes e ideas de la gente en general). Por tanto, si asumimos el carácter “dinámico y cambiante” del conocimiento, es evidente que la reflexión y análisis de estos cambios deben estar integrados en la formación inicial y permanente del profesorado de ciencias, puesto que favorece la comprensión de una *racionalidad moderada* acerca de los hechos, fenómenos, métodos y contextos en los que dicho conocimiento se construyen y, en consecuencia, se divultan y enseñan.

En nuestra comunicación se presenta una sistematización acerca de la evolución del concepto de sangre desde los egipcios hasta el siglo XVII, cuando Harvey consolida un “modelo científico” de Circulación Sanguínea. A continuación, aplicamos el modelo de Toulmin para analizar la evolución de los conceptos de movilidad sanguínea, septum y frecuencia cardiaca

### 3. DESARROLLO DEL TEMA

El sistema cardio-vascular agrupa un conjunto de estructuras anatómicas y sus correspondientes relaciones fisiológicas que al momento de ser representadas (y por tanto enseñadas) requieren de múltiples conceptos referidos al corazón, sangre, arterias, venas, válvula, etc. A su vez, las ideas del corazón pueden ser analizadas desde distintos ámbitos, es así como existen conceptos referentes a su función, a su estructura anatómica, a su relación con la sangre, con otros órganos, etc. Las múltiples ideas acerca del sistema cardiovascular, toman forma y significado en momentos específicos de la historia de la ciencia, constituyéndose en un todo armónico, no por ello trivial. Estos conjuntos de ideas que se entrelazan y estructuran en modelos científicos presentan, como indica Thomas Kuhn,<sup>1</sup> una tendencia al hermetismo y a la no aceptación de nuevas ideas en períodos de plena vigencia de la llamada *ciencia normal*.

Dada la complejidad que conlleva realizar un análisis que contemple el desarrollo histórico de los conceptos del sistema circulatorio en su conjunto, se ha preferido acotar este análisis a los factores fisiológicos cardíacos, siendo conscientes que no son independientes de las concepciones respecto a otros componentes de este sistema y de las diversas relaciones que se establecen hoy entre ellos tanto a nivel macroscópico como microscópico.

Para realizar el análisis evolutivo de las concepciones sobre la fisiología cardiaca a través de la historia se utilizó el *modelo de cambio conceptual* que Toulmin (1977) denomina *representación longitudinal*. Las representaciones longitudinales o genealógicas se refieren al seguimiento de un concepto determinado a través del tiempo. En nuestro caso significa analizar la evolución de los conceptos fisiológicos cardíacos, pese a que solo será desarrollada la representación longitudinal (Figura 1) sería interesante realizar las representaciones transversales y evolutivas referentes a estos contenidos a futuro. Para ello, estudiamos las concepciones referidas al tema que planteaban las civilizaciones antiguas (egipcios, griegos, árabes) y algunos destacados científicos medievales y renacentistas (ver síntesis del estudio).

1. Kuhn, T. (1975) *La estructura de las revoluciones científicas*. México, Fondo de Cultura Económica

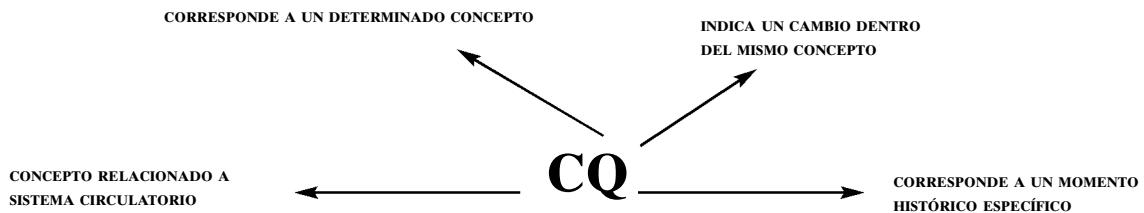
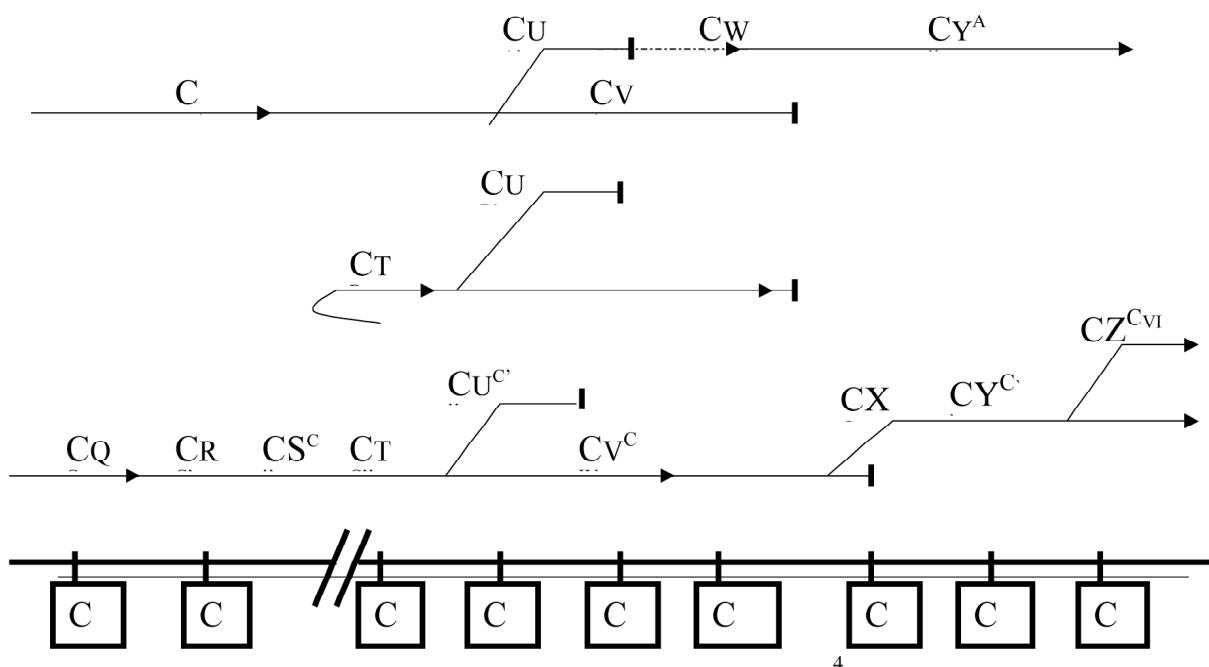


FIG. 1  
Nomenclatura utilizada en el análisis longitudinal que plantea Toulmin.

Conceptos desarrollados en la representación longitudinal:

A = MOVIMIENTOS DE LA SANGRE PRODUCIDOS POR EL LATIR DEL CORAZÓN  
 B = PRESENCIA DE SEPTUM  
 C = DINÁMICA CARDIOVASCULAR

Síntesis del estudio realizado, analizando la evolución del concepto de sangre



4

## CONCLUSIONES

Las representaciones longitudinales de estos conceptos, nos permiten visualizar la dinámica del cambio conceptual en su conjunto, observando el nacimiento de las ideas iniciales como protoideas, simples y poco elaboradas y su evolución e incluso su anulación o desaparición, debido a factores políticos, filosóficos, lingüísticos, culturales, entre otros. Un ejemplo de esto es la idea planteada por Galeno de los poros que comunicaban ambas cámaras del corazón, idea que se mantuvo desde el siglo II y que recién se vio "amenazada" en el siglo XVII, sucumbiendo finalmente ante las observaciones acuciosas de algunos anatómistas. Del mismo modo, resulta interesante de observar, la evolución de la idea de Circulación Menor, ya que Ibn Al-Nafis (1205-1288 d.C) describió con gran precisión el cómo la sangre pasaba del ventrículo derecho al izquierdo mediada por los pulmones, sin embargo estas ideas no fueron reconocidas hasta su traducidas al latín poco antes que Servet y Colombo las manifestaran, ¿coincidencia o reproducción de las ideas de Ibn Al-Nafis?

Otros análisis específicos se pueden realizar observando la evolución y el entramado de relaciones que se tejen entre los diferentes conceptos científicos en la historia de la ciencia. Es por esto, que los esquemas transversales y evolutivos de los conceptos abordados en el modelo de Toulmin, serán desarrollados posteriormente, con el fin de completar el presente análisis longitudinal.

Desde el punto de vista didáctico, que es nuestro norte, pensamos que es posible incorporar estos elementos de análisis en la enseñanza del sistema cardiovascular puesto que favorecen la discusión y el desarrollo del lenguaje, aprendiendo a comprender la ciencia desde una perspectiva histórica y contextualizando el desarrollo del conocimiento a una época, sus valores, puntos de vista, conflictos, instrumentos, etc., que puede ser valorado positivamente por los estudiantes.<sup>2</sup> Esto se podría lograr elaborando unidades didácticas que resignifiquen los temas tratados permitiendo que los estudiantes relacionen, comparan, expliquen y describan el concepto de sangre desde una orientación histórica que favorece además el desarrollo de habilidades cognitivo lingüísticas.

#### ***Agradecimientos***

Esta ponencia forma parte del proyecto Editorial de la Vicerrectoría de Comunicaciones y Extensión de la PUC quien lo financia en su producción así como del Programa de colaboración Internacional: *Desarrollo y caracterización de un modelo de formación inicial y continua de los profesores de ciencias experimentales* financiado por la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica(CONICYT) de Chile; El Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas de la U. Autónoma de Barcelona, la Dirección de Universidades Investigación y Sociedades de la Información de la Generalitat de Catalunya. España y de la Beca Presidente de la República de uno de sus autores.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BARONA, J. (1994) *Ciencia e Historia. Debates y tendencias en la historiografía de la ciencia*. València, SEC/Universitat de València.
- ESTANY A. & IZQUIERDO,M (1990) *La evolución del concepto de afinidad analizada desde el modelo de S. Toulmin*. LLULL, vol 13, 1990, 349-378
- QUINTANILLA, M (1999) *El dilema epistemológico y didáctico del currículum de la enseñanza de las ciencias: ¿Cómo abordarlo en un enfoque CTS?* Rev.Pensamiento Educativo. N° 25 pp 299-334. ISSN0717-1013 Santiago, Chile.
- TOULMIN, S. (1977) *La comprensión humana. I El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid, Alianza Universitaria.

2. Hemos visto que la incorporación de elementos históricos modifica la actitud de los alumnos hacia la clase de ciencias. Al respecto ver: SAFFER,G & QUINTANILLA,M (2004) *Uso de la historia de la física en la enseñanza de las leyes de Kepler. Aspectos epistemológicos y didácticos*. Actas del III Congreso Iberoamericano de Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Guatemala.