



Noviembre 2014

**DEPENDENCIA TECNOLÓGICA, EDUCACIÓN Y CIENCIA EN MÉXICO.  
EXPLORACIÓN DE LOS SISTEMAS BACTERIANOS DE DOS COMPONENTES  
COMO DIANAS TERAPÉUTICAS: EDUCACIÓN POR COMPETENCIAS  
MEDIANTE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN BIOMEDICINA.**

**Dra. Roxana Malpica Calderón<sup>1</sup>**

Profesora-Investigadora a Tiempo Completo en la Licenciatura en Químico-Farmacéutico-Biólogo, en la Licenciatura en Biología y en el Máster en Ciencias de Orientación Genómica de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Materias impartidas: Laboratorio de Biología Molecular, Inmunología, Temas Selectos de Biología y Seminario de Tesis. Correo electrónico: [roxana.malpica@uacj.mx](mailto:roxana.malpica@uacj.mx)

**Dr. Santiago Gallur Santorum<sup>2</sup>**

Profesor-Investigador a Tiempo Completo en la Licenciatura en Periodismo y en la Licenciatura en Educación de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Materias impartidas: Geopolítica y Globalización, Introducción a la Comunicación de Masas, Sistema Político Mexicano, Fotografía Periodística, Didáctica I y Didáctica II. Correo electrónico: [santiago.gallur@uacj.mx](mailto:santiago.gallur@uacj.mx)

**-Resumen:**

Este artículo es el resultado de una investigación que deriva de la necesidad de implementar cambios en la educación superior en México que

---

<sup>1</sup> Miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México (SIN Candidato). Estancia Posdoctoral en el Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Alberta, Edmonton, Canadá. Doctora en Ciencias Biomédicas (PDCB, UNAM), Maestra en Ciencias con especialidad en Biología Celular (CINVESTAV), Bióloga (FES Iztacala, UNAM).

<sup>2</sup> Miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México, con la categoría C (Candidato), desde enero del 2014. Técnico Superior en Fotografía Artística (Escuela de Artes Maestro Mateo, Santiago de Compostela, 2003), Licenciado en Periodismo (Universidad de Santiago de Compostela, 2008), Máster Oficial en Historia Contemporánea (Universidad de Santiago de Compostela, 2009), CAP Universidad de Santiago de Compostela, 2009), Posgrado en Educación en Inglaterra y Gales por convalidación (Qualified Teacher Status, England and Wales, 2011), Doctor en Historia Contemporánea (Universidad de Santiago de Compostela, Diciembre de 2011).

permitan a los estudiantes de licenciatura egresar con habilidades, actitudes y valores estratégicos para el desarrollo económico del país. Hoy en día uno de los principales factores que influye en el desarrollo económico de los países es su capacidad para generar conocimiento. Así, los países más desarrollados económicamente suelen ser aquellos que poseen e implementan la innovación tecnológica y la educación como clave para potenciar los avances científicos. Hace un par de años se empezó a implementar un proyecto de investigación en la rama de las ciencias biomédicas en México que pretendía desarrollar Sistemas bacterianos de dos componentes como dianas terapéuticas, cuya utilidad es inestimable en el campo de la sanidad y de la industria farmacéutica ya que permitirían mejorar los efectos de los antibióticos así como desarrollar otros nuevos más eficientes (entre otras muchas ventajas). Para el desarrollo de esta investigación, se decidió implementar un modelo educativo por competencias que ha consistido en la implicación de estudiantes de licenciatura en la realización de tareas de investigación complejas.

**-Abstract:**

This paper is the result of a research that stems from the need to implement changes in the higher education in Mexico that allows undergraduate students getting the strategic skills, attitudes and values for economic development. Nowadays one of the main factors that influence actively the economic development of the countries is their ability to generate knowledge. Thus, the “developed” countries tend to be those which implement technological innovation and education as the key to enhance scientific breakthroughs. A few years ago we began to implement a research project in the field of biomedical sciences in Mexico aimed to develop bacterial systems of two components as therapeutic targets, whose utility is invaluable in the field of healthcare and pharmaceutical industry and that would improve the effects of antibiotics and to develop new more efficient ones (and many other benefits). For the development of this research it was decided to implement a competency educational model that, mainly, is related with the involvement of undergraduate students in carrying out extensive research while they acquire many technical competencies.

**Palabras clave:** Innovación tecnológica, desarrollo económico, educación por competencias y ciencias biomédicas.

**Keywords:** Technology innovation, economic development, competency education y biomedical sciences.

**Índice:**

1. Dependencia e innovación tecnológica: Problemas y perspectivas para el desarrollo económico en un mundo globalizado:

2. Educación por competencias en la rama de biomedicina: Exploración de los Sistemas Bacterianos de Dos Componentes como Dianas Terapéuticas.
3. Objetivos.
4. Hipótesis.
5. Metodología de la investigación.
6. Análisis de datos y resultados.
7. Conclusiones.
8. Fuentes.

## **1. PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO EN UN MUNDO GLOBALIZADO: LA DEPENDENCIA TECNOLÓGICA.**

La crisis financiera actual ha provocado que en todo el mundo uno de los temas de más interés para casi cualquier persona, independientemente de su nivel sociocultural, sea el desarrollo económico de los países. El cómo salir de las crisis es uno de los temas más tratados en todo tipo de foros, tanto en los públicos como en los privados. Cientos de libros se han escrito sobre el origen de la crisis actual y cómo superarla. Sin embargo, muy pocos han tratado el cómo se entra en una crisis económica de la intensidad de la actual. Esto se debe a que “la culpa” de la situación financiera que se está viviendo está muy focalizada, y no en personas o en entidades concretas, sino en actitudes. Es decir, costumbres de comportamiento económico, tanto de particulares como de las empresas (o de los propios “mercados”) provocan que vivamos en una época de inestabilidad financiera por la misma naturaleza del sistema. Así, es muy llamativo que mientras el número de pobres aumenta a pasos agigantados en todo el mundo, a la vez, paradójicamente el número de ricos también se incrementa a nivel prácticamente constante. Y es que por la pura lógica económica actual, las crisis, a la vez que traen miseria a una gran parte del planeta, consiguen que un número importante de los que poseen la mayor parte de las riquezas, las aumenten. Podríamos incluso llegar a señalar que hoy en día el capital se comporta como la energía, que *no se crea ni se destruye sino que se transforma*.

El capital actualmente se mueve constantemente, cambia de manos y a mayor miseria para unos, mayor riqueza para otros. Pero, ¿existe algún modo de poder conseguir que países en vías de desarrollo superen la crisis y se sitúen en posiciones económicas más favorables para sus ciudadanos?. En realidad sí, y va vinculado a las dinámicas propias de la globalización. Éste es uno de los fenómenos socioeconómicos y culturales más importantes de los últimos años. Muchos son los intelectuales que han estudiado el tema<sup>iii</sup> y cada vez más personas se interesan por un fenómeno que algunos perciben como actual, pero que en realidad lleva con nosotros muchos años<sup>iii</sup>. Además de ello, existen cientos de ideas preconcebidas y “falacias”<sup>iv</sup> que se manejan habitualmente con total comodidad por todo aquel que cree tener el conocimiento suficiente como para elaborar la “fórmula mágica” que permitiría el desarrollo económico en un mundo globalizado. Sin embargo, una de las principales evidencias de la globalización es que ni todos los países están “invitados” a participar, ni todo el mundo parte de las mismas circunstancias como para percibir como necesariamente positiva la situación actual.

La globalización tiene muchas características pero una de las más evidentes es que no todos los países son beneficiados por sus “bondades”. Es más, una de las situaciones más obvias y comunes del mundo globalizado es que mientras a unas naciones les va muy bien, económicamente hablando, a otras les va muy mal. Y es precisamente esta lógica de creciente y permanente desigualdad la que permite que el desarrollo financiero se produzca a la velocidad y en las condiciones en las que se da. Así, nadie puede negar que una de las condiciones más constantes de la globalización es la movilidad de personas, bienes y servicios, así como un desarrollo tecnológico nunca visto hasta ahora en la historia de la humanidad. Por ello, muchos señalan que este fenómeno globalizador está consiguiendo un mayor desarrollo económico, social, cultural y democrático en todo el mundo. Sin embargo, esta afirmación sólo requiere de un análisis en profundidad para que comiencen a aparecer las primeras inconsistencias, tanto teóricas como prácticas<sup>v</sup>.

Internet se ha convertido en uno de los principales motores de desarrollo de un proceso globalizador, que supuestamente permite acortar distancias y conectar a todos los países entre sí, construyendo de este modo el concepto de “aldea global”. La cuestión es, ¿cuánto hay de “aldea” y de “global” en el mundo en que vivimos en la actualidad?. La respuesta abruma por lo obvia: muy poco, tanto de uno como de otro concepto. En primer lugar porque a pesar de que Internet se suele presentar como un “herramienta” al alcance de todos, y que por lo tanto facilita el acceso a una suerte de “democracia virtual”, al final, en la realidad de los hechos se acaba convirtiendo precisamente en todo lo contrario: una herramienta muy útil para los que pueden acceder a ella, pero que aboca al mayor de los “aislamientos” a aquellos que no puedan disponer de ella.

A estas alturas podría haber personas que estén pensando, ¿pero quién no puede acceder hoy en día a Internet si es muy barato o incluso gratis en determinadas ocasiones (ya que en muchos países en lugares públicos el servicio es gratuito)?. En realidad Internet ni es “barato” ni es gratis, por varios motivos. Para poder acceder a la red de redes se necesitan varios aparatos electrónicos caros, así como servicios e infraestructuras con un costo añadido. A saber: 1) Una vivienda o local con electricidad e instalación eléctrica en buenas condiciones. 2) una instalación telefónica, un módem o “router” inalámbrico que permita proporcionar el servicio bien sea mediante cable telefónico o por “wifi”. 3) Una computadora, laptop, tablet o cualquier otro dispositivo electrónico que permita poder disfrutar de la conexión a Internet. Si sumamos todos los gastos que suponen estos servicios evidentemente la cifra se hace prohibitiva para una gran cantidad de personas, que además de no disponer de electricidad en sus hogares, tampoco tienen para costearse una línea fija de teléfono y menos aún para gastarse varios cientos de dólares de media en la compra de una computadora (elemento básico para poder disfrutar de la red).

Si tomamos como referencia las cifras que aporta por el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo y que han sido ampliamente difundidas en la web del Movimiento Internacional ATD Cuarto Mundo, tenemos los siguientes datos sobre la pobreza en el mundo:

-“Más de mil millones de seres humanos viven con menos de un dólar por día.

2.800 millones de personas, es decir, cerca de la mitad de la población mundial, viven con menos de 2 dólares por día.

-448 millones de niños sufren de bajo peso.

-876 millones de adultos son analfabetos, de los cuales dos terceras partes son mujeres.

-Cada día, 30.000 niños menores de cinco años mueren de enfermedades que podrían haber sido evitadas.

-Más de mil millones de personas no tienen acceso al agua potable.

-El 20% de la población mundial posee el 90% de las riquezas.”<sup>vi</sup>

Si después de tener en cuenta estos datos señalamos que en el mundo actualmente según la ONU somos 7 mil 162 millones de habitantes, tenemos que: un poco menos de la mitad de la población mundial vive con menos de dos dólares al día, y una séptima parte de la población del planeta vive con menos de un dólar por día<sup>vii</sup>. Por todo ello es evidente que más de la mitad del planeta apenas tiene para comer. Esto deja a Internet como un lujo fuera de sus posibilidades.

Si pensamos en el caso particular de México, existen más de 50 millones pobres, casi la mitad de su población<sup>viii</sup>. En el país, paradójicamente se fabrica una gran cantidad de tecnología, lo que no quita que a la vez México sufra de una grandísima dependencia tecnológica de las naciones del primer mundo. Esta “surrealista” situación se explica de forma sencilla si nos situamos en que en la frontera norte de México con Estados Unidos el desarrollo de la economía globalizadora ha provocado que se extendiese un proceso de deslocalización de las fábricas e industrias de grandes empresas del “primer mundo”. Así, cientos de trasnacionales llevan los procesos de producción de bienes de electrónica, computación, automotriz, etc. a ciudades como Ciudad Juárez, donde cientos de maquilas se encargan de ensamblar las piezas de complejos productos cuyos propietarios intelectuales son grandes multinacionales de países del primer mundo. Así, Olga Lucía Rodríguez Álvarez, señalaba ya en 2002 lo siguiente en un artículo académico:

“Generalmente las ciudades fronterizas resultan un punto de atracción de inmigrantes, en el caso de Ciudad Juárez el flujo de inmigrantes provenientes del sur tuvo un alto crecimiento demográfico entre 1940 y 1970. Este crecimiento se vio intensificado con la suspensión del Programa de Bracero [\(2\)](#) en 1964 que obligó a la repatriación masiva de trabajadores, muchos de los cuales se quedaron a vivir en Ciudad Juárez. Entonces el gobierno mexicano lanza el **Programa Nacional Fronterizo** (PRONAF) tendiente a crear las condiciones institucionales para fomentar el desarrollo industrial a lo largo de la frontera (Herzog, 1990:53) y así cambiar la imagen de toda la frontera de México hacia los Estados Unidos y generar mayores fuentes de empleo. Por su parte el sector privado, frente a la fuerte crisis de empleo de los años 70, tuvo la iniciativa de inducir a un nuevo desarrollo para el Estado [\(3\)](#) a través de la transición del sector primario a una economía secundaria o industrializada. Así deciden que el camino era la industria maquiladora porque requería relativamente poca inversión y por la alta capacidad que tenía para generar empleo. Se hizo la actividad de promoción, trabajo en conjunto entre empresarios y gobierno, se hicieron inversiones en puentes, vías, centros comerciales con el cual se demostró el potencial que podrían tener para la atracción de capital para el ensamble de plantas o maquiladoras. Por definición la maquiladora es una planta industrial extranjera que posee, controla o subcontrata



operaciones que procesan temporalmente componentes importados en México para la exportación. La industria maquiladora de exportación es el conjunto de empresas o establecimientos que se dedican a realizar alguna o varias de las etapas del proceso productivo. La actividad de la maquila está destinada a la transformación, elaboración y reparación de mercancías de procedencia extranjera, importadas temporalmente, para su posterior exportación. (INEGI, 1994:1) Una de las características principales de esta actividad es la utilización intensiva de mano de obra, lo cual genera una significativa cantidad de empleos en los lugares donde se establecen. En 1966 Ciudad Juárez fue asiento de las primeras maquiladoras y con ella el desarrollo del primer Parque Industrial en México, muy al estilo de los parques industriales estadounidenses y con los requerimientos establecidos por ellos (áreas verdes, número de estacionamientos, etc.). Las localizaciones más favorables para las plantas de este tipo siguen siendo los parques industriales en la zona fronteriza norte del país que ofrece a las empresas sus instalaciones industriales en arrendamiento o venta y se esmeran en tenerlas listas para ocupación inmediata o en caso contrario cumplir rápidamente con los requerimientos de los clientes. Actualmente se encuentran en todo el estado de Chihuahua 26 desarrollos industriales que incluyen Parques, Ciudades y Corredores Industriales en los que existen 549 establecimientos, de los cuales 371 pertenecen a Ciudad Juárez junto con Nuevo Casas y 130 se dedican a la industria manufacturera. Ciudad Juárez, como otras ciudades de la frontera, presentó una serie de elementos que la hicieron atractiva para la instalación de las plantas maquiladoras, entre ellas la gran oferta de mano de obra barata, su proximidad geográfica con Estados Unidos que disminuyó los costos de transporte entre las plantas y además le permitió al personal estadounidense que viviera en su país y viajar a diario hasta su lugar de trabajo (CEPAL, 1996:44). Por todas estas razones no es de extrañar que en su territorio se hayan localizado el mayor número de plantas maquiladoras del Estado (4) y que sea quien destaca en primer lugar en ocupación de personal en los parques industriales con 360.620 personas ocupadas (INEGI, 1999).<sup>ix</sup>.

Así, en la localidad fronteriza se da la “esperpéntica” situación de que un producto de electrónica como un televisor que ha salido de las grandes empresas maquiladoras de Ciudad Juárez, cuesta un tanto por ciento más en la ciudad mexicana que en su vecina estadounidense, El Paso, separada por apenas metros en algunos tramos de frontera. Esto se entiende fácilmente por la dependencia tecnológica, ya que los productos fabricados en México son en la mayoría de los casos “inventados” y patentados en Estados Unidos. Según el profesor de Economía de la UNAM, Salvador Medina Ramírez, las causas de la dependencia tecnológica que provoca esta situación (y otras muchas), serían las siguientes:

“México es un país dependiente de la tecnología que se genera en otras partes del mundo. Es innegable que el país no ha participado activamente en ninguna revolución tecnológica sucedida hasta el momento; nunca se ha caracterizado por construir locomotoras, por dominar la energía atómica, por ser una potencia en la biotecnología o en la fabricación de chips de computadora, por citar algunos ejemplos. México, como resultado, sufre un retraso en tecnología. Entonces, a qué se debe esta dependencia. La respuesta es a la escasez de desarrollo científico nacional que derive en nuevas tecnologías aplicadas a la producción; pero en tal caso, por qué sucede o ha sucedido esto. El fenómeno no tiene una solución simplista ni mucho menos se puede resumir en unas cuantas líneas. Aun así es posible explicar a grandes rasgos esta problemática sin recurrir a un examen histórico de la nación desde sus inicios. Las razones se pueden agrupar en tres

grandes grupos. En primer lugar, la ausencia de inversión de los empresarios en investigación y desarrollo tecnológico (I&D), debido a diversos factores: falta de visión, escasa vinculación con los sectores académicos, no se considera rentable invertir en I&D, falta de apoyo financiero, es más barato importar la tecnología en vez de desarrollarla. En segundo lugar, un bajo apoyo a la I&D por parte de las instituciones gubernamentales por diversos motivos: restricciones presupuestarias, falta de visión o ignorancia de los gobernantes, corrupción, motivos políticos, etcétera. Por último, la limitada presencia de capital humano enfocado a la I&D provocada por la falta de una educación adecuada y por la fuga de talentos al extranjero.”x.

Tal y como indica Medina Ramírez, actualmente el país se encuentra en dependencia tecnológica con el “primer mundo” porque no ha desarrollado entre otras cosas investigación e investigadores en ramas tan estratégicas como la de la Biotecnología. Uno de los motivos directamente relacionado con lo anterior sería que precisamente no existe una política a nivel nacional lo suficientemente fuerte como para conseguir el fomento de lo que se denomina I+D+I, es decir, inversión en investigación, desarrollo e Innovación. Tal y como se señala en la introducción del documento titulado “Evaluación de la política de I+D e innovación de México (2001-2006). Informe del Panel Internacional Independiente”:

“El sistema mexicano de ciencia, tecnología e innovación (CTI) es pequeño y se caracteriza por su falta de articulación. La interacción entre los diversos actores del sistema (universidades, centros públicos de investigación (CPI), empresas y otros agentes del sector productivo, administraciones públicas, organismos sin ánimo de lucro, etc.) es limitada. Utilizando la metáfora del sistema, se puede decir que el sistema mexicano no existe, porque lo que caracteriza un sistema son las interacciones entre sus partes y la emergencia de una dinámica nueva en la que los diversos elementos evolucionan conjuntamente. Sin embargo, en el sexenio pasado se han producido avances en este ámbito. El sistema mexicano de CTI presenta un importante atraso relativo, tanto respecto a los países de la OCDE, como a los países emergentes, que es resultado simultáneo de una insuficiente capacidad de la producción de conocimiento y, a la vez, de la escasez de la demanda y de la inadaptación entre ésta y la oferta pública. La sociedad y el sector productivo otorgan una importancia reducida a los problemas del desarrollo científico-técnico y de la innovación; además los recursos que el Gobierno mexicano asigna en los presupuestos anuales a la ciencia y la tecnología son muy escasos y dificultan la viabilidad de una política activa que contribuya a resolver los problemas en este ámbito y a mejorar su contribución al crecimiento económico y al bienestar social; además las estructuras institucionales y los mecanismos de gobernanza presentan importantes deficiencias. La situación de México en materia de CTI se encuentra en un círculo vicioso. Es urgente romper esta situación por medio de una acción de gobierno decidida; pero para que esa acción de gobierno sea algo más que retórica se necesitan los recursos presupuestarios que permitan avanzar hacia los objetivos señalados. **México se caracteriza, por un lado, por una limitada capacidad de producción (oferta) de conocimiento científico y tecnológico** (codificado en publicaciones y patentes, **o tácito en las competencias adquiridas por las personas**). Esta reducida oferta se mide de diversas formas, por ejemplo: **el número absoluto y relativo de egresados (licenciados, maestros y doctores) con competencias científico técnicas, así como sus niveles de formación y capacitación para incorporarse al mercado de trabajo; el número de investigadores**, tanto en el sector público como en el

privado; la ausencia de un papel significativo de las empresas en la realización de actividades de investigación y desarrollo (I+D), incluso en la etapa de desarrollo de productos y servicios, por lo que cuando innovan lo hacen exclusivamente a nivel local, etc. **Por otro lado, el sistema mexicano de innovación se caracteriza por una escasa demanda de tecnología, conocimiento y recursos humanos altamente cualificados por parte de las empresas.** Las empresas en general (ya sean multinacionales o empresas mexicanas) compiten internacionalmente por medio de bajos costes laborales, y nacionalmente a través de una tenaz defensa de sus posiciones dominantes en el mercado interno. Existen pocos casos de empresas mexicanas que basen su posición competitiva en mercados internacionales en el uso avanzado de la tecnología y en la aplicación y utilización del conocimiento producido por ellas mismas. El recurso a la compra de tecnología en el exterior, cuando se ha necesitado, ha sido la pauta dominante. El mercado mexicano y los niveles de competencia existentes no parecen jugar un papel determinante para forzar a las empresas a utilizar el conocimiento, la ciencia y la innovación como mecanismos clave en sus estrategias competitivas. Esto se refleja en una baja contratación de recursos humanos altamente calificados por parte de las empresas, particularmente doctores, aunque la incorporación y el papel de los ingenieros en las grandes y medianas empresas sea reconocible... ”xi.

Y si nos fijamos específicamente en el papel jugado en esta situación por las universidades y los centros de investigación en el país, el mismo documento señala que:

“... Por añadidura, **el sistema de producción de conocimiento científico y tecnológico está dominado por las universidades y CPI**, y sus investigadores responden a una estructura de incentivos que se limita a fortalecer una parte de su actividad, aquella que se plasma en artículos y publicaciones científicas. A esta **orientación en exceso academicista e individualista** –que sin embargo ha servido para elevar los estándares de calidad y la producción científica- ha contribuido la orientación dominante en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI). El SNI y sus pautas de funcionamiento tienen un impacto en la estructura de incentivos de los investigadores del sector público que explica las actitudes y las estrategias que conducen a consolidar la orientación preponderante de corte academicista, que tiende a aislarles e incomunicarles del mundo de la empresa y de la producción, y fomenta la conversión de universidad y CPI en mundos auto-referenciados., exclusivamente coherentes con el modelos tradicional de la carrera académica; aunque bien es verdad que ha facilitado el desarrollo de la práctica de los “entregables” como productos finales. La existencia de un fuerte sistema universitario en Estados Unidos, con altos niveles de excelencia y tradición de cooperación con la empresa, tampoco influye de manera positiva en las oportunidades para las universidades y CPI mexicanos, que corren el riesgo de ver como empresas mexicanas recurren a universidades y entidades más allá de la frontera. El sistema de CTI carece de las propiedades sistémicas que permiten romper el nudo gordiano de la falta de interacción entre oferta y demanda. Hasta hace poco tiempo **no se han comenzado a desarrollar mecanismos y funciones de vinculación entre los actores del sistema (dispositivos para garantizar la transferencia de conocimiento), ni los recursos humanos altamente capacitados han influido hacia la empresa, para aumentar su capacidad de absorción.** Salvo excepciones, los niveles de vinculación y colaboración del sector público investigador con las empresas son reducidos, y la estructura de incentivos de los diversos actores tiende a impedir que esa cooperación se convierta en palanca esencial para la ruptura del círculo vicioso y



para la utilización del conocimiento científico y tecnológico a favor del desarrollo económico de México y la mejora del bienestar social de sus ciudadanos. En resumen, **el principal problema de México al comienzo del sexenio pasado seguía siendo la desarticulación del sistema y la falta de interacciones entre los actores de la I+D y la innovación. Sin embargo, la ausencia de demanda tecnológica y de conocimiento por parte de las empresas es el problema más grave, porque dificulta que la limitada producción científico-técnica, que hay que aumentar de manera importante, se oriente no sólo al mundo académico sino también a satisfacer las necesidades científicas y tecnológicas de las empresas y de la sociedad.**”<sup>xii</sup>.

Dentro de esta situación los medios de comunicación cumplen una función esencial: difunden los avances científicos y consiguen así obtener mayores presupuestos para las investigaciones desarrolladas en las universidades y en los centros de investigación. Sin embargo, precisamente a todo lo anterior en México se une la circunstancia de que los medios de comunicación no llevan a cabo, tanto como sería deseable, una buena labor de divulgación, por lo que la situación se acaba agravando. Es decir, si la sociedad no conoce lo que hacen sus científicos a través de los medios de comunicación, es muy difícil que vayan a recibir dicha información por otras vías, y por lo tanto tampoco entenderán la necesidad de financiar investigaciones relevantes, puesto que no tendrán los datos necesarios para valorarlo correctamente. En concreto Marisa Avogadro señala:

“El escritor científico Luis Estrada y la profesora Patricia Magaña, de la UNAM, refieren que los riesgos que amenazan la labor de la divulgación en los países de América son los siguientes:

1. El primero es que la improvisación tiende a convertirse en la forma definitiva de trabajar. Muchos creen que cualquiera puede divulgar la ciencia y que esta labor es esencialmente filantrópica.
2. Carencia de escuelas y de otros medios de formación de divulgadores de la ciencia.
3. Creer que el manejo de un medio de comunicación es suficiente para hacer la divulgación científica.
4. Abuso del aspecto lúdico de la comunicación de la ciencia. Hay actividades, en especial algunas dedicadas a los niños, en las que, con el pretexto de dar el conocimiento científico como un asunto fácil y divertido, todo queda reducido a información trivial.
5. Algo que suele olvidarse es que una de las características esenciales de la ciencia es el procedimiento empleado para construirla, un proceso permanente que está siempre sujeto a prueba, tanto en sí mismo cuanto en sus resultados.
6. Otro problema es la estrechez del concepto de cultura en estos países, que, aún habiéndose ampliado últimamente, no comprende todavía a la ciencia. Uno de los propósitos de la divulgación debe ser corregir esta situación.
7. La divulgación de la ciencia que necesitan no puede ser una copia de la que realizan los países más desarrollados sino una parte del proyecto educativo de cada nación.
8. En general, los científicos mexicanos juegan el papel de comunicadores de la ciencia y se involucran en proyectos de libros, artículos en revista, asesoran salas de museos o conceden entrevistas. Este trabajo lo consideran más una labor social a la que destinan generalmente sólo su escaso tiempo libre, y muchos de ellos piensan que son los únicos capaces de hablar de ciencia. La tarea de

divulgar es vista como algo secundario o menos valioso, en relación con la investigación". (CALVO HERNANDO; M. 1999: 126/7).<sup>xiii</sup>.

Concretamente, según se señala en la página web del gran divulgador científico Calvo Hernando, las principales funciones de la divulgación científica serían:

- Transmite la ciencia "sin dolor". -Sitúa a la ciencia como elemento básico de la cultura general. -Establece una comunicación entre las distintas ramas científicas.
- Comunica ciencia, ya que "la ciencia no está completa hasta que se comunica"<sup>xiv</sup>.

A pesar de todo lo señalado anteriormente a través de los mencionados expertos en la divulgación científica, los medios constituyen un elemento importante en esta estrategia de difusión de la ciencia, pero no son suficientes por sí mismos. Por ello se necesita abordar el problema de la dependencia tecnológica desde sus orígenes: La educación Universitaria.

## **2. EDUCACIÓN POR COMPETENCIAS EN LA RAMA DE BIOMEDICINA: SISTEMAS BACTERIANOS DE DOS COMPONENTES COMO DIANAS TERAPÉUTICAS**

El formar a investigadores universitarios con licenciatura, maestría y doctorado se acaba convirtiendo al final en la única garantía de que se va a producir, aunque sea mínimamente, un desarrollo científico y tecnológico en el país. Todo esto teniendo en cuenta que según algunas fuentes sólo dos de cada 100 mexicanos que estudian consiguen llegar a realizar estudios de posgrado<sup>xv</sup>. Ahora bien, dentro de la formación universitaria de "científicos", se hace completamente necesario señalar cuál sería el modelo educativo más adecuado como para conseguir el mayor aprovechamiento de los futuros investigadores. Tal y como mencionamos que señalaba el profesor de Economía de la UNAM, Salvador Medina Ramírez al principio de este apartado, uno de los modelos que se considera como adecuado para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las ciencias es el de educación por competencias.

Pero, ¿qué es la educación por competencias?. En los últimos años parece que el concepto se ha puesto de moda, situándose para algunos como la clave para conseguir una "educación perfecta", es decir, el proceso ideal mediante el cual el alumno aprende de manera efectiva. Existen cientos de libros que abordan este modelo educativo, algunos de ellos ciertamente brillantes<sup>xvi</sup>, así como abundantes artículos académicos que sacan a la luz sus bondades. Dicho lo anterior, antes de comenzar a explicar el término y todo lo que tiene que ver con él y que nos ha servido en esta investigación, se hace necesario destacar y dejar claro que la educación no es un proceso que se logre mediante recetas mágicas: No existen modelos perfectos que consigan que los estudiantes aprendan grandes cantidades de conocimientos así como su aplicación práctica, en muy poco tiempo y divirtiéndose. Los procesos educativos, los que realmente favorecen un aprendizaje duradero y eficaz, suelen ser lentos y requieren de grandes dosis de esfuerzo, tanto por parte del maestro como por parte del alumno. Sin embargo, existen un elemento necesario en todo proceso de enseñanza-aprendizaje que permite que el estudiante se esfuerce y disfrute a la vez, sin darse cuenta y de un modo divertido para él: este elemento es el interés.

Muchos maestros dirán que éste sólo se consigue utilizando la empatía, comprendiendo al alumno, poniéndose en su lugar, entendiendo cuáles son sus necesidades, sus circunstancias, problemáticas, condicionantes y deseos. Habrá otros profesores que consideren que en realidad el interés sólo se despierta llevando a cabo actividades entretenidas en durante las clases, haciendo que los alumnos se rían, compartiendo anécdotas con ellos y consiguiendo que así el ambiente de clase sea distendido y que por lo tanto el alumno se relaje hasta el punto de que perciba la materia como diversión<sup>xvii</sup>. Independientemente de si alguno de estos grupos de maestros (que todos conocemos) tuviesen razón en sus planteamientos lo cierto es que el interés es algo personal que está completamente vinculado a los gustos de cada uno: como personas individuales e incluso como “animales” sociales. Por lo tanto, una parte importante del interés depende del alumno, de aquello por lo que siente curiosidad, atracción, aquello que inicialmente le gusta. Aquí entraría en acción el tan popular aprendizaje significativo, es decir, el vínculo que se establece entre lo que ya sabemos y el nuevo conocimiento que aprendemos, y que permite “absorber” de modo natural lo que nos explican.

A la vez, existe la posibilidad de despertar el interés del alumno a través de algo que los seres humanos llevamos haciendo desde nuestro origen como especie y que nos ha permitido desarrollar una buena parte de nuestro conocimiento como tal: la práctica. Desde el origen de la humanidad los hombres y mujeres hemos aprendido a través del descubrimiento, mediante el tan básico concepto del ensayo y el error. Es decir, la puesta en práctica de “algo” nos permite aprender a hacerlo. De ahí surge precisamente el tan famoso refrán *el movimiento se aprende andando*. Esto, que pudiera parecer en un principio contradictorio, es quizás la forma de aprender más natural que posee el ser humano, y que, la que normalmente menos se suele utilizar en las aulas por un motivo muy obvio: no todo el conocimiento teórico (obviamente necesario para poder entender los procesos desarrollados en la práctica) puede ser puesto en práctica. Ejemplos tan obvios como el aprendizaje de la historia o las matemáticas (complejas, más allá de sumas y restas), obligan a entender que no todas las materias se prestan para su aplicación práctica<sup>xviii</sup>. Sin embargo, existen ciertas materias cuyo aprendizaje exige necesariamente la puesta en práctica de determinados conocimientos, que suelen ser conocidos en muchas disciplinas como “técnicas”, cuya aplicación nos permite precisamente llegar a dominar la disciplina en cuestión hasta grados realmente muy avanzados. Y aquí es donde adquiere gran importancia el concepto de competencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la biología o incluso en las ciencias biomédicas.

Tal y como indica la Dra. Guerrero Verano en su artículo del 2010 *Educación superior basada en Competencias*, el proceso globalizador actual ha provocado una serie de cambios que hacen necesario que la universidad se plantee los contenidos y los modos de enseñanza de los mismos, así como su aplicación práctica:

“... La creación y consolidación de la sociedad del conocimiento, la internacionalización de la economía, el crecimiento de la pobreza, el aumento del desempleo y la búsqueda de la convivencia y de la paz son importantes retos actuales y del futuro para la educación superior y para los docentes. Es por ello

que las universidades requieren transformarse, resignificando sus procesos administrativos y académicos en busca de la calidad. En los últimos años, los sistemas educativos han sido objetos de presiones por parte de la sociedad, en sus diversos contextos. Las tendencias internacionales han detectado que existe la necesidad de que alumnos y trabajadores cuenten con ciertas habilidades básicas, por lo que es necesario transformar los sistemas educativos a fin de adecuarlos a las demandas del mundo globalizado. La razón de ser de las instituciones de educación, sea del nivel que sea, pero primordialmente en el nivel superior, es dotar de conocimientos suficientes a los estudiantes, prepararlos lo mejor posible a fin de que su desempeño en la vida y en el mercado laboral sea eficiente. La educación en general ha sufrido una serie de reajustes, en todo el mundo, sin embargo, es más notorio en la educación superior debido a la necesidad de que los alumnos egresen con determinadas características para que se inserten en un ámbito laboral competitivo. Surgen así “nuevas necesidades y exigencias relativas a las competencias y conocimientos de los hombres y mujeres para insertarse activamente en el mundo laboral. Las crisis económicas recurrentes y la dificultad de contar con escenarios estables de crecimiento económico a mediano y largo plazos, representa uno de los mayores retos para los procesos de planeación del sistema de educación superior. Las universidades deben enfrentar este reto desde diversos ángulos, esto con la finalidad de proporcionar a los estudiantes de las herramientas necesarias para su futura inserción en el mercado laboral, un mercado cada vez más competitivo, en un mundo donde se han traspasado fronteras...”<sup>xix</sup>

Por todo lo anterior parece que la educación por competencias surge como una especie de necesidad de la sociedad actual, tal cual sigue señalando la autora:

“...En las últimas décadas del siglo XX se ha intentado implementar un modelo educativo distinto al tradicional, conocido como “modelo de educación basada en competencias”... es una respuesta a las necesidades laborales que origina la sociedad del conocimiento o de la información, con lo que se crea un vínculo entre el sector laboral y el sector educativo. Esta vinculación entre el sector laboral y el sector productivo ha permitido que se capte con mayor claridad las necesidades reales de la sociedad, permitiendo de esta manera la búsqueda de soluciones a los problemas que se presentan tanto en la sociedad como en el sector productivo, redefiniendo las políticas educativas. A partir de la década de los noventa, se comenzaron a implementar programas educativos en los diferentes niveles de la educación en México que permitiera dotar a los estudiantes de **ciertos conocimientos y habilidades considerados como básicos para su desarrollo posterior**; de tal manera que, entre otras acciones, se iniciaron los rediseños de los currículos de la educación básica, la educación media superior y la educación superior, incorporando en ellos un relativamente reciente modelo educativo, el ya mencionado modelo de educación basada en competencias”...<sup>xx</sup>.

Así, las competencias que básicamente son conocimientos, habilidades y actitudes que los alumnos deben tener para poder desarrollar su actividad<sup>xxi</sup>, son de algún modo impuestas por el ámbito laboral:

“Contrario a lo que pudiera pensarse, porque en la actualidad se le está dando cada vez mayor importancia en el ámbito educativo, el enfoque por competencias tiene su origen en el ámbito productivo, debido a la necesidad de los sectores productivos de contar con personal lo suficientemente capacitado como para desempeñar las labores específicas para el mejor desarrollo del proceso

productivo. Es así que esta necesidad del sector productivo se traslada al ámbito educativo, a fin de resolverla a través de una preparación a los alumnos, más enfocada al logro de sus objetivos... Yolanda Argudín señala que el concepto de competencias en la educación significa básicamente “saberes de ejecución”... Agrega que Chomsky las definió como la capacidad y disposición para el desempeño y para la interpretación. Manifiesta que una competencia en la educación, es una convergencia de los comportamientos sociales, afectivos y las habilidades cognitivas, psicológicas y sensoriales y motoras que permiten llevar a cabo adecuadamente un papel, un desempeño, una tarea o una actividad”<sup>xxii</sup>.

Si nos centramos en los tipos de competencias que se manejan más frecuentemente en la educación, tenemos que:

“... Magda Cejas señala que la mediante una combinación de aplicación de conocimientos, habilidades o destrezas en la realización de un trabajo, se pueden expresar: -El saber. -El saber hacer. -El saber ser. De tal manera que se llega a las siguientes consideraciones: -La formación por competencia debe ir más allá de transmitir saberes y destrezas manuales. -Debe buscar incrementar la capacidad de las personas. -Aspectos culturales, sociales y actitudinales. De acuerdo con el Estudio de Análisis Ocupacional (EAO) realizado por el Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER), existen tres tipos de competencias: **1. Competencias básicas.** Describen los comportamientos elementales que deberán mostrar los trabajadores y que están asociados a conocimientos de índole formativa (lectura, redacción, aritmética, matemática y comunicación oral) **2. Competencias genéricas.** Describen los comportamientos asociados con desempeños comunes a diversas ocupaciones, como son la habilidad de analizar, interpretar organizar, negociar, investigar, enseñar, entrenar, planear, entre otros. **3. Competencias técnicas.** Describen los comportamientos asociados con conocimientos de índole técnica vinculados a una cierta función productiva. Las competencias básicas son aquellos aprendizaje que todo individuo debería tener una vez finalizada su educación obligatoria; lo que constituiría el eje de su formación posterior... La nueva educación debe ser orientada bajo cuatro aprendizajes fundamentales: -Aprender a conocer. -Aprender a hacer. -Aprender a vivir. -Aprender a ser”<sup>xxiii</sup>.

Después de todo lo señalado previamente queda claro que por competencias entendemos conocimientos, habilidades y valores que “se construyen durante el proceso del aprendizaje y que a la vez son el resultado del mismo”<sup>xxiv</sup>.

Estas competencias van vinculadas a los tipos de conocimientos que se suelen manejar en educación: Conceptuales, procedimentales y actitudinales. Las competencias que se pretendían conseguir en los estudiantes durante el desarrollo del proyecto de ciencias biomédicas “Sistemas Bacterianos de dos componentes como Dianas Terapéuticas” se inscriben básicamente en la categoría de Competencias técnicas (o científico-técnicas), y de manera específica se refieren a conocimientos procedimentales a implementar durante la práctica. Estos procedimientos son tan específicos en el proyecto a desarrollar que como consecuencia las competencias conseguidas durante el mismo darían lugar a una “especialización” de tal grado que convierten al estudiante, una vez concluida su licenciatura, en un elemento perfecto para la investigación y la realización de estudios de maestría, doctorado, y posteriormente posdoctorado como fase final en su proceso de formación como “capital intelectual” para el país. Y es que, en



los últimos niveles de especialización estaría ya en la posición de producir “tecnología” y desarrollar patentes netamente mexicanas. Todo ello constituye el primer paso para superar la dependencia tecnológica del país, y si bien los resultados no son inmediatos, sí aseguran la iniciación de un proceso adecuado.

Las competencias más genéricas son manejadas de forma exhaustiva por varios autores e incluso por instituciones universitarias a nivel internacional. En concreto la Universidad española de Deusto en el País Vasco maneja los siguientes tipos de competencias genéricas:

**-Competencias Genéricas Instrumentales:** Competencia de Pensamiento Analítico, Competencia de Pensamiento Sistémico, Competencia de Pensamiento Crítico, Competencias de Pensamiento Creativo, Competencias de Pensamiento Reflexivo, Competencia de Pensamiento Lógico, Competencia de Pensamiento Analógico, Competencia de Pensamiento Práctico, Competencia de Pensamiento Deliberativo, Competencia de Pensamiento Colegiado, Competencia de Gestión del Tiempo, Competencia de Resolución de Problemas, Competencia de Toma de Decisión, Competencia de Orientación al Aprendizaje, Competencia de Planificación, Competencia de Uso de las TIC, Competencia de Gestión de Bases de Datos, Competencia de Comunicación Verbal, Competencia de Comunicación Escrita y Competencia de Comunicación en Lengua Extranjera.

**-Competencias Genéricas Interpersonales:** Competencia de Automotivación, Competencia de Diversidad e Interculturalidad, Competencia de Adaptación al Entorno, Competencia de Sentido Ético, Competencia de Comunicación Interpersonal, Competencia de Trabajo en Equipo y Competencia de Tratamiento de Conflictos y Negociación.

**-Competencias Genéricas Sistémicas:** Competencia de Creatividad, Competencia de Espíritu Emprendedor, Competencia de Innovación, Competencia de Gestión por Objetivos, Competencia de Gestión de Proyectos, Competencia en Orientación a la Calidad, Competencia en Orientación al Logro y Competencia en Liderazgo<sup>xxv</sup>.

Sin embargo, en lo que se refiere al proyecto de investigación en el área biomédica que aquí se presenta, las competencias pretendidas son muy específicas y propias de dicha investigación, que no necesariamente son incompatibles con otras áreas, pero que ciertamente convertirían al alumno en un experto preparado para afrontar actividades de investigación tanto en el ámbito laboral como para continuar estudios de maestría y de doctorado.

Haciendo referencia al proyecto en particular, “Sistemas Bacterianos de Dos Componentes como Dianas Terapéuticas”, es importante señalar el marco teórico en el que dicha investigación se sitúa: La presencia cada vez más numerosa, de cepas bacterianas patógenas (y por tanto relevantes agentes causales de enfermedades infecciosas) resistentes a múltiples antibióticos<sup>xxvi</sup>, plantea la necesidad de buscar novedosos antibióticos, y con ello, el explorar nuevos blancos de acción para estos antibióticos. Las bacterias deben ser capaces de responder rápida y eficientemente a los cambios constantes que ocurren en su ambiente, esta respuesta determina la adaptación y sobrevivencia de poblaciones bacterianas. Al igual que otros organismos, las bacterias utilizan la

transducción de señales como mecanismo de detección de señales ambientales y generación de respuestas específicas a la señal ambiental. Los sistemas de transducción de señales de dos componentes (SDC), son ampliamente distribuidos y prevalentes en las bacterias como principal mecanismo de transducción de señales<sup>xxvii</sup>.

Un sistema de dos componentes (SDC), refiere a la transducción de señales que es mediada por dos proteínas particulares: una cinasa sensora (CS) y un regulador de respuesta (RR)<sup>xxviii</sup>. Una cinasa sensora prototipo, está anclada a la membrana a través de dos segmentos transmembranales; estos segmentos transmembranales forman una región que por localizarse en el espacio periplásmico (en bacterias gramnegativas) se denomina dominio periplásmico, y el cual generalmente se asocia con la función de detección de una señal extracelular (que informa sobre una condición específica del entorno en el cual vive la bacteria). Este dominio periplásmico es seguido (después de la región transmembranal) de un dominio transmisor citoplásmico el cual se caracteriza por contener un residuo de histidina altamente conservado que es el sitio de fosforilación durante su función como cinasa. Por su parte, el regulador de respuesta es una proteína citosólica que posee en su extremo amino un dominio receptor con un residuo de aspartato altamente conservado (funciona como el sitio aceptor del grupo fosfato); y contiene en su extremo carboxilo un dominio de respuesta. Este dominio de respuesta es el que realiza una función efectora y por lo tanto genera una respuesta al estímulo recibido por la cinasa sensora. La transducción de señales realizada por los SDC, implica la comunicación entre la cinasa sensora y el regulador de respuesta a través de eventos de fosforilación en sus residuos conservados de histidina y aspartato, respectivamente<sup>xxix</sup>. La fosforilación ocurrirá sólo cuando la cinasa sensora reciba al estímulo en su dominio sensor. De esta manera un estímulo o señal extracelular (generalmente) será recibido por la cinasa sensora, la cual se activará como cinasa, se autofosforilará y transfosforilará a la proteína reguladora de respuesta que entonces activará su función efectora, que generalmente es la de regular la expresión génica, debido a la capacidad del dominio de respuesta de unirse a secuencias específicas del genoma de la bacteria, y de esta manera indicar a la maquinaria transcripcional que genes deben ser usados como moldes para generar moléculas de ARN mensajero (que posteriormente sean traducidos a proteínas), es decir, funciona como regulador transcripcional.

A través de los SDC, las bacterias responden eficaz y rápidamente a un gran número de señales de su ambiente; permiten la generación de respuestas adaptativas adecuadas a los estímulos de su ambiente. Estos sistemas de transducción de señales, se involucran en una enorme cantidad de procesos fisiológicos fundamentales<sup>xxx</sup>, como la regulación del metabolismo<sup>xxxi</sup>, así como en procesos más especializados<sup>xxxii</sup>, tales como el control de la virulencia<sup>xxxiii</sup>.

Tomando en consideración el papel que juegan los SDC en la adaptación y sobrevivencia de especies bacterianas, la amplia distribución y diversidad de SDCs en bacterias, el empleo de los SDC en el control de la expresión de factores de virulencia y en la resistencia a antibióticos, y la ausencia de estos sistemas en mamíferos, los SDC se han propuesto como potenciales blancos de acción para agentes antibióticos<sup>xxxiv xxxv</sup>.

Un aspecto importante por considerar en el abordaje de la propuesta de los SDC como dianas terapéuticas, será el diseñar, desarrollar sistemas reporteros que sean de fácil y rápida aplicación en la búsqueda extensiva de moléculas capaces de suprimir la actividad de SDCs.

Los métodos existentes de monitoreo de la actividad de los SDC hacen uso de fusiones génicas transcripcionales que conjuntan secuencias promotoras que sean inducibles por SDC a secuencias génicas que codifiquen productos proteicos que sean fácilmente identificables y cuantificables<sup>xxxvi</sup>.

En el diseño de fusiones transcripcionales que nos permitan la evaluación de la actividad de un SDC específico, de manera eficiente y sencilla, deben seleccionarse secuencias promotoras de genes claramente regulados por el SDC en cuestión. Por otra parte, debe conocerse los mecanismos de activación del SDC por estudiar.

Por tanto, como primera meta para explorar la propuesta de los SDC como diana terapéutica potencial en el tratamiento de enfermedades infecciosas de origen bacteriano, será generar una fusión transcripcional que posteriormente, se valide como reportero de la actividad de SDCs de forma sencilla y rápida.

### 3. OBJETIVOS:

El objetivo de esta investigación es fundamentalmente educativo, ya que se pretende que el alumno obtenga, a través del desarrollo del proyecto de investigación (ampliamente explicado en el apartado anterior) una serie de competencias científico-técnicas muy concretas y que le situarían como un activo importante tanto para las empresas como para el desarrollo académico y tecnológico del país. Así, a continuación se ofrece una lista de competencias científico-técnicas que se sitúan como las deseables a desarrollar en la práctica de la investigación dentro del proyecto aquí presentado:

<b>Lista de Competencias Científico-Técnicas adquiridas en la generación de fusiones transcripcionales que se pretenden validar como reporteros de la actividad de SDC para su posterior uso en la identificación de agentes inhibidores específicos de SDC con potencial antimicrobiano<sup>xxxvii</sup>.</b>	
<b>Competencias generales pretendidas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aprendizaje de las normas generales de trabajo del laboratorio</li> <li>-Lectura y comprensión de métodos y procedimientos reportados en artículos científicos.</li> <li>-Preparación de protocolos que incluyan material y métodos.</li> <li>-Consulta de bibliografía para entendimiento de los fundamentos del uso de equipo determinado.</li> <li>-Uso apropiado (limpieza antes y después de su uso, seguimiento de indicaciones de los manuales respectivos) de equipo.</li> <li>-Preparación de soluciones.</li> <li>-Lavado y preparación de material.</li> <li>-Disposición correcta de los desechos generados durante los ensayos.</li> <li>-Cultivo de cepas bacterianas.</li> </ul>	
<b>Competencias específicas:</b>	
<b>Propagación de cepas</b>	-Preparación de medios de cultivo líquidos y sólidos.

<b>bacterianas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Preparación de soluciones "stock" de antibióticos.</li> <li>-Aprendizaje del uso de autoclave para esterilizar material y medios.</li> <li>-Preparación de cajas petri con medio LB adicionado con/sin antibióticos para selección de cepas bacterianas.</li> <li>-Preparación de tubos de ensaye con medio LB para cultivos pre-inóculo de cepas bacterianas.</li> <li>-Obtención de colonias individuales de cepas bacterianas por siembra por estría, en medio sólido en cajas Petri.</li> <li>-Preparación de pre-inóculos de cepas de bacterias en medio LB líquido.</li> </ul>
<b>Amplificación de secuencias de ADN por PCR (reacción en cadena de la Polimerasa):</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aprendizaje de los fundamentos de la amplificación por PCR</li> <li>-Preparación de ADN plantilla</li> <li>-Preparación de mezclas de reacción para la amplificación por PCR</li> <li>-Uso de termociclador, programación de las propiedades de los ciclos de amplificación</li> <li>-Identificación de los productos de amplificación, por electroforesis en agarosa.</li> <li>-Preparación de geles de agarosa al 1%-2%</li> <li>-Uso de fuentes de poder, cámaras de electroforesis.</li> <li>-Purificación de bandas de ADN, a partir de geles de agarosa.</li> </ul>
<b>Purificación de plásmidos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Preparación de pre-inóculos de cepas bacterianas portadoras del plásmido de interés.</li> <li>-Aislamiento de plásmidos por lisis alcalina.</li> <li>-Estudio de las características del plásmido a usar como vector de clonación.</li> </ul>
<b>Construcción plasmídica: Inserción de ADN amplificado en un vector plasmídico</b>	<p><b>a) Corte de secuencias de ADN con enzimas de restricción:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Fundamentos del corte de secuencias de ADN por endonucleasas de restricción.</li> <li>-Digestión del plásmido con endonucleasas seleccionadas.</li> <li>-Digestión del producto de amplificación con endonucleasas seleccionadas.</li> <li>-Fundamentos de la electroporación.</li> <li>-Aprendizaje del uso de electroporador.</li> <li>-Electroporación de células electrocompetentes con la ligación obtenida.</li> <li>-Obtención de colonias bacterianas transformantes portadoras de la construcción plasmídica.</li> </ul> <p><b>b) Ligación de producto de amplificación en el vector de clonación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Fundamentos del uso de T4 ADN ligasa.</li> <li>-Ligación de producto amplificado (inserto) en el vector seleccionado.</li> </ul> <p><b>c) Transformación de células con ligación obtenida:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Preparación de células competentes para electroporación.</li> <li>-Electroporación de las células competentes con el producto de la ligación.</li> </ul> <p><b>d) Aislamiento de colonias transformantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Siembra por estría de las colonias transformantes.</li> <li>-Cultivo en medio líquido de colonias aisladas.</li> <li>-Criopreservación de cultivo líquido de colonias transformantes.</li> <li>-Actualización de la lista existente de cepas criopreservadas.</li> </ul>
<b>Verificación de la secuencia amplificada por secuenciación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fundamentos de la secuenciación de secuencias de ADN.</li> <li>-Generación de oligonucleótidos que permitan la secuenciación del inserto en el vector de clonación.</li> <li>-Secuenciación usando el kit Dyenamic Et Dye Terminador (Amersham Biosciences).</li> </ul>

#### 4. HIPÓTESIS:

La hipótesis principal de la que parte esta investigación desde el punto de vista educativo es que es posible que estudiantes de licenciatura del área de ciencias químico-biológicas puedan desarrollar competencias científico-técnicas de carácter general y particular, a través de su participación directa en el desarrollo de proyectos específicos dentro de sub-áreas de las ciencias químico-biológicas como en este caso particular “Sistemas bacterianos de dos componentes como dianas terapéuticas” dentro del área de ciencias biomédicas.

## **5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:**

La investigación aquí presentada desde el punto de vista educativo se desarrolló durante el proceso de elaboración de las tesis de licenciatura<sup>xxxviii</sup> de varios estudiantes de las Licenciaturas de Química, Biología y Químico-Farmacéutico-Biólogo. Las tres tesis se están llevando a cabo en el marco de dicho proyecto y por lo tanto parten de la metodología y técnicas específicas contempladas en el proyecto de investigación. Desde el punto de vista educativo el desarrollo de las competencias indicadas previamente se produce durante la elaboración de un proyecto de investigación científico, cuyos pasos, secuenciación, metodología y estructura, necesitan de la adquisición de dichas competencias. Es decir, si no se adquiere alguna de las competencias previamente señaladas el proyecto de investigación no se puede desarrollar. Para ser más específicos, podemos incidir en el hecho de que la evaluación de la adquisición de dichas competencias se produce de modo automático en el desarrollo y puesta en práctica del proyecto de investigación.

Cuando hablamos de la adquisición de competencias dentro de un proyecto concreto que las necesita como base para su puesta en práctica y término, estamos asumiendo que el proceso de evaluación de la adquisición de dichas competencias va incluido en el propio desarrollo de dicho proyecto. Así, en nuestro caso específico, la metodología seguida (atendiendo al punto de vista educativo del análisis de competencias) ha tenido dos fases:

-1º) Identificación de todas las competencias necesarias para la puesta en práctica de la investigación.

-2º) Desarrollo del proyecto de investigación, durante el cual el estudiante pone en práctica de manera constante todas las competencias científico-técnicas pretendidas, ya sean generales o específicas.

Hay que tener en cuenta que si el estudiante en algún momento no adquiriese alguna de las competencias contempladas, la investigación no podría ser desarrollada. Es decir, en el proyecto de investigación “Sistemas de dos componente como dianas terapéuticas” la adquisición de las competencias científico-técnicas es una necesidad para los propios estudiantes sin la cual no pueden avanzar en el desarrollo de dicha investigación. Es más, al hablar de un número tan abultado de competencias científico-técnicas necesarias estamos contemplando un proceso de enseñanza aprendizaje realmente extenso en tiempo y en ejercicios prácticos previos necesarios, tanto para adquirir dicha competencia, como para ponerla en práctica en la investigación.

Así, el éxito de esta formación en competencias científico-técnicas se aprecia en realidad en cuanto se finaliza el proyecto de investigación del área biomédica y comenzamos a obtener los primeros resultados desde el punto de



vista científico. Por ello la obtención de resultado específicos dentro del proyecto de investigación “Sistemas de dos componentes como dianas terapéuticas” supone a la vez la verificación de la obtención de todas las competencias señaladas previamente desde el punto de vista educativo.

## **6. ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS:**

A continuación se expone, a través de una tabla de elaboración propia, una lista completa de competencias obtenidas en alguna de las dos fases principales de la investigación: la preparación previa (donde se llevan a cabo todos los ensayos previos necesarios para desarrollar la investigación) y la investigación propiamente dicha (donde los estudiantes ponen en práctica las competencias necesarias para el correcto desarrollo del proyecto de investigación mencionado).

Todas las competencias han sido adquiridas durante el proceso de desarrollo del proyecto de investigación aquí presentado. Sin embargo, su adquisición no ha sido inmediata sino que ha requerido de un proceso de: enseñanza, puesta en práctica a través de ensayos, y desarrollo en el mismo proyecto. Así, tal y como se ha indicado en la tabla anterior, se ha podido comprobar que para los estudiantes existen ciertas competencias cuya adquisición resulta más sencilla que otras. Las competencias científico-técnicas que suelen requerir de mayor tiempo de ensayos y prácticas para su dominio suelen ser aquellas cuyo proceso de aplicación práctica requiere del dominio de conocimientos básicos previos. Al final, por lo tanto, nos enfrentamos a un proceso de aprendizaje de conocimientos y procesos acumulativos en cierta medida, cuyo éxito radica precisamente en la correcta “acumulación” y asimilación de los mismos.

## **7. CONCLUSIONES:**

La sociedad actual está inmersa en un complejo proceso de adaptación a las nuevas formas dominantes de “funcionamiento global” que en muchas ocasiones están vinculadas a las reglas del orden económico internacional y a la llamada “lógica de los mercados”. Así, las empresas entran en una fiebre de la eficiencia y, tratando de generar los mayores beneficios ofreciendo los mejores productos, acaban demandando profesionales igualmente eficientes, formados en habilidades muy específicas que los permitan destacar por encima del resto. De este modo se marcan las diferencias entre unas empresas y otras, e incluso entre unos países y otros. Es decir, la eficiencia en el funcionamiento de las empresas acaba determinando lo “competitivos” (en términos de mercado) que son los países en los que se instalan. Pero, ¿cómo puede ser competitivo un país en el mercado global de la deslocalización y la externalización de costos y servicios?. En realidad, el único activo real que puede tener un país que permita diferenciarlo del resto es su capital humano: la formación de sus trabajadores y todos los recursos derivados que ellos generan.

Sólo hay que fijarse en dónde se sitúan las mejores universidades del mundo para saber a la vez en qué países se acumula el mayor desarrollo económico y a la vez intelectual y social. Por lo tanto el generar conocimiento propio parece que se sitúa como uno de los mayores anhelos de los países en vías de desarrollo, ya que esto se puede transformar de forma relativamente sencilla en tecnología propia, y esta a su vez en recursos económicos derivados

de las patentes y de la exportación y venta de dicha tecnología. A la vez, los países que no consigan desarrollar dicha tecnología se verán abocados a una dependencia tecnológica que será más extrema cuando peor sea la situación económica del país, casi igualando la fórmula que equipara pobreza con bajo desarrollo científico y por lo tanto bajo desarrollo económico del país.

Existen ejemplos recientes de países que, conscientes de esta situación apostaron por la única garantía cierta de futuro: la formación de “sus hijos”. Después de varias décadas dichos países son hoy en día los “números 1” de las encuestas PISA que evalúan el nivel educativo de los estados desarrollados, y, curiosamente, también están en los primeros puestos de los económicamente más “potentes” del mundo. Ejemplos como Finlandia o Korea sirven perfectamente para ilustrar cómo en treinta o cuarenta años un país puede pasar de la “pobreza” (o las vías de desarrollo) a situarse en “el primer mundo”, apostando por la formación intelectual y el desarrollo tecnológico como un binomio necesariamente inseparable.

El caso de formación por competencias que aquí se presenta se sitúa precisamente en una de las áreas científicas que más ha evolucionado en los últimos años y que más perspectivas de desarrollo tiene para el futuro cercano: el área de la biomedicina, la biología molecular y la tecnología derivada. Investigaciones que hace diez años parecerían de ciencia ficción hoy en día se están desarrollando en laboratorios de países que como México, tiene increíbles posibilidades de crecimiento en el corto plazo. Así, el modelo educativo que aquí se presenta no sólo es interesante como alternativa a la educación clásica (formación de clase magistral) que ha imperado en las universidades de todo el mundo durante muchísimos años, sino que además se percibe prometedora por la posibilidad real de formar a los estudiantes de licenciatura de las áreas biomédicas en investigadores competentes en áreas clave para el desarrollo económico de los países en los próximos años. De este modo, México, apostando por la educación por competencias científico-técnicas en áreas tan prometedoras como la biomedicina, la biología molecular, podría superar en un futuro cercano la dependencia tecnológica que sufre con respecto a las grandes potencias, situándose así entre los países exportadores de tecnología punta.

## **8. FUENTES:**

### **BIOBLOGRAFÍA CIENTÍFICA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE LA BIOMEDICINA:**

Fair, R.J., y Tor, Y. “Antibiotics and bacterial resistance in the 21<sup>st</sup> century”. *Perspect Medicin Chem* 28, 2014, pp. 25-64.

Georgellis, D., O. Kwon, and E. C. Lin. “Quinones as the redox signal for the arc two-component system of bacteria”. *Science*, 292, 2001, pp 2314-6.

Hoch, J. A. “Two-component and phosphorelay signal transduction”. *Curr Opin Microbiol* 3, 2000, pp.165-70.

Gooderham, W.J. y Hancock, R.E. “Regulation of virulence and antibiotic resistance by two-component regulatory systems in *Pseudomonas aeruginosa*” *FEMS Microbiol Rev.* 33, 2009, pp. 279-94

- Gotoh, Y., Eguchi, Y., Watanabe, T., Okamoto, S., Doi, A., y Utsumi, R., "Two-component signal transduction as potential drug targets in pathogenic bacteria". *Curr Opin Microbiol*, 13, 2010, pp. 232-9
- Quon, K. C., G. T. Marczyński, y L. Shapiro. "Cell cycle control by an essential bacterial two-component signal transduction protein". *Cell*, 84, 1996, pp.83-93.
- Raivio, T. L., y T. J. Silhavy. "Transduction of envelope stress in *Escherichia coli* by the Cpx two-component system". *J Bacteriol*, 179, 1997, pp. 7724-33.
- Roy, V., B. L. Adams, y W. E. Bentley. "Developing next generation antimicrobials by intercepting AI-2 mediated quorum sensing". *Enzyme Microb Technol*, 49, 2011, pp. 113-23
- Shuman, H. A., y Silhavy, T. J. "The art and design of genetic screen: *Escherichia coli*". *Nature Reviews Genetics*, 4, 2003, pp. 419-431
- Stock, A. M., V. L. Robinson, y P. N. Goudreau. "Two-component signal transduction". *Annu Rev Biochem*, 69, 2000, pp. 183-215.
- West, A.H., y Stock A.M. "Histidine kinases and response regulator proteins in two-component signaling systems". *Trends Biochem Sci*, 26, 2001, pp. 369-76.
- BIBLIOGRAFÍA SOBRE EDUCACIÓN, PERIODISMO, GEOPOLÍTICA Y GLOBALIZACIÓN:
- Argudín Vázquez, Yolanda. *Educación basada en competencias: Nociones y antecedentes*. Sevilla, Editorial MAD, 2007.
- Arredondo Galván, Víctor Martiniano. *Didáctica General: Manual Introductorio*. Editorial Limusa. México. 2000.
- Bauman, Zygmunt. *Globalización. Consecuencias humanas*, Fondo de la Cultura Económica, México, 2003.
- Barroso Asenjo, Porfirio. *Códigos deontológicos de los medios de comunicación*. Madrid, Ed. Paulinas, 1984.
- Beck, Ulrich. *¿Qué es la globalización? Falacias del globalismo, respuestas a la globalización*, Editorial Paidós, Barcelona, 2004.
- Benito, Ángel. *La invención de la actualidad. Técnicas, usos y abusos de la información*. Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1995.
- Bermeoslo, Francisco. *El origen del periodismo amarillo*. Madrid, Rialp, 1962.
- Borrat, Héctor. *El periódico, actor político*. Barcelona, Gustavo Gili, 1989.
- Brown, J.A.C. *Técnicas de persuasión*. Madrid, Alianza Editorial, 1980.
- Castellanos Pérez, Ernesto. Gestión escolar y mejora continua. *Revista Educare*, Año 2 No. 4 Abril 2005. Sep. México.
- Collon, Michel. *¡Ojo con los media!*. Guipuzcoa, Argitaletxe Hiru, 1995.
- Chomski, Noam y Ramonet, Ignacio. *Como nos venden la moto*. Barcelona, Icaria, 1996.
- Deseantes, José María. *La información como derecho*. Madrid, Editora Nacional, 1974.
- De La Herrán Cascón, Agustín y Joaquín Paredes Labra. *Práctica de la enseñanza en educación infantil, primaria y secundaria*. Mcgrawhill. Madrid. 2008.
- Frieden, Jeffry A. *Capitalismo global; el trasfondo económico de la historia del siglo XX*. Madrid, 2007.
- Guaqueli, Michel y Françoise (directores). *El mecanismo de la persuasión*. Bilbao, Ed. Mensajero, 1976.
- Gomis, Lorenzo. *Teoría del periodismo. Cómo se forma el presente*. Barcelona, Paidós Comunicación, 1981.

Gutierrez Ángeles, Ofelia. "Enfoques y modelos educativos centrados en el aprendizaje. Antología de fundamentos psicopedagógicos de los enfoques y estrategias centradas en el aprendizaje en el nivel de educación superior". México, 30 de Septiembre 2003.

Human Rights Watch. *Ni seguridad, ni derechos. Ejecuciones, desapariciones y torturas en la "guerra contra el narcotráfico" de México*. New York, Human Rights Watch, 2011.

Joyce, Bruce Et Al. *Modelos de enseñanza*. Gedisa Editorial. 1999.

Martínez Albertos, José Luis. *El ocaso del periodismo*. Barclona, CIMS, 1997.

Media Studies Journal. *Front Lines and Deadlines. Perspectives on War Reporting*. Media Studies Journal/ The Freedom Forum, Volume 15, Number 1, Summer 2001.

Ortiz, Renato. *Mundialización: saberes y creencias*, Gedisa Editorial, Barcelona, 2005.

Oviedo Moran, Porfirio. *¿Qué Es La Didáctica? Antología Estrategias Psicopedagógicas*. Centro De Investigación Y Docencia (Cid), México, 2006.

Pablos Coello, José Manuel de. *Amarillismo en prensa*. Santa Cruz de Tenerife, Ediciones Idea, 1997.

Panza, Margarita. *Fundamentación de la didáctica*. México, Editorial Guernica. 2006.

Porcher, Louis. *O Caminho da Ditadura dos Media*. Lisboa, Ed. Inquêrito, 1984.

Quesada, Montse. *Periodismo de investigación o el derecho a denunciar*. Barcelona, Editorial Cims, 1997.

*Reuters Handbook of Journalism*. París, Reuters, 2012.

Santos, Milton. *Por otra globalización. Del pensamiento único a la conciencia universal*, Convenio Andrés Bello, Colombia, 2004.

Sep. Programa De Educación Inicial . México.

Sep. Programa De Educación Preescolar 2004. México.

Sep. Programa De Educación Básica 1993. México.

Sep. Programa De Educación Secundaria Plan De Estudios 2006. México.

Sech. Gobierno Del Estado. *Programa estatal de fortalecimiento de la educación especial y de la integración educativa*, 2005 – 2010. Chihuahua, México;

Tomaschewski, K. *Didáctica General*. Editorial Grijalbo. México. 1966.

Taylor, Peter J. *Geografía política; economía mundo, estado-nación y localidad*. Madrid, Trama Editorial, 2002 (2ª edición).

UNESCO/RPS. *Handbook of journalists*. Paris, Unesco/Reporters Sans Frontieres Pour la Liberte de la Presse, 2005.

UNESCO. *Press Freedom. Safety of Journalists and Impunity*. París, UNESCO, 2007.

Villa, Aurelio y Manuel Poblete (dir.). *Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de competencias genéricas*. Bilbao, Universidad de Deusto, Ediciones Mensajero, 2007.

Villalobos Pérez-Cortés, Elvia Marveya. *Didáctica Integrativa y el proceso de aprendizaje*. México DF, Ed. Trillas, -.

White, Aidan. *To tell the Truth. The Ethical Journalism Initiative*. Brussels, International Federation of Journalists, 2008.

Wallerstein, Immanuel. *Análisis de sistemas-mundo. Una introducción*. Siglo XXI Editoriales,

México, 2006.

ii Entre otros, los siguientes: Bauman, Zygmunt. *Globalización. Consecuencias humanas*, Fondo de la Cultura Económica, México, 2003. Beck, Ulrich. *¿Qué es la globalización? Falacias del globalismo, respuestas a la globalización*, Editorial Paidós, Barcelona, 2004. Frieden, Jeffrey A. *Capitalismo global; el trasfondo económico de la historia del siglo XX*. Madrid, 2007. Ortiz, Renato. *Mundialización: saberes y creencias*, Gedisa Editorial, Barcelona, 2005. Santos, Milton. *Por otra globalización. Del pensamiento único a la conciencia universal*, Convenio Andrés Bello, Colombia, 2004. Taylor, Peter J. *Geografía política; economía mundo, estado-nación y localidad*. Madrid, Trama Editorial, 2002 (2ª edición). Wallerstein, Immanuel. *Análisis de sistemas-mundo. Una introducción*, Siglo XXI Editoriales, México, 2006.

iii Wallerstein, Immanuel. *Análisis de sistemas-mundo. Una introducción*, Siglo XXI Editoriales, México, 2006.

iv Beck, Ulrich. *¿Qué es la globalización? Falacias del globalismo, respuestas a la globalización*, Editorial Paidós, Barcelona, 2004.

v Santos, Milton. *Por otra globalización. Del pensamiento único a la conciencia universal*, Convenio Andrés Bello, Colombia, 2004.

vi Consultar el siguiente sitio web para obtener las cifras oficiales:

<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter3.htm>

<http://www.un.org/es/publications/publipl45.shtml>

<http://www.movimiento-cuatromundo.org/Cuanta-gente-pobre-hay.html>

<http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2014/07/24/onu-mas-de-2-mil-200-millones-de-personas-en-el-mundo-son-pobres-4820.html>

vii Consultar el siguiente sitio web para obtener las cifras oficiales:

<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter3.htm>

<http://www.un.org/es/publications/publipl45.shtml>

<http://quo.mx/noticias/2013/07/10/cuantos-somos-en-el-mundo>

<http://www.bancomundial.org/odm/pobreza-hambre.html>

viii Consultar los siguientes sitios webs donde aparece una gran cantidad de información sobre la pobreza en México:

<http://www.excelsior.com.mx/nacional/2014/05/18/959942>

<http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2014/04/29/la-mitad-de-los-40-millones-de-ninos-y-jovenes-mexicanos-viven-en-pobreza-8902.html>

[http://www.etcetera.com.mx/articulo/en\\_pobreza\\_multidimensional\\_46.2&\\_de\\_mexico\\_inegi/17600/](http://www.etcetera.com.mx/articulo/en_pobreza_multidimensional_46.2&_de_mexico_inegi/17600/)

<http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medición/Pobreza%202012/Pobreza-2012.aspx>

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:sqF-5BVskKIJ:www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Contenidos/estadisticas/2014/justicia0.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>

<http://www.onu.org.mx/objetivo1.html>

<http://www.onu.org.mx/objetivo1.html>

ix Rodríguez Álvarez, Olga Lucía. "La ciudad que hace la maquila: El caso de Ciudad Juárez (México)". *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencia Sociales, Universidad de Barcelona*, Vol. VI, número 119 (53), 1 de agosto de 2002. Consultar en: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn119-53.htm>

x Medina Ramírez, Salvador. "La dependencia tecnológica en México". *Economía*, Número 330, Octubre de 2004.

Disponible:

[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ohpc5\\_1FK54J:www.economia.unam.mx/publicaciones/reseconinforma/pdfs/330/07SalvadorMedina.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ohpc5_1FK54J:www.economia.unam.mx/publicaciones/reseconinforma/pdfs/330/07SalvadorMedina.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx)

xi Sáenz Menéndez, Luis (coord.). *Evaluación de la política de I+D e innovación de México (2001-2006). Informe del Panel Internacional Independiente*. Documento Provisional para Debate, 7 de febrero 2007, pp. 5. Disponible en: [www.adiat.org/es/documento/18.pdf](http://www.adiat.org/es/documento/18.pdf)

xii Sáenz Menéndez, Luis (coord.). *Evaluación de la política de I+D e innovación de México (2001-2006). Informe del Panel Internacional Independiente*. Documento Provisional para Debate, 7 de febrero 2007, pp. 6.

xiii Avogadro, Marisa. "Periodismo científico en México". *Razón y palabra*, número 36, diciembre de 2003. Disponible en: <http://www.razonypalabra.org.mx/comunicarte/2003/diciembre.html>

xiv Calvo Hernando, Manuel. "Ciencia y periodismo científico en Iberoamérica". *II Congreso Iberoamericano de Comunicación y I Reunión Iberoamericana de Radios Universitarias*, Granada, 2005. Consultar el siguiente enlace web: <http://www.manuelcalvoherando.es/articulo.php?id=38>

xv Consultar los siguientes documentales:

Rulfo, Juan Carlos. *De panzazo*. México, 2012. Disponible en el siguiente enlace web:

<https://www.youtube.com/watch?v=0WDXNgH3JR8&hd=1>

SNTE. *El afán educativo*. México, 2012. Disponible en el siguiente enlace web:

<https://www.youtube.com/watch?v=FcZEPVRCIsY&hd=1>

Doin, German. *La educación prohibida*. Argentina, 2012. Disponible en el siguiente enlace web:

<https://www.youtube.com/watch?v=-1Y9OqSJKCc&hd=1>

xvi Argudín Vázquez, Yolanda. *Educación basada en competencias: Nociones y antecedentes*. Sevilla, Editorial MAD, 2007.



Se pueden encontrar artículos de la autora donde resumen el contenido del libro en los siguientes enlaces web:

<http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/19/argudin.html>

[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:eNpXMlCFRwJ:www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Argudin-Educacion\\_basada\\_en\\_competencias.pdf+&cd=5&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx&client=opera](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:eNpXMlCFRwJ:www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Argudin-Educacion_basada_en_competencias.pdf+&cd=5&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx&client=opera)

xvii Consultar los siguientes libros y programas educativos:

Arredondo Galván, Víctor Martiniano. *Didáctica General: Manual Introductorio*. Editorial Limusa. México, .

Gutiérrez Ángeles, Ofelia. *Enfoques y modelos educativos centrados en el aprendizaje. Antología de fundamentos psicopedagógicos de los enfoques y estrategias centradas en el aprendizaje en el nivel de educación superior*. 30 De Septiembre 2003. México.

Freire, Paulo. *Pedagogía Del Oprimido*. Edit. Siglo XXI. México 1980.

Oviedo Moran, Porfirio. *¿Qué Es La Didáctica? Antología Estrategias Psicopedagógicas*. Centro De Investigación Y Docencia (Cid), México, 2006.

Joyce, Bruce Et Al. *Modelos De Enseñanza*. Gedisa Editorial. 1999.

Villalobos Pérez-Cortés, Elvia Marveya. *Didáctica Integrativa y el proceso de aprendizaje*. México DF, Ed. Trillas, .

Sep. Programa De Educación Inicial . México.

Sep. Programa De Educación Preescolar 2004. México.

Sep. Programa De Educación Básica 1993. México.

Sep. Programa De Educación Secundaria Plan De Estudios 2006. México.

Sech. Gobierno Del Estado. Programa Estatal De Fortalecimiento De La Educación Especial Y De La Integración Educativa, 2005 – 2010. Chihuahua, México; Tomaschewski, K. *Didáctica General*. Editorial Grijalbo. México. 1966.

xviii Doin, German. *La educación prohibida*. Argentina, 2012. Disponible en el siguiente enlace web:

<https://www.youtube.com/watch?v=-1Y9OqSJKCc&hd=1>

xix Guerrero Verano, Martha Guadalupe. "Educación superior basada en Competencias". *CINTEOTL, Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo)*, No. 11, Mayo-Agosto de 2010, pp. 4,5.. Disponible en el siguiente enlace web:

[http://www.uaeh.edu.mx/campus/icshu/revista/revista\\_num11\\_10/articulos/EDUCACION\\_competencias.swf](http://www.uaeh.edu.mx/campus/icshu/revista/revista_num11_10/articulos/EDUCACION_competencias.swf)

xx *Ibidem*.

xxi Consultar: Villa, Aurelio y Manuel Poblete (dir.). *Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de competencias genéricas*. Bilbao, Universidad de Deusto, Ediciones Mensajero, 2007.

xxii Guerrero Verano, Martha Guadalupe. "Educación superior basada en Competencias". *CINTEOTL, Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo)*, No. 11, Mayo-Agosto de 2010, pp. 5, 6. Disponible en el siguiente enlace web:

[http://www.uaeh.edu.mx/campus/icshu/revista/revista\\_num11\\_10/articulos/EDUCACION\\_competencias.swf](http://www.uaeh.edu.mx/campus/icshu/revista/revista_num11_10/articulos/EDUCACION_competencias.swf)

xxiii *Ibidem*

xxiv *Ibidem*.

xxv Villa, Aurelio y Manuel Poblete (dir.). *Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de competencias genéricas*. Bilbao, Universidad de Deusto, Ediciones Mensajero, 2007, pp. 5,6.

xxvi Fair, R.J., y Tor, Y. "Antibiotics and bacterial resistance in the 21<sup>st</sup> century". *Perspect Medicin Chem* 28, 2014, pp. 25-64.

xxvii Hoch, J. A. "Two-component and phosphorelay signal transduction". *Curr Opin Microbiol* 3, 2000, pp.165-70.

xxviii Stock, A. M., V. L. Robinson, y P. N. Goudreau. "Two-component signal transduction". *Annu Rev Biochem*, 69, 2000, pp. 183-215.

xxix West, A.H., y Stock A.M. "Histidine kinases and response regulator proteins in two-component signaling systems". *Trends Biochem Sci*, 26, 2001, pp. 369-76.

xxx Quon, K. C., G. T. Marczynski, y L. Shapiro. "Cell cycle control by an essential bacterial two-component signal transduction protein". *Cell*, 84, 1996, pp.83-93.

xxxi Georgellis, D., O. Kwon, and E. C. Lin. "Quinones as the redox signal for the arc two-component system of bacteria". *Science*, 292, 2001, pp 2314-6.

xxxii Raivio, T. L., y T. J. Silhavy. "Transduction of envelope stress in *Escherichia coli* by the Cpx two-component system". *J Bacteriol*, 179, 1997, pp. 7724-33.

xxxiii Gooderham, W.J. y Hancock, R.E. "Regulation of virulence and antibiotic resistance by two-component regulatory systems in *Pseudomonas aeruginosa*". *FEMS Microbiol Rev*. 33, 2009, pp. 279-94.

xxxiv Gotoh, Y., Eguchi, Y., Watanabe, T., Okamoto, S., Doi, A., y Utsumi, R., "Two-component signal transduction as potential drug targets in pathogenic bacteria". *Curr Opin Microbiol*, 13, 2010, pp. 232-9.

xxxv Roy, V., B. L. Adams, y W. E. Bentley. "Developing next generation antimicrobials by intercepting AI-2 mediated quorum sensing". *Enzyme Microb Technol*, 49, 2011, pp. 113-23.

xxxvi Shuman, H. A., y Silhavy, T. J. "The art and design of genetic screen: *Escherichia coli*". *Nature Reviews Genetics*, 4, 2003, pp. 419-431.

xxxvii Tabla de elaboración propia.

xxxviii Ninguna de las tesis ha sido concluida, las tres se encuentran en desarrollo.