

# LA PROFESIONALIZACIÓN DE LA CIENCIA Disyuntivas torales. El caso de la Biología

TEMÍSTOCLES MUÑOZ LÓPEZ

JAQUELINA LIZET HERNÁNDEZ CUETO

LILIA SÁNCHEZ RIVERA

## “LA UNIVERSIDAD EN TRANSFORMACIÓN”

**El cambio estructural de las Instituciones de Educación Superior, en la reconstrucción del Estado y el tejido social.**

**Area temática V. Calidad, flexibilidad e innovación de las funciones académicas en la universidad latinoamericana.**

**Subtema:** - La producción académica de las universidades y su vinculación con el sector social y productivo.

Palabras clave: Educación superior. Formación científica. Ciencia. Profesión.

### RESUMEN

El artículo refiere la transformación curricular de las carreras de Ciencia en México en las últimas décadas, a partir del ejemplo de la Biología. Se evidencia que las carreras de ciencias se han profesionalizado progresivamente en su currículum y sus planes de estudio, e inclusive algunas han agregado a su nombre el título de Licenciado en... El resultado son carreras que se denominan como la ciencia misma (Biólogo, Físico, Químico, Geólogo, etc.) pero que tienen contenidos orientados a especialidades de la ciencia que deforman su orientación y la formación científica. Otro efecto es la conservación de grandes núcleos de contenido general de la ciencia, y más recientemente de especialidades particulares de moda, sin lograr abordar y cubrir satisfactoriamente las expectativas de uno u otro campo del saber. Se asume que una profesión es una práctica científica aplicada y socialmente útil, y se analiza su significado social, así como el de la ciencia desde su evolución histórica hasta la tecnociencia y sus relaciones con la sociedad del conocimiento como resultado de paradigmas epocales. El artículo es exhaustivo en el análisis de los conceptos implicados y predictivo de sus consecuencias en la generación de científicos que se requieren en la sociedad del conocimiento actual y su formación en la licenciatura, y además plantea una síntesis propositiva donde se dan alternativas para el desarrollo de los planes de estudio de las carreras de ciencia y de sus profesiones. Se precisan adicionalmente algunos principios adicionales para la formación de los estudiantes como sujetos de la educación contemporánea. Los autores insisten en mantener ambas tendencias claramente separadas en su nomenclatura como Ciencia o como licenciado en..., dado que ambas son necesarias y pilares del desarrollo nacional; unas para generar la independencia científica, y las profesiones derivadas para crear las aplicaciones tecnocientíficas que resuelvan problemas concretos y contingencias.

## 1. Introducción

*Importa mucho el mundo que dejaremos a nuestros jóvenes*

*Importa más aún, los jóvenes que dejaremos al mundo.  
Dr. Jorge Galo Medina Torres*

Las preguntas generadoras de mi ponencia versan sobre si la preparación escolar de nuestros biólogos, al igual que los químicos, físicos, geólogos u otros egresados de una carrera científica, tiende a conservarse como tal, o si los responsables de ella han sido inducidos a profesionalizarla, seducidos por su falta de formación educativa, las prácticas sociales y el peso de la demanda de los aspirantes. El énfasis del escrito se centra en la biología, pero puede ser extensivo a otras ciencias naturales.

La revisión de los planes de estudio de biología vigentes en algunas instituciones, revivió una constante inquietud del autor, compartida desde los ochentas con colegas. Aquí muestro tres problemas percibidos en la revisión de los programas que han aparecido y/o que se han agudizado y complejizado en las nuevas realidades nacionales, en al menos un horizonte de los 30 años previos.

El primer problema, central de esta ponencia, consiste en el cambio de una perspectiva científica hacia una puramente profesional en el currículum y los planes de estudios.

El segundo refiere a lo que sucede en el acto educativo cotidiano, donde confluyen nuevas perspectivas educativas, nuevos patrones y códigos de comunicación y cultura de los estudiantes, ambientes y recursos tecnologizados, y donde la mayoría de los docentes aportan los resultados de sus investigaciones y muestran los catálogos de problemas de las comunidades epistémicas en que se insertan, y donde, además, se demandan otras estrategias docentes para interactuar con los aprendizajes y mediar las conductas de los equipos de trabajo.

El tercer problema correlativo es la concreción de un modelo educativo que haga posible la integración de los dos anteriores en los nuevos contextos de la sociedad del conocimiento (de la información, del aprendizaje, de la economía, etc.) que demanda el aprendizaje a lo largo de la vida, un *Homo matheticus* como sujeto de la educación contemporánea.

En términos generales, solo hay una disyuntiva y muchas posibles alternativas. La primera es seguir formando biólogos como científicos, y la segunda hacerlos profesionistas poniendo a su título el título de *Licenciado en...* o el adjetivo de una especialidad biológica en que se forme. Se asume de entrada que si las escuelas de biología, como ejemplo, se profesionalizan, tendrán que ser extremadamente cuidadosas para seleccionar las especialidades, dada la magna constelación de prácticas profesionales emergentes, actuales y decadentes que se derivan de tan hermosa y antigua ciencia.

Abordo en seguida el concepto de ciencia, y luego el de profesión, para después tomar el de la formación de científicos y biólogos en el siglo XXI en el contexto de la tecnociencia. Tras lo anterior presento algunas ideas propositivas, con ejemplos sobre las disciplinas biológicas.

## **2. Proemio**

Desde hace varias décadas las carreras de ciencias han reducido su matrícula mientras que las carreras profesionalizantes la incrementan (Tabla 1). Bajo esta premisa se ha

generado una preocupación del autor sobre las tendencias reduccionistas y simplificadoras que hacen del pensamiento científico algunos académicos posmodernos que administran la educación, respondiendo a las demandas del mercado educativo. Ya los estudiantes demandan con mayor énfasis una educación más pragmática, en consonancia con lo afirmado por Cólom y Mélich (1997), que los valores escolares de la Posmodernidad no soportan el *eidós* de la educación moderna porque no confían en los sarcófagos del saber por sí mismo fundado en la ciencia. Ese “*saber por sí mismo*” tiene implicaciones no utilitarias, y por tanto carece de sentido en la obtención de ganancias económicas; un desinterés por demás común en los tiempos actuales de la globalización.

**Tabla 1. Población escolar de los niveles técnico superior y licenciatura por áreas de estudio, 2006-2007, según cálculos obtenidos en la Dirección de Información Estadística de la Dirección General de Información y Planeación de ANUIES (Cuadros generales 2006-2007).**

POBLACIÓN TOTAL TÉCNICO SUPERIOR Y LICENCIATURA UNIVERSITARIA Y TECNOLÓGICA						
ÁREAS DE ESTUDIO	ABS. H	%	ABS. M	%	TOTAL	%
CIENCIAS AGROPECUARIAS	33,073	66.3	16,779	33.7	49,852	2.24
CIENCIAS DE LA SALUD	74,170	36.0	132,086	64.0	206,256	9.25
<i>CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS</i>	<i>21,292</i>	<i>51.1</i>	<i>20,400</i>	<i>48.9</i>	<i>41,692</i>	<i>1.87</i>
CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS	430,941	41.5	607,644	58.5	1,038,585	46.57
EDUCACIÓN Y HUMANIDADES	42,117	32.3	88,400	67.7	130,517	5.85
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	533,475	69.9	229,945	30.1	763,420	34.23
TOTAL NACIONAL	1,135,068	50.9	1,095,254	49.1	2,230,322	100

Como referente, en 1975 la población de educación superior matriculada en Cs. Naturales y Exactas fue del 7.56% y en el año 2000 pasó al 2.1% del total según los registros de ANUIES.

El cambio, ahora en sentido cualitativo, ha sido más dramático si consideramos que muchas carreras de ciencias se han profesionalizado, ofreciendo el título de “Licenciado en...”. Aquí pretendo elucidar las concordancias, diferencias, analogías y relaciones entre la ciencia y las profesiones, así como la contextualización de su *logos* (contenido de estudio) histórico y social, que a mi entender, implica ambas. El contexto de la discusión es la transición que vivimos desde los ochentas, entre la languideciente modernidad y la emergente posmodernidad que cabalga sobre la globalización.

La temática que se aborda es un darse cuenta, es mostrar la transición que hay entre un paradigma de ciencia que se desvanece mientras otro emerge en una práctica muchas veces inconsciente en los actuales científicos; al mismo tiempo, trata de mostrar que es una pérdida, una transición y un cambio de cultura científica, o al menos lo que se entiende como cultura científica.

A partir de considerar a las profesiones como *prácticas científicas aplicadas y socialmente útiles*, se asume que la ciencia proporciona conocimientos que nos permiten actuar asertivamente y con una mayor probabilidad de hacerlo correcta o adecuadamente, en la gran diversidad de tareas humanas, rutinarias, necesarias y útiles. No todas las prácticas sociales se derivan de un conocimiento científico, muchas

son producto del ensayo y error y de la convivencia con fenómenos contingentes de la naturaleza; no obstante, hasta el siglo pasado y de manera relevante la ciencia fue valorada por sus aplicaciones, al punto de apreciarse solamente su utilidad sin mayor cuestionamiento sobre el origen y fundamento de los desarrollos técnicos.

Lo que aquí se trata es de clarificar que en este rompimiento con los fundamentos científicos, y en la exacerbada atención a las aplicaciones prácticas, existe una sobresimplificación del pensamiento social que se niega sistemáticamente a reflexionar más allá de lo inmediato, lo útil.

En la persecución de “clientes” para incrementar la matrícula de las escuelas de ciencias como biología, física, geología, y otras, éstas se profesionalizan formando licenciaturas e ingenierías que finalmente sustituyen a la ciencia. Aquí se argumenta que las profesiones no son ciencias; se argumenta además que la falta de científicos nacionales nos hace vulnerables ante las contingencias ambientales o médicas, por lo que se pone en riesgo la soberanía nacional al depender de los desarrollos internacionales que se nos induce a adquirir en aspectos energéticos, alimentarios, médicos, y otros vitales para el desarrollo social.

La profesionalización no es mala, es necesaria, pero no a costa de las carreras de ciencias que ciertamente deben ser actualizadas para enfrentarse y adaptarse a las nuevas realidades tecnológicas y las necesidades sociales en nuevos contextos.

### 3. Esa cosa llamada Ciencia

#### ***Desarrollo del concepto***

La *Ciencia*, con mayúscula, se ha venido precisando a lo largo de la historia como un conocimiento que garantiza el logro de las acciones que intencionalmente emprendemos personal y socialmente. Así, progresivamente se ha fortalecido la idea de que el conocimiento es poder, como enunció Sir Francis Bacon (*Human knowledge and human power meet in one*. The New Organon; Aphorisms, 1620), con connotaciones de tipo ético, pragmático, cultural y económico.

La ciencia, en otros conceptos como el de Abbagnano (1992, 163:167) es “un conocimiento que incluye, en cualquier modo o medida, una garantía de la propia validez” y es lo opuesto a la *opinión*. Etimológicamente el sustantivo Ciencia es un concepto latino que deriva de *Sci* (*scire, scio*) conocer, saber, comprender; y *entia* (plural de *ens* -ov-, *Ente*) que refiere la cosa o ente. La discusión en torno a la diferenciación, precisión y articulación de los términos aludidos tiene gran profundidad en la ontología (el estudio del ser en cuanto tal), pero podemos referirlos a *la cosa*, sus formas de ser y existir, y lo que pensamos y cómo pensamos racionalmente sobre ellas.

La ciencia se ve desde ha tiempo como un *corpus*, cúmulo o conjunto de formas de conocer y conocimientos (conjunto de afirmaciones en un sistema u organismo unitario en el que cada una de ellas es necesaria y ninguna puede ser dejada de lado, agregada o cambiada: Platón, *Men. 98a*) que tienen atributos *sine qua non* (cita literal y Ss de Abbagnano, 1992). Desde su origen la ciencia construye representaciones de la realidad, de las cosas u objetos, y lo encontramos explícitamente desde los estoicos, afirmando que “la Ciencia es la comprensión segura, cierta e inmutable fundada en la

razón" (Sexto Emp., *Adv. Math.*, VII, 151), o bien "es una comprensión segura o un hábito inmutable para acoger representaciones, fundado en la razón" (Dióg. L., VII, 47).

Este corpus de conocimientos tiene asignados algunos atributos que han sido sometidos a contingencias históricas, entre ellos destacan sus siguientes cualidades:

1. **Son objetivos** (desde Aristóteles, *An.Pr.*, I, 2, 71b 9 ss.) y Lambert "La Ciencia se reduce así a la observación de los hechos y a las inferencias o a los cálculos fundados en los hechos" (*Discours préliminaire de l'Encyclopédie*, en *Euvres*, ed. Condorcet, p. 143).
2. **Están relacionados entre sí** (Platón, *Ibíd.*)
3. **Están permanentemente desarrollados.**
4. **Están altamente organizados y sistematizados.** (sigue en 5 y 6)
5. **Son constatados y constatables.** Calidad que tiene la matemática como ciencia perfecta por su organización demostrativa y Galileo mismo colocaba las "demostraciones necesarias" junto a la "sensata experiencia" como fundamento de la Ciencia (*Opere*, V, p. 316).
6. **Forman un sistema autocorrectivo y perfectible.** En la ciencia se avanza continuamente porque ninguna proposición científica es totalmente verdadera y se autocorrigue constantemente con evidencias empíricas. Menciona Morris R. Cohen: "Podemos definir la Ciencia. como un *sistema autocorrectivo*... ninguna proposición suya es, en sí misma, absolutamente cierta y, así el proceso de corrección puede obrar para encontrar pruebas más adecuadas... la duda y la corrección siempre están de acuerdo con los cánones del método científico y de tal manera esta última es su nexo de continuidad" (*Studies in Philosophy and Science*, 1949, p. 50).

A esto Popper ha querido señalar el abandono del ideal clásico de la Ciencia: "El viejo ideal científico, del *episteme*, del conocimiento absolutamente cierto y demostrable se ha revelado como un ídolo. La exigencia de la objetividad científica hace inevitable que toda aserción científica sea siempre tan sólo una tentativa." El hombre no puede conocer, pero sí sólo conjeturar (*The Logic of Scientific Discovery*, 2a ed., 1958, § 85, p. 278:280). La autocorrectibilidad constituye indudablemente la garantía menos dogmática que la ciencia puede exigir de su propia validez.

También la ciencia puede ser considerada un sistema de ideas desde Platón, y Kant (Abbagnano, op. cit) aplicó a este viejo ideal un nuevo término, el de *sistema* (véase). "La unidad sistemática -decía- es, en primer lugar, lo que hace de un conocimiento común una Ciencia, es decir, de un simple agregado hace un sistema"; añadía que se debe entender por sistema "la unidad de múltiples conocimientos reunidos bajo una única idea" (*Crit. R. Pura*, Doctrina del método, cap. 111; cf. *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* ["Principios metafísicos de las ciencias naturales"], Prefacio). La idea de la ciencia como un sistema, o unidad sistemática e inclusive como la única filosofía fue compartida por muchos filósofos como Fichte, Schelling, Hegel y Husserl.

El propio corpus se ha constituido por agregados y modificaciones a lo largo del tiempo,

pero siempre conservando su apego a tres criterios básicos:

1. **La Objetividad.** La objetividad es la cualidad, actitud y capacidad intelectual de percibir el objeto como es, sin agregados ni mutilaciones, manteniendo sus atributos sine qua non en la construcción operatoria, y separando las que no lo son, las accesorias, las apariencias. La objetividad es una cualidad del sujeto y la objetivación es la actividad de decantación de toda cualidad que le es propia al objeto y se le puede atribuir, con validez y probabilidad aceptadas.
2. **La racionalidad objetiva.** Desde el saber técnico al culto, o a la salvación mística del saber divino, pasando por sobre los saberes vulgares, solamente el saber científico y filosófico, en sus respectivos campos, tienen las restricciones, normas, criterios de aceptación, racionalidad y delimitaciones suficientes como para ser considerados verdaderos, válidos y/o seguros para la *gnosis* y el *conocer*. La racionalidad objetiva viene a constituirse en un rasero que selecciona cuidadosamente, en términos de objetividad, el conocimiento constatado e integrado en el corpus.
3. **La verdad como validez.** La Verdad (gr. ἀληθεια: aletheia) para la ciencia es la cualidad cuyo procedimiento cognoscitivo cualquiera tiene validez, resulta eficaz o tiene éxito. En cada comunidad científica, cada científico o filósofo, la verdad en ciencia es entendida como la validez y eficacia de los procesos y los contenidos cognitivos; con ella se ligan las evidencias (e-videns) y las pruebas constatables.

Adicionalmente, la ciencia en su caracterización más pura define su foco de atención en el *Qué* y el *Cómo* de los objetos. No obstante, desde los diferentes planos del saber, sobre todo el filosófico, incluye cuestionamientos de tipo lógico, axiológico y orientaciones pragmáticas en relación a su carácter social.

Con lo anterior se ha hecho del dominio social que las funciones de la ciencia son básicamente dos:

- **Explicar.** Newton estableció el concepto descriptivo oponiendo el método del *análisis* al método de la *síntesis*. El análisis consiste "en hacer experimentos y observaciones" en obtener conclusiones generales por medio de la inducción y en no admitir en contra de las conclusiones objeciones que no resulten de los experimentos o de otras verdades ciertas". La explicación científica ha tratado de elaborar leyes y teorías con ellas, hasta tiempos muy recientes, explicitando las regularidades de los fenómenos.
- **Predecir.** Esta condición de la ciencia lo es desde su origen con Tales de Mileto, es retomada por el positivismo que insistió también acerca del carácter de la Ciencia que ya Bacon había aclarado, o sea el carácter activo u operativo, que permite al hombre obrar sobre la naturaleza y dominada mediante la previsión de los hechos que las leyes hacen posible (Cours de phil. positive, 1, 4; vol. 1, pp. 26-27).

### ***La evolución de la idea de ciencia***

La Ciencia, como la identificamos, comienza en lo que se ha llamado "Ciencia Antigua"

o *Episteme* (ἐπίστυμη, y al conocedor y entendido, inteligente o práctico: *epistemón* ἐπιστήμων ον) con la predicción de un eclipse de sol el 28 de mayo de 585 a.e., por Tales de Mileto. Fue el primero que escribió sobre *Physiología*, la ciencia de la naturaleza (*Physis*), labor que siguió Anaximandro. Podemos indicar que la Ciencia antigua se prolongó hasta que en marzo del 415 Hypatia de Alejandría fue asesinada por considerarla pagana un grupo de cristianos; la verdadera *epistasis* (ἐπιστασις σως: detención, obstáculo) de la ciencia. Vendría así el Cristianismo sobre el pensamiento occidental surgido de los griegos, basando el conocimiento en las creencias y en el dogma de la fe, para crear un dominio extensivo con el imperio romano.

Algunos paradigmas decadentes del pensamiento científico tienen su origen en esta confusa mezcla, que en un afán de prestigio, intentó rescatar el pensamiento griego, sin deslindarlo de las múltiples adherencias míticas; no podían hacerlo.

La ciencia actual y en ella la biología, la física y la química, están contaminadas por falsas ideas y conceptos que le impiden al investigador ser un verdadero científico. Ello quiere decir que para desbrozar el camino de la ciencia es necesario elucidar y separarse de los contaminantes conceptuales, que limitan la creatividad al hacer imposible percibir la realidad sin las cargas ontológicas de teorías que muchas veces no lo son. Relativo a ello se presentan en seguida algunos ejemplos de los errores más comunes de la expresión científica (Muñoz López, 2001).

### **1. Causalismo y determinismo contra probabilismo y condicionalidad.**

Uno de los problemas comunes de los científicos e investigadores es el de creer que el mundo es una inmensa máquina donde todos los engranes, unidos por cohesión y covarianza, se mueven de forma concatenada e interactuante. El mundo newtoniano está presente en sus ideas y piensan que cosas como la el aleteo de una mariposa aquí, tendrá necesariamente un efecto en china tarde o temprano.

Si consideramos que existe razón de causa-efecto en todas las cosas, entonces los efectos resultantes serán las causas de otros fenómenos posteriores y el mundo estará determinado por un destino ineludible, donde para conocer sólo es necesario que el investigador pueda concatenar las causas y efectos con precisión.

En la actualidad el concepto de causalidad está sustituido por el de condicionalidad, asumiendo que el número impreciso de condiciones que interactúan en la realidad, tienen un peso diferencial agregado o sinérgico para que ocurra un fenómeno.

Las condiciones contingentes o imprevistas participan con un cierto nivel de probabilidad en la explicación de los fenómenos. La propia verdad que el investigador enuncia tiene un cierto contenido de verdad y otro de error, por lo que la probabilidad de error, medida estadísticamente es recíproca del contenido de verdad, que cobra sentido entonces como validez del enunciado. El desarrollo de la teoría de la probabilidad y su medición estadística es fundamental para legitimar la investigación.<sup>1</sup>

Actualmente en la ciencia se procura hablar de condicionantes, de niveles de

---

<sup>1</sup> Es necesario mencionar que las matemáticas son un lenguaje, es el lenguaje de la precisión que se habla en la ciencia, es en realidad un metalenguaje de las ciencias. Las matemáticas, al igual que la estadística no se interpretan (como las obras musicales o la poesía), se leen.

significancia y de probabilidades de error, en tanto que las explicaciones científicas y sus predicciones están precisadas en su contenido de verdad. El causalismo y su determinismo en la ciencia se han desplazado para dejar el camino a la condicionalidad y al probabilismo.

## 2. Teleologismo.

Otra de las tendencias de los científicos doctrinales puede ubicarse en explicar la naturaleza como si ésta fuese una entidad que tiene motivos, o como si las plantas y animales los tuvieran. Es común escuchar en los legos cosas como: “los animales usan el mimetismo *para* esconderse de sus predadores”, con ello se le asigna una voluntad al espécimen, que le faculta a dirigir el rumbo de la evolución por medio de la adaptación. El verdadero científico usa el “*para*” con sumo cuidado sin aplicarlo a la explicación de fenómenos científicos. Así, puede identificar a los pseudocientíficos y prevenirse de sus falacias.

## 3. Antropomorfismo.

Otro de los errores comunes de las expresiones pseudocientíficas es asignar a los fenómenos naturales un animismo humanoide. Decir frases para referir eventos como “*la naturaleza tiene memoria*”, o ante una catástrofe natural “*es una venganza de la naturaleza*”, corresponde a la más antigua mentalidad precientífica helénica, en cuyas explicaciones los fenómenos, las artes, los sentimientos y las emociones, eran encarnados en personajes humanizados de la mitología. La naturaleza pasa así a ser una entidad supranormal que tiene un inmenso poder divino al estilo de los antiguos dioses. Otros errores consisten en expresar: *la ciencia dice que...*, como si ella fuera otro de los personajes omnipotentes que hablara. También oímos algo como: *vamos a mejorar la ecología*, en lugar de referirse al ambiente, como si esta ciencia de síntesis tuviera una naturaleza material de la cual somos padres responsables.

## 4. Legislación natural contra theoresis.

Otros tropiezos de la expresión pseudocientífica consisten en intentar **descubrir** las leyes asumiendo que ellas ya existen. Las leyes en realidad son enunciados científicos que expresan los comportamientos regulares de los fenómenos, pero como enunciados al fin, son elaboradas a partir de una cuidadosa integración conceptual de hechos constatados que tienen su base misma en la realidad.

Las leyes no se descubren tras la puerta del laboratorio, ni se inventan con la ayuda de la iluminación divina; las leyes reconstruyen la realidad explicitando sus regularidades, muchas veces con una pretensión predictiva. La construcción de teorías (theoresis) se fundamenta en las leyes y es un proceso mucho más elaborado de lo que el investigador común supone.

Con el lastre de las falsas ideas pseudocientíficas, los investigadores no podrán aproximarse al conocimiento objetivo, ni aun, plantear adecuadamente un problema o la metodología para resolverlo.

Ya para el siglo XVI la Ciencia Moderna o *scientia* surge con la separación entre la filosofía y la religión, sustituyendo la fe por la razón y transformando los grandes sistemas estáticos fundados en la visión teológica, por explicaciones de una naturaleza dinámica, matematizable y sin un dios que condujera la manifestación de los

fenómenos. La realidad explicada quedó huérfana de divinidad y expuesta a las explicaciones del pensamiento racional mecanicista. Desde entonces Copérnico, Galileo, Kepler y posteriormente Newton fueron los precursores de una nueva visión del mundo, un nuevo paradigma de la ciencia que inicia con visiones mecanicistas.

Posteriormente, la época de la modernidad metafísica y racional de Bacon con alto contenido inductivo y empírico (observa, mide, explica y luego constata) dio paso por una parte al racionalismo de la dualidad de espíritu y materia con Descartes, Spinoza y Leibniz y por otra al empirismo de Locke. Después, la fenomenología de Husserl propuso la filosofía como ciencia rigurosa.

El avance de la ciencia tiene que ser analizado desde la ciencia antigua y desde Tales, con una etapa posterior de sumisión de la razón humana a la ideología religiosa; la recuperación de la razón dentro de la ciencia moderna que culmina con Kant, para volver a enajenarse, perderse y diluirse hoy, con la razón de la tecnociencia.

Las racionalidades epocales han manifestado claramente la dependencia de la ciencia, como un producto humano con valor social, de las tendencias económicas políticas y culturales de los diferentes sistemas y organizaciones humanas. Lo que sucede en la actualidad con ella no es excepción.

### ***La Ciencia Hoy***

En realidad el concepto de “científico” aparece por primera vez con Whewell (1794-1866) y reemplazó al de “filósofo natural” aristotélico (Pérez Tamayo, 1998). En realidad hay un cambio de los paradigmas científicos más importantes en el último tercio del siglo XIX, y el primero del siglo XX se cimbra el edificio de la Razón Moderna y el neopositivismo, definido por su empirismo o positivismo lógico. Los rasgos relevantes de la ciencia en los fines de la modernidad son entre otros: El probabilismo toma presencia en contra de la causalidad y el determinismo; los desarrollos matemáticos se dan fuera de la geometría Euclidiana; se desarrolla y aplica la estadística en amplios campos de conocimiento; aparece la teoría de la relatividad (especial y general), y la mecánica cuántica. La ruptura vendría de la física; y La *filosofía de la ciencia* se denominó así en el Círculo de Viena.

### ***En busca de las aplicaciones prácticas de la ciencia***

Con la poderosa influencia del conocimiento aplicado en la Revolución Industrial desde mediados del siglo XIX, los científicos se hicieron más tecnólogos, buscando el conocimiento útil o aplicable para lograr el “progreso” de la humanidad. Se destacó la noción social de que solamente era legítimo buscar el conocimiento que desarrollara la técnica, y por otra parte, la idea de que la técnica era la solución tan ansiada para todos los problemas humanos, y para llevarnos a alcanzar el futuro promisorio que nos elevaría a vivir en sociedades perfectas y bonancibles, plenas de satisfactores.

Destacan en la segunda mitad del siglo XX, con el avance tecnológico de la II guerra, los científicos inventores de artefactos aplicando los conocimientos existentes, e inventando nuevos aparatos e instrumentos de confort.

Ya en el siglo XX la ciencia sigue generando conocimientos y la sociedad exige que sean aplicados, con lo cual los intereses de los científicos cambian al desarrollo

tecnológico, dejando a los filósofos la sistematización de la razón filosófica de la ciencia, construyendo su propia razón científica, y ahora ocupados desde el fin de la modernidad en el desarrollo de la razón técnica.

Como resultado de esta visión pragmática de la ciencia, la tecnología nos cambia desde entonces, considerando los avances relevantes con este enfoque como el lanzamiento del primer satélite espacial soviético "Spútnik"; en las ciencias biológicas hubo avances notables en el desarrollo de la biología celular, la medicina, el origen de la vida, la biología molecular y la ingeniería genética, para desembocar después de la década de los setentas en la síntesis de la biología, la química y la ingeniería en biotecnología, además de la bioética (comportamiento del hombre ante la naturaleza), y la biónica.

En 1973 se produce el primer organismo recombinando partes de su ADN y, se concluye el mapeo completo del ADN humano; La informática inicia su despegue global en 1982 con internet, y llegamos a un concepto de universo de 10 dimensiones superado al explicarse con la Teoría M. En el cambio tecno-científico se han puesto de moda las discusiones de la consistencia de la Teoría de la relatividad y se buscan otras de carácter más general fuera de la visión de las regularidades, como la Teoría de Caos.

Quedamos así frente al siglo XXI con la primacía de los ingenieros y tecnólogos, los teóricos de la ciencia, la tecnociencia puesta al servicio del progreso individual y material, con grandes esperanzas en que la humanidad pueda realizarse con mejores condiciones de vida en los escenarios totalmente nuevos, inéditos, de la posmodernidad.

Si bien, la filosofía de la ciencia implica la investigación sobre la naturaleza de la práctica científica; de saber cómo se desarrollan, evalúan y cambian las teorías científicas; y de, si la ciencia es capaz de develar los fenómenos ocultos y los procesos de la naturaleza, quedan como **Tesis** sobre el desarrollo histórico de la ciencia las siguientes:

- Primera Tesis: El avance de la ciencia, desde la ciencia antigua, depende de las racionalidades epocales. Foco Atencional: Perspectiva histórica de la Sci-entia.
- Segunda Tesis: El Conocimiento y el *ethos* Científico son productos de la ciencia, no son la ciencia. Foco Atencional: Gnoseología.
- Tercera Tesis: La naturaleza del conocer enfrenta la inducción con la deducción en el desarrollo de la ciencia. Foco Atencional: Epistheme, El pensamiento inductivo y el conocer.
- Cuarta Tesis: Los paradigmas dominan el *ethos* científico. Foco Atencional: Una racionalidad social sobre otra personal y epistémica. La visión de los Paradigmas.
- Quinta tesis: La ciencia solamente puede entenderse en la sociedad del conocimiento tras una recuperación e integración de la diversidad natural y cultural. Foco Atencional: sociedad del conocimiento.

**Síntesis:** El siglo XXI es el espacio de la Tecnociencia, con su catálogo de problemas globalizado en una sociedad del conocimiento, posmoderno, High Tech y competido, con los problemas de la humanidad en la punta. Se presenta la Gran Crisis de la

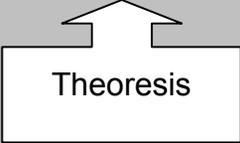
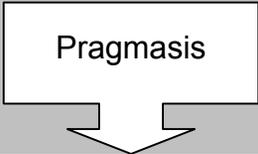
Ciencia.

Para entender mejor el juego de fuerzas que condicionan el desarrollo científico, es necesario pensar que ese corpus dinámico de conocimientos y construcción de explicaciones responde a la gravitación de la Dimensión Theorética por una parte, y la Dimensión Social por otra.

Aquí se enuncia lo theorético (teorético) como flujo o desarrollo teórico, o sea una tendencia inductiva a la construcción de enunciados analógicos, de las explicaciones derivadas de la investigación. La theoresis (desarrollo teórico) en la ciencia juega el papel de integrar las regularidades observadas con ciertos niveles de probabilidad, en explicaciones parciales, hipótesis, tesis, teorías o leyes.

En el ámbito científico podemos encontrar fácilmente un hilo conductor entre el pensamiento inductivo, abstracto y por tanto constructivo de la dimensión theorética, al pragmático, deductivo y concreto de la dimensión social (Tabla 2). Al menos estas dos dimensiones se implican en la naturaleza de este trabajo y pueden ser correlacionadas al leerse de manera horizontal en cada uno de los tópicos que se presentan en la columna central que corresponde a la ciencia y el ámbito científico.

**Tabla 2. El Continuum Theoresis-Pragmasis del ámbito científico (columna central) con sus relaciones en las dimensiones Theorética, que es inductiva, constructiva y abstracta, y la Social, que tiende a la búsqueda de las aplicaciones prácticas de la ciencia por medio del desarrollo tecnológico.**

DIMENSIÓN THEORÉTICA	ÁMBITO CIENTÍFICO	DIMENSIÓN SOCIAL
Estudio de los Universales en la ciencia	FILOSOFÍA DE LA CIENCIA Racionalidad abstracta que busca la sabiduría	Axiología
¿Qué es la ciencia? ¿Cómo es la ciencia?	TEORÍA DE LA CIENCIA La naturaleza de la ciencia y la práctica científica	Implicaciones de la ciencia en la naturaleza, la economía, la política y la cultura
Construcción de Teorías y Leyes 	CIENCIA	Ciencia aplicada y Aplicación de la ciencia 
¿Cómo se hace la ciencia? El "logos" de los métodos	METODOLOGÍA DE LA CIENCIA	Logística de la investigación
Explicaciones y predicciones	INVESTIGACIÓN	Investigación y Desarrollo Tecnociencia, R&D
Respuestas a las interrogantes	NUEVO CONOCIMIENTO	Desarrollo Tecnológico e Innovación

## ***La Dimensión teórica***

El mundo es “construido” (Del Lat. *construere*) socialmente mediante la actividad de los científicos que viven en esa comunidad y comparten el conjunto de valores implicados en la percepción y elaboración de sus explicaciones de ese cosmos que así es reconstruido. Esta construcción depende tanto de las prácticas dominantes de la ciencia en cada comunidad, como de los marcos conceptuales que definen lo que es el objeto, los recursos instrumentales y metodológicos de los que se dispone y los que se utilizan.

Los objetos y los hechos están ahí aunque no los expliquemos y son independientes de nuestras construcciones mentales sobre ellos (*¿realismo?*). Si la realidad es enunciada por el sujeto o es impuesta a él de facto, son ideas que simultáneamente corresponden y son convergentes en el constructivismo. Esta posición podría asumirse como proveniente del realismo interno, y entonces podemos también asumir que existen otros marcos conceptuales de perspectivas filosóficas diferentes, que pretenden construir “el mundo” desde su enfoque parcial, todas ellas válidas y complementarias en tanto sean objetivas, desde un punto de vista plural y diverso.

De hecho, el construccionismo consiste en la elaboración de la explicación objetiva progresivamente perfectible de los objetos y fenómenos reales, en la creación, desarrollo y refinamiento metodológico e instrumental de la práctica científica, y la constante transformación de los escenarios paradigmáticos y teóricos de las comunidades que desarrollan la investigación.

Pero si es necesaria esa construcción del mundo enunciado, hay otras explicaciones como la ideología que no guardan correspondencia válida con la realidad pero que la pretenden mostrar en una totalidad integrada, aunque determinista y sin una base científica, una totalidad que explica las relaciones del hombre con sus condiciones materiales y anímicas de existencia. La ideología es el conjunto de ideas que forman parte de un sistema de creencias y las justifican, una imagen de orden superpuesta arbitrariamente al mundo objetivo, es una representación falsa de la realidad y sus relaciones, que se basa en la creencia para mantenerse aceptada; es un dogma, y es totalizadora, pero es también una construcción imaginaria que niega su propia naturaleza ideológica. La diferencia entre ciencia y creencia guardan estrecha relación con los términos teóricos, y su correspondencia con la realidad, por lo que se presenta en la Figura 1, que por motivos de espacio no se analiza o discute a profundidad.



**Figura 1. La relación entre los términos teóricos y los términos observacionales, elaborado por el autor con información según Rudolph Carnap (1956) y Dudley Saphere (1964).**

Las observaciones y explicaciones que se construyen con objetividad sobre este mundo que fluye corresponden a la ciencia, y la gran ambición de los científicos es tener un conocimiento prospectivo preciso (Lat. *prospicere*, mirar hacia adelante), como en la anticipación de Tales al eclipse, que en la ciencia es predicción. La prospección implica un análisis, examen y exploración racional que anticipa y proyecta las *p* futuras o construye escenarios probables, con base en datos duros, evidencias o indicios recientes. En la ciencia la prospección solamente tiene un sentido cuando culmina en una predicción condicionada por una probabilidad de error definida como mínima.

## ***La dimensión social y las relaciones con la Tecnociencia***

### **Arte, Técnica, Disciplina, interdisciplina y transdisciplina**

A partir de su origen en la antigua Grecia toda actividad humana ordenada era considerada arte, aunque designada como técnica (*τεχνική*); se incluye a la ciencia hasta que Aristóteles la separa por pertenecer a la esfera de la necesidad. En la esfera de lo posible quedaron el arte y la técnica como dehisencias del conocimiento científico, que progresivamente fueron diferenciados entre sí con los romanos siglos después, de donde se deriva su nomenclatura latina *ars*, o el arte en su relación con la naturaleza e implica representar la naturaleza simbólicamente como un modo de conocimiento de lo particular, *sui géneris*, libre y desinteresado, en tanto que la técnica se redefine como un conocimiento normativo y se perfila como el conjunto de reglas y normas de un campo particular del saber o del hacer, que son aptas para conducir un conocimiento eficazmente en actos prácticos o instrumentales de una actividad cualquiera.

Los campos específicos del saber o disciplinas pueden ser considerados fracciones del todo universal de la ciencia, separada por alguna conveniencia, como objeto de aprendizaje.

Las ciencias particulares tienen sus métodos, técnicas, e instrumentos específicos y mediante la interdisciplina existen intercambios entre ellas, lo que las enriquece metodológicamente como en la fisicalización en el siglo XX. Además, las ciencias particulares tienen sincretismos metodológicos e isomorfismos estructurales en sus procedimientos, compartidos transdisciplinariamente por una metodología de la ciencia, que corre a través de ellas generando flujos mutuos, tanto en la metodología como en las disciplinas.

## La Tecnociencia

Si bien los conceptos eran necesarios para clarificar su aplicación en la formación de las profesiones y los profesionales, la aplicación misma de la ciencia nos ha llevado al desarrollo de un nuevo universo social, que se relaciona con la productividad económica y cambia constantemente la cultura global por vía de la homogeneización y diversificación conceptual.

La tecnociencia es esa poderosa idea que mezcla los recursos y las necesidades de lo humano con creatividad, prioriza los fines desde la ciencia y corre hacia la búsqueda de los medios, las soluciones y lo útil que cambia el mundo; es el campo de desarrollo más potente e independiente que se aleja y deja de ser la propia ciencia, fundada en la *theosis* y la sabiduría que dan el rumbo a la humanidad.

Javier Echeverría (2003) asume la existencia de la tecnociencia, como una forma de practicar la ciencia y la tecnología que surge con sus primeras etapas en 1940 y floreciente desde los años 80 del pasado siglo en EUA y que se extiende a otros países. Asume que la tecnociencia no es una revolución metodológica o epistemológica sino una modificación de la manera en que se practica la investigación y la gestión del conocimiento, institucionalizada como *fuerza productiva* de la sociedad de la información y el conocimiento. Ella implica (y debería implicar siempre) también la reflexión sobre cuestiones éticas, filosóficas, artísticas y culturales.

En la revolución tecnocientífica Echeverría denuncia abiertamente la inadecuación de la filosofía de la ciencia tradicional para entender la tecnociencia y esta nueva cultura que llama Civilización Tecnocientífica. La tecnociencia convive con la ciencia y la tecnología convencionales, pero presenta según nuestro autor rasgos característicos:

- La investigación se organiza y el conocimiento se gestiona como una cadena productiva orientada a la eficiencia y la rentabilidad privada, y políticas públicas de estímulo.
- El sujeto de la tecnociencia es híbrido, plural y complejo; una multitud de agentes participan a través de grandes equipos y amplias redes de investigación.
- El conocimiento tecnocientífico no es un fin en sí mismo, es un medio para la realización de intereses y objetivos.
- La tecnociencia es una forma, o una fuente, de poder y de riqueza de la supremacía política o militar, para el desarrollo económico y empresarial como un activo estratégico.
- La informática y en general las TIC son las herramientas básicas para el desarrollo de la tecnociencia, su método de trabajo esencial.
- En la tecnociencia intervienen una pluralidad de valores económicos, militares,

políticos, epistémicos o técnicos en su núcleo y en su periferia con frecuentes conflictos de valores.

- El conocimiento deviene empresa, capital y mercancía, objeto de propiedad y comercio, la investigación se constituye como un sector económico decisivo, forma de negocio y medio esencial del poder, con la innovación basada en la investigación.
- La tecnociencia se preocupa por su imagen pública en busca de legitimidad y consenso, y cambia más las sociedades humanas y la vida de las personas que la propia naturaleza.

Podríamos decir que la tecnociencia representa la plena absorción de la ciencia y la tecnología por parte del capitalismo, al que transforma. Actúa como *fuera productiva* fundamental y característica de la sociedad informacional que ella misma ha creado en buena medida: una sociedad donde más que ciudadanos hay clientes, usuarios, consumidores.

En este nuevo contexto cultural, económico y político, también cambiaron de perspectiva las ciencias y los científicos, y en mayor medida tienden a la investigación del microcosmos y sus aplicaciones sociales. Por ejemplo en la biología (Tabla 3) veremos una temática por demás extraña para el biólogo del siglo pasado, pero común para los actuales, tomado de Latest articles in F1000 Biology Reports Faculties.

**Tabla 3. Artículos de The F1000 Biology Reports (ISSN 1757-594X), el Journal publica comentarios cortos de los científicos top del mundo en las publicaciones o clusters más calientes de la biología identificados por Faculty of 1000 y puestos en un contexto más amplio. (Elaboración propia del autor del presente, con datos de <http://f1000biology.com>)**

Áreas	Papers 2008 y 2009	Porcentaje
Cell Biology	414	10.73
Physiology	384	9.95
Pharmacology & Drug Discovery	349	9.04
Molecular Medicine	327	8.47
Genomics & Genetics	294	7.62
Evolutionary Biology	284	7.36
Biotechnology	230	5.96
Biochemistry	187	4.84
Developmental Biology	172	4.46
Structural Biology	165	4.27
Microbiology	164	4.25
Chemical Biology	145	3.76
Neuroscience	132	3.42
Immunology	123	3.19
Molecular Biology	104	2.69
Cancer Biology	84	2.18
Ecology	64	1.66
Bioinformatics	60	1.55
Plant Biology	52	1.35

Metabolic & Endocrine Science	38	0.98
Cardiovascular Biology	36	0.93
Gastrointestinal Biology	19	0.49
Respiratory Biology	17	0.44
Renal Biology	16	0.41
<b>Total</b>	<b>3,860</b>	<b>100</b>

La precisión del contenido de los artículos también refiere a la búsqueda de las aplicaciones de la investigación, en un evidente catálogo de problemas de cada comunidad epistémica que publica y patenta, porque eso tiene un relevante valor académico y económico para el autor.

De hecho como hemos visto, la tecnociencia de hoy ha desplazado a la ciencia, pero se alimenta de ella para realizarse.

### ***El núcleo del tema***

La caracterización de la ciencia actual responde a una concepción dominante de los científicos, y para entenderla es necesario establecer en que paradigma se encuentran.

Se trata de una ruptura, pero en el sentido de un cambio de marco epistémico (J. Piaget y Rolando García, 1982):

*"en cada momento histórico y en cada sociedad predomina un cierto marco epistémico producto de paradigmas sociales y epistémicos.... el marco epistémico pasa a actuar como una ideología que condiciona el desarrollo ulterior de la ciencia. Dicha ideología funciona como un obstáculo epistemológico que no permite desarrollo alguno fuera del marco conceptual aceptado".*

La Sociedad del Conocimiento, en algunos lugares emergente y en otros en consolidación, solamente puede entenderse tras una recuperación e integración de la diversidad natural y cultural, y en la nueva realidad sus rasgos sobresalientes son:

- Es una panacea, en una deslumbrante promesa de bienestar humano.
- Las sociedades posmodernas del siglo XXI reutilizan el concepto como casi sinónimo de Economía del conocimiento.
- Sus materias primas son el capital humano y el capital intelectual, sus medios la tecnología informática y las telecomunicaciones, en tanto que su motor es el capital y su escenario la globalización.
- Gran parte del PIB de los países desarrollados se basa ahora en la gestión y/o la administración del conocimiento.
- El conocimiento (Davenport, et al., 2000) se deriva de la información, así como la información se deriva de los datos.
- La información se convierte en conocimiento por personas capaces al compararla buscando concordancias, diferencias y analogías, previendo sus consecuencias en las decisiones, y al confrontar públicamente el conocimiento generado.
- Está caracterizada por su dependencia del capital intelectual, la cibernética y la inteligencia artificial unida al pensamiento humano

La terminología de la sociedad del conocimiento incluye las de economía y sociedad postindustrial, sociedad red, de la información, basada en la información, economía digital, economía red, economía electrónica, nueva economía, economía del conocimiento y capitalismo cognoscitivo o cognitivo.

Como se observa, la relación social de la economía, la tecnología y la información juega un papel importante en esta nueva sociedad, vinculada indisolublemente a la capacidad y la ética de las personas que la detentan y transmiten.

Al vincularse a la sociedad del conocimiento, la ética de la tecnociencia solo es posible si...

1. Se desarrolla en base a sus recursos, tradiciones, identidad y cultura y,
2. Se desarrolla respetando la diversidad y la multiculturalidad

Mario Bunge en *Ética y ciencia*, (1972) entiende por ética científica "la ciencia de la conducta deseable, que emplee el método científico y los conocimientos científicos acerca del individuo y la sociedad" y anota que "la nueva ética que se prefigura tendrá una rama de metaciencia, o filosofía científica de la ética científica."El que alcancemos a ver esta nueva ética depende de la seriedad con que los éticos tomen a la ciencia y los científicos consideren los problemas morales".

## **Tendencias científicas**

Entre sus tendencias están, entre otras, buscar y explicar los viejos caminos y flujos de energías en la naturaleza humana; Resolver los problemas filosóficos que por caer en el campo de lo místico, quedaron fuera de su catálogo en el pasado; Explotar el conocimiento de lo cuántico y los microuniversos; La nanotecnología, las neurociencias y la genómica, que al ponderar sus promesas y amenazas, avanzan a un ritmo vertiginoso, con grandes impactos socioeconómicos, ambientales, de salud y de soberanía; Resolver los problemas del universo o Multiverso en el tiempo-Espacio y el tránsito entre sus dimensiones múltiples; En la física, descubrir la naturaleza material y energética de las partículas subatómicas, las cuerdas y branas, y la Teoría del Todo; En la biología molecular descubrir las interacciones génicas específicas y sus relaciones filogenéticas; En neurociencias, conocer los procesos bioquímicos y biofísicos de la memoria, la imaginación, la creatividad y la conciencia; El control del envejecimiento y la degradación somática; y el control del clima.

El siglo XXI es el espacio de la Tecnociencia, con su catálogo de problemas globalizado en una sociedad del conocimiento, posmoderno, High Tech y competido, con los problemas de la humanidad en la punta.

La Tecnociencia del Siglo XXI como vemos, tiende a ser:

- Un producto mercantil orientado al mercado, basado en rentabilidad, resultados, y evaluado con estándares.
- Altamente aplicada, tecnologizada.
- Una fuente inagotable de dilemas morales expuestos a la discusión pública.
- Proteger, producir y restaurar de acuerdo con el ambiente.
- Soluciones orientadas a la estética humana, los patrones alimenticios, el desarrollo cognitivo y las enfermedades de base genética.

Para el siglo XXI se aleja el sueño del libro de John Horgan "El fin de la Ciencia" por completud, la sensación de "conocer todo" que reinaba en la cultura filosófica y científica de fines del siglo XIX, antes de las revoluciones científicas de nuestro siglo. Estamos en el umbral de un salto cualitativo que revolucione el conocimiento actual y, comienza la Gran Crisis de la Ciencia, acotada por la tecnología y la sociedad desde su base, y por la filosofía y la teoría de la ciencia desde arriba.

#### 4. ¿Qué es una profesión?

Hay que dejar sentada una premisa fundamental: La profesión, hoy, está ligada indisolublemente a la tecnociencia.

La Profesión (Del Lat. *professio*, *-onis*: declaración, manifestación, testimonio; *-ars*, *-artis*: oficio; *profiteor*, *-fessus*, *sum*: hacer profesión de, profesar un arte, de ahí *professor*, *-ōris*: profesor, según Pimentel Álvarez, 2004), es para nuestro caso, la Acción y efecto de profesar, o el empleo, facultad u oficio que alguien ejerce y por el que percibe una retribución. Tradicionalmente la voz profesión se ha empleado en sentido religioso, y es de notar que el término profesor tiene idéntica etimología que profesión. El concepto de profesional como quién profesa se convierte después al sentido de un experto en un tema específico, una determinada práctica, actividad o conjunto de actividades a las cuales uno se entrega con una cuota de pago a la especialización por realizar un trabajo. Por otra parte, el concepto de profesor se refiere a la persona que ejerce y declara abiertamente una ciencia o arte, así de simple y llano. El latinajo también implica *fáteor*, *eris*, *eri*, *fassus sum*: decir, declarar, el que habla ante otros para comunicarles sus conocimiento (Herrera y Pimentel, 2003).

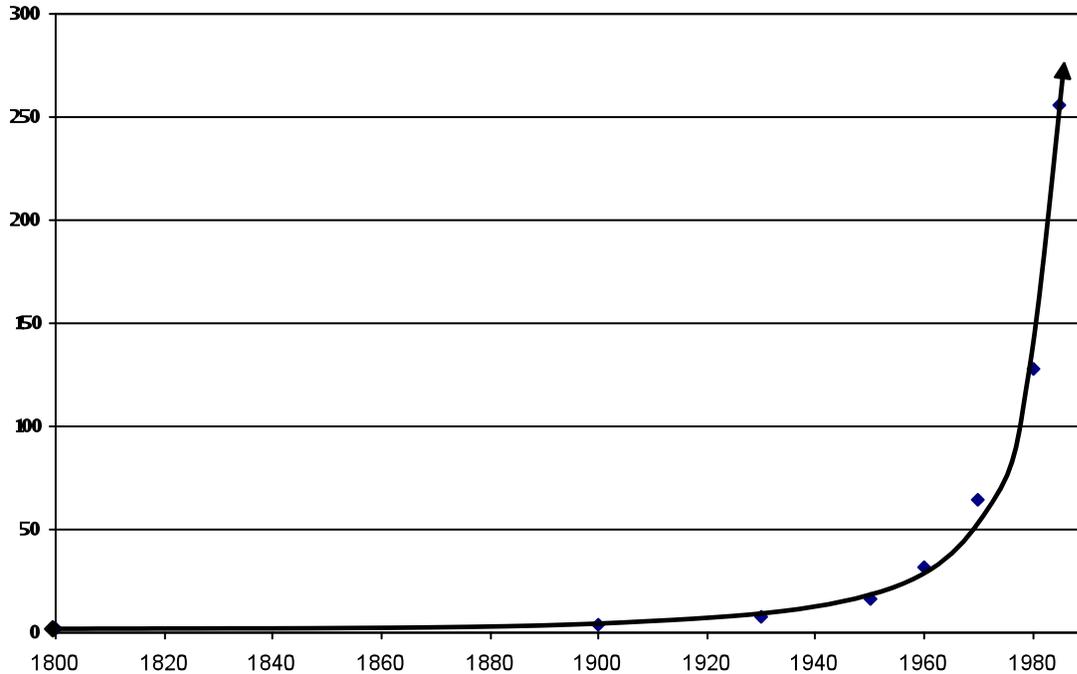
De acuerdo con Muñoz López (2009a) *profesar* es consagrarse o dedicarse a una actividad de manera total, manifiestamente en lo individual y en lo colectivo, con el compromiso indeclinable de servir por servir. Entonces ser profesor es una vocación con implicaciones totales, y por ello antiguamente fue visto como un sabio y filósofo.

La bella profesión de "transmitir conocimientos" en los últimos 20 siglos ahora es reemplazada por las de "facilitar el conocimiento" y "construir ambientes de aprendizaje" así como lograr el desarrollo pleno, armónico e integral de los estudiantes. Presenciamos el advenimiento de la *mathetica* en las escuelas, y del *Homo matheticus* en la sociedad del conocimiento (Muñoz López, et al. 2009b)

En realidad ya no se puede "*enseñar*" todo el conocimiento existente por su crecimiento exponencial. En el contexto de la ciencia, la información ha crecido de una manera inusitada tanto como la tecnología de su procesamiento. Lo anterior ya fue mostrado por los estudios de John Derek deSolla Price en 1963 (Price, 1965), seleccionando índices cuantitativos del crecimiento de la ciencia (número de científicos activos, número de publicaciones en ciertos dominios de la ciencia, número de descubrimientos durante un período), concluyen que este crecimiento sigue una curva exponencial (Apóstel, 1982).

Considera además que tanto el número de publicaciones de ciencias como el de trabajadores científicos se han duplicado cada 15 años, y Ravaglioli (1984) menciona que "el tiempo de redoblamiento de conocimientos requirió un siglo entre 1800 y 1900,

medio siglo entre 1900 y 1950, diez años entre 1950 y 1960, y ahora parece que no supera el lustro”. Si ilustramos esto, (Gráfica 1) tendremos una curva exponencial que nos enfrenta con la imposibilidad de conocer toda la producción científica y la necesidad de aprender a manejar mejor la información.



**Gráfica 1. El crecimiento exponencial del conocimiento, elaborado con datos de John Derek de Solla Price, citado por Apóstel (1982) y Ravaglioli (1984).**

En el mismo sentido nos indica Stephen Hawking, en *El universo en una cáscara de nuez*:

*“Si se pusieran en fila todos los nuevos libros publicados, nos deberíamos desplazar a ciento cincuenta kilómetros por hora para mantenernos al frente de la hilera. Naturalmente, en el año 2600 los nuevos trabajos científicos y artísticos tendrán formato electrónico, en vez de ser libros y revistas. Sin embargo, si continuara el crecimiento exponencial, se publicarían diez artículos por segundo en mi especialidad de física teórica, y no tendría tiempo de leerlos.”*

## **5. La formación de Científicos y Biólogos en el siglo XXI.**

*Los biólogos modernos tienden a ser especialistas en grado sumo. Pueden saberlo todo sobre una especie concreta de ave, sobre las hormonas sexuales, sobre el comportamiento parental, sobre la neuroanatomía o sobre la estructura molecular de los genes, pero no suelen estar informados de los avances realizados fuera de su campo de estudio. Los biólogos casi nunca tienen tiempo para dejar de concentrarse en los avances de su especialidad.*  
*Ernst Mayr. Así es la Biología. 1998.*

La magnitud del conocimiento biológico existente y en proceso de edición es tan abrumadora como rebelde, para dejarse subsumir en un plan de estudios de cuatro o

cinco años. El debate de tomar una decisión entre lo científico o lo práctico es un falso debate, dado que ambos constituyen los extremos de un continuum inherente a un ámbito del saber humano, necesario y altamente desarrollado a lo largo de la historia; asimismo, la selección de contenidos curriculares tendrán que considerar no solamente ambos, formativos e informativos, si no es en función de las prácticas dominantes, las decadentes y las emergentes de los biólogos en activo, con criterios comparados que permitan obtener de ellas no solo su listado, sino los elementos subyacentes, comunes y articulados, que nos permitan precisar los elementos formativos de nuestros estudiantes.

## 6. A manera de síntesis propositiva

Los caminos que tienen al frente los biólogos tomadores de decisiones y directivos de las escuelas de ciencias son alternativos, pero si la biología se ve como ciencia tendría que mantener los principios y fundamentos científicos en la formación. La opción de formar licenciados en biología, ciencias biológicas u otras especialidades de actualidad, e insertas más bien en criterios tecnocientíficos, no es desdeñable, pero habrá que decidir cual es el mejor camino a seguir: la biología como ciencia o como profesión. Entre las opciones que se presentan están las siguientes:

1. Desarrollar programas académicos de nivel licenciatura de una duración de cuatro años, con una clara definición de “formación científica de la biología” en carreras de **Biólogo** y un posgrado fuerte con maestrías y especialidades en las fronteras del conocimiento tecnocientífico, regidas por la investigación y las líneas de generación del conocimiento de cuerpos académicos consolidados.
2. Desarrollar programas académicos de nivel licenciatura en cinco años (a), con salidas laterales profesionales de Técnico Superior Universitario (b), especializado en los tópicos que sean requeridos por la demanda de **profesiones biológicas** de la región biogeográfica de influencia de la escuela o facultad.
3. Ambas opciones integradas.

Lo más recomendable es primero precisar el paradigma científico en que se insertan los planeadores, su relación con la perspectiva del cambio y de la Modernidad que agoniza desde finales del siglo XX, el contexto regional e institucional con su catálogo de problemas científicos, y los atributos de la Biología como Ciencia con su magna constelación de profesiones.

Los principios y fundamentos de la ciencia ya mencionados, requerirán ser necesariamente integrados en la formación de científicos o profesionistas de la biología, tanto como la capacidad de autoaprender a Ser (sí mismo), a Saber (con apetencia por conocer y por conocimientos), a Conocer (cómo se conoce) y del Hacer (desarrollando las aptitudes y competencias para la vida y para ganarse la vida) con un sentido humanista que le permitan ser *él mismo* en su tiempo.

Nadie, en su sano juicio, podría permitir que la profesionalización sea a costa del desarrollo del ser humano a plenitud. Decía Ortega y Gasset (1976) desde 1930 en su libro sobre la Misión de la Universidad que “*este personaje medio es el nuevo bárbaro*”

*retrasado con respecto a su época, arcaico y, primitivo en comparación con la terrible actualidad y fecha de sus problemas. Este nuevo bárbaro es principalmente el profesional, más sabio que nunca, pero más inculto también -el ingeniero, el médico, el abogado, el científico-... Y lo mismo diría de quien no poseyese una mente medianamente ordenada de los grandes cambios históricos que han traído a la humanidad hasta la encrucijada de hoy (Todo hoy es una encrucijada). Y lo mismo de quien no tenga idea alguna precisa sobre cómo la mente filosófica enfrenta al presente su ensayo perpetuo de formarse un plano del Universo o la interpretación que la biología general da a los hechos fundamentales de la vida orgánica... Es preciso que el hombre de ciencia deje de ser lo que hoy es con deplorable frecuencia: un bárbaro que sabe mucho de una sola cosa”.*

## 7. Referencias

- Abbagnano, Nicola. 1992. *Diccionario de Filosofía*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Apóstel, Leo. 1982. *Interdiscipliniedad, terminología y conceptos*. Fotocopia de documento de trabajo. Univ. Aut. Metropolitana Azcapotzalco. México.
- Bacigalupo, Luis Eduardo. 2009. *Más allá de la moral católica está la ética. Reflexiones en torno a la enseñanza de ética profesional en la universidad católica*. Facultad de Letras y Ciencias Humanas. Perú. Descargado en Julio de 2009. [http://www.pucp.edu.pe/ira/filosofia-peru/pdf/ensayos\\_filo/etica\\_baciga.pdf](http://www.pucp.edu.pe/ira/filosofia-peru/pdf/ensayos_filo/etica_baciga.pdf).
- Bunge M. *Ética y Ciencia*. Buenos Aires: Siglo XXI; 1972.
- Echeverría, Javier. *La revolución tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 2003.
- El Castellano.org, La página del idioma español. 2009. Consulta en línea. Asociación Cultural Antonio de Nebrija. <http://www.elcastellano.org/consultas.php?Op=ver&Id=1248>.
- Ferrater Mora, José. 1965. *Diccionario de Filosofía. Montecasino*. Tomo I: A – K. pág 283. Editorial Sudamericana. Buenos Aires.
- Herrera, Z. Tarsicio y Julio A. Pimentel. 2003. *Etimología Latina del español*. 31 edición. Editorial Porrúa. México.
- Mayr, Ernst. 1998. *Así es la Biología*. Editorial Debate. Madrid.
- Muñoz López, Temístocles (Coord). 2008. *Ciencia y Filosofía de la Ciencia*. Serie Teoría de la Ciencia, Nodo 1. Programa Postdoctoral en Teoría de la Ciencia. Facultad de Ciencia, Educación y Humanidades. Universidad Autónoma de Coahuila. ISBN 978-968-6628-83-8.
- Muñoz López, Temístocles (Coord). 2008. *Intencionalidad, Proposición y Argumentación Científica*. Serie Teoría de la Ciencia, Nodo 6. Programa Postdoctoral en Teoría de la Ciencia. Facultad de Ciencia, Educación y Humanidades. Universidad Autónoma de Coahuila. ISBN 978-968-9530-04-6.
- Muñoz López, Temístocles (Coord). 2008. *Tesis e Hipótesis, Juicio, Premisa, Justificación y Conjetura en Ciencia*. Serie Teoría de la Ciencia, Nodo 3. Programa Postdoctoral en Teoría de la Ciencia. Facultad de Ciencia, Educación y Humanidades. Universidad Autónoma de Coahuila. ISBN 978-968-6628-94-4.
- Muñoz López, Temístocles e Irasema Recio Martínez. 2008. *Complejidad y Metodología de la investigación*. 4to Congreso Internacional de la Metodología y la Investigación para la Educación "La Metodología frente a la Complejidad de lo Real". 24 a 27 de Junio. México.
- Muñoz López, Temístocles y Jaquelina Lizet Hernández Cueto. 2008. *La educación basada en competencias y sus implicaciones en el cambio institucional*. VIII Congreso Internacional Retos

y Expectativas de la Universidad "Universidad y Política Educativa: Ser, Hacer y Deber Ser", 1 a 4 de octubre. Nuevo Vallarta, Nayarit.

- Muñoz López, Temístocles, Martha N. Espericueta y Claudia C. Barba. 2008. *Estilos de aprendizaje y la formación del investigador en Ciencias de la Educación*. 4to Congreso Internacional de la Metodología y la Investigación para la Educación "La Metodología frente a la Complejidad de lo Real". 24 a 27 de Junio. México.
- Muñoz López, Temístocles. 1997. *Paradigmas de Producción y Educación Agronómica. La educación en la Perspectiva de la Revitalización Agro Cultural*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades. Universidad Autónoma de Coahuila. Saltillo.
- Muñoz López, Temístocles. 1999. *El papel de la ciencia en el desarrollo regional*. In Cuadernos de trabajo /3. Centro de Estudios Biológicos. Ciudad Juárez. Loera de la Rosa, Manuel, Cerejido, Marcelino et al, Foro de discusión para el desarrollo de las Ciencias en Ciudad Juárez. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. núm. 3, 1999, 45 pp. [ISBN 0188-9982].
- Muñoz López, Temístocles. 2001. *Paradigmas en la Ciencia y en la Investigación*. Cuadernos de Investigación, Número 24, Febrero. Área III, Ciencias Sociales y Humanidades. Coordinación General de Estudios de Posgrado e Investigación. Universidad Autónoma de Coahuila. Saltillo.
- Muñoz López, Temístocles. 2009a. *Los Sistemas Educativos: La Educación y las organizaciones que educan*. Serie Didáctica: Persona, Pedagogía y Sociedad. Universidad Autónoma de Coahuila. ISBN: 978-968-9530-12-1. México. 202 pp.
- Muñoz López, Temístocles. Julio CuFarfán López y Sonia Guadalupe Romo Castillo. 2009b. *Homo matheticus: El sujeto de la educación contemporánea*. 9º Congreso Internacional "Retos y Expectativas de la Universidad" A diez años de la Declaración de París. CIRYEU2009196. 17 a 20 de junio del 2009. 8 pp. México.
- Ortega y Gasset, J. 1976. *La Misión de la Universidad*. Revista de Occidente. Madrid.
- Pabón de Urbina, José M. 2002. *Diccionario Manual Griego*. Decimoctava edición. Ed. Vox. Barcelona.
- Pérez Tamayo, Ruy. 1998. *¿Existe el Método Científico?* Primera edición. Secretaría de Educación Pública y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.
- Piaget, Jean y Rolando García. 1982. *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Siglo XXI Editores. México.
- Pimentel Álvarez, Julio. 2004. *Breve diccionario Porrúa Latín/Español Español/Latín*. Editorial Porrúa. México.
- Price Derek J deSolla, "Networks of Scientific Papers: The pattern of bibliographic references indicates the nature of the scientific research front" *Science*, 149(3683): 510-515, July 30, 1965. <http://garfield.library.upenn.edu/papers/pricenetworks1965.pdf>
- Ravaglioli, Fabrizio. 1981. *Perfil de la teoría moderna de la Educación*. Editorial Grijalbo. México.
- Silva, Roberto. 2006. Ponencia S/N, Material de las Jornadas. Congreso "La Policía Siglo XXI". Tercer Panel: "Ética Policial y Liderazgo" del Programa Líderes para el Cambio de la Cultura Institucional. <http://www.mseg.gba.gov.ar/ForyCap/Programaliderescambio/material%20de%20las%20jornadas/silva.html>