

Tuning



América Latina

Educación Superior
en América Latina:
reflexiones y
perspectivas en
Química

Gustavo Pedraza Aboytes (ed.)



Educación Superior en América Latina:
reflexiones y perspectivas en
Química

Proyecto Tuning América Latina

Educación Superior en América Latina: reflexiones y perspectivas en Química

Gustavo Pedraza Aboytes (editor)

Autores:

Gustavo Pedraza Aboytes, Cristián Blanco Tirado, Gloria Cárdenas Jirón,
Juana Chessa de Silber, Ximena Chiriboga Pazmiño,
Nadia Gamboa Fuentes, Claudio Gouvêa dos Santos, Lucía Pastore Favotto,
Gilberto Piedra Marín y Pedro Rafael Sojo Cardozo

2013
Universidad de Deusto
Bilbao

La presente publicación se ha realizado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva de sus autores y en modo alguno debe considerarse que refleja la posición de la Unión Europea.

Aunque todo el material que ha sido desarrollado como una parte del proyecto Tuning-América Latina es propiedad de sus participantes formales, otras instituciones de educación superior serán libres de someter dicho material a comprobación y hacer uso del mismo con posterioridad a su publicación a condición de reconocer su fuente.

© Tuning Project

Ninguna parte de la presente publicación, incluyendo el diseño de su portada, podrá ser reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma o por ningún medio electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o fotocopia, sin contar con el permiso del editor.

Diseño de portada: © LIT Images

© Publicaciones de la Universidad de Deusto
Apartado 1 - 48080 Bilbao
e-mail: publicaciones@deusto.es

Depósito legal: BI - 1.345-2013

Impreso en España

Índice

Tuning: pasado, presente y futuro. Una introducción	9
1. Introducción	17
2. Meta-perfil del egresado de un Programa de Química	19
2.1. Definición de meta-perfil	19
2.2. Revisión de competencias genéricas y su clasificación según factores	20
2.3. Competencias genéricas	21
2.4. Competencias específicas	23
2.5. Clasificación de competencias específicas según su relación con las competencias generales asociadas a cada factor	25
2.6. Construcción de una matriz de competencias genéricas <i>versus</i> competencias específicas	28
2.7. Construcción del meta-perfil para la carrera de Química	30
2.8. Contrastación del meta-perfil en América Latina	35
3. Apreciaciones sobre el volumen de trabajo de los estudiantes	41
4. Estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación de competencias	51
4.1. Perfiles de egreso	52
4.2. Definición de créditos	52
4.3. Planes flexibles	53
4.4. Acreditación de programas	53
4.5. Estrategias comunes para la evaluación, la enseñanza y el aprendizaje de las competencias	53
4.6. Análisis de las competencias genéricas	55
5. Escenarios futuros para el Área de la Química	67
5.1. Caracterización de los escenarios futuros planteados	69
5.2. Profesiones que se visualizan en cada escenario	74

5.3. Competencias que requerirán esas profesiones	76
5.4. Otros comentarios relevantes sobre el futuro	79
6. Conclusiones generales	83
7. Lista de contactos	87

Tuning: pasado, presente y futuro

Una introducción

En los últimos 10 años se han producido grandes cambios en el ámbito de la educación superior a nivel mundial, pero particularmente para América Latina ha implicado un período de intensa reflexión, promoviendo el fortalecimiento de lazos existentes entre las naciones y comenzando a pensarse como un espacio cada vez más cercano. Estos años también representan el tiempo que media entre la transición de Tuning como una iniciativa que surge para responder a necesidades europeas para convertirse en una propuesta mundial. Tuning América Latina marca el inicio del proceso de internacionalización de Tuning. La inquietud de pensar cómo avanzar hacia un espacio compartido para las universidades, respetando tradiciones y diversidades, dejó de ser una inquietud exclusiva de los europeos para convertirse en una necesidad global.

Es importante para situar al lector del presente trabajo comenzar dando algunas definiciones de Tuning. En primer lugar, podemos afirmar que Tuning es **una red de comunidades de aprendizaje**. Tuning puede ser entendido como una red de comunidades de académicos y estudiantes interconectadas, que reflexiona, debate, elabora instrumentos y comparte resultados. Son expertos, reunidos alrededor de una disciplina y con el espíritu de la confianza mutua. Trabajan en grupos internacionales e interculturales, siendo totalmente respetuosos de la autonomía a nivel institucional, nacional y regional, intercambiando conocimientos y experiencias. Desarrollan un lenguaje común para comprender los problemas de la educación superior y participan en la elaboración de un conjunto de herramientas que son útiles para su trabajo y que han sido pensadas y producidas por otros académicos. Son capaces de participar de una plataforma de reflexión y acción sobre la edu-

cación superior, una plataforma integrada por cientos de comunidades de diferentes países. Son responsables del desarrollo de puntos de referencia para las disciplinas que representan y de un sistema de elaboración de titulaciones de calidad, compartido por muchos. Están abiertos a la posibilidad de creación de redes con muchas regiones del mundo en su propia área temática y se sienten responsables de esta tarea.

Tuning está construido sobre cada persona que forma parte de esa comunidad y comparte ideas, iniciativas y dudas. Es global porque ha seguido un camino de planteamiento de estándares mundiales, pero, al mismo tiempo, es local y regional, respetando las particularidades y demandas de cada contexto. La reciente publicación *Comunidades de Aprendizaje: Las redes y la formación de la identidad intelectual en Europa, 1100-1500* (Crossley Encanto, 2011) plantea que todas las ideas nuevas se desarrollan en el contexto de una comunidad, ya sea académica, social, religiosa o simplemente como una red de amigos. Las comunidades Tuning tienen el reto de lograr un impacto en el desarrollo de la educación superior de sus regiones.

En segundo lugar, Tuning es **una metodología** con pasos bien diseñados, y una perspectiva dinámica que permite la adaptación a los diferentes contextos. La metodología tiene un objetivo claro: construir titulaciones compatibles, comparables, relevantes para la sociedad y con niveles de calidad y excelencia, preservando la valiosa diversidad que viene de las tradiciones de cada uno de los países. Estos requisitos exigen una metodología colaborativa, basada en el consenso, y desarrollada por expertos de diferentes áreas temáticas, representativos de sus disciplinas y con capacidad para comprender las realidades locales, nacionales y regionales.

Esta metodología se ha desarrollado alrededor de **tres ejes**: el primero es el del **perfil de la titulación**, el segundo es el del **programa de estudios** y el tercero es el de **las trayectorias del que aprende**.

El **perfil de la titulación** tiene en la metodología Tuning una posición central. Después de un largo proceso de reflexión y debate dentro de los proyectos Tuning en diferentes regiones (América Latina, África, Rusia) el perfil de las titulaciones puede ser definido como una combinación de fuerzas en torno a cuatro polos:

- Las necesidades de la región (desde lo local hasta el contexto internacional).

- El meta-perfil del área.
- La consideración de las tendencias futuras de la profesión y de la sociedad.
- La misión específica de la universidad.

La cuestión de la **relevancia social** es fundamental para el diseño de los perfiles. Sin lugar a dudas, el análisis de la relación entre la universidad y la sociedad está en el centro del tema de la pertinencia de la educación superior. Tuning tiene como objetivo identificar y atender las necesidades del sector productivo, de la economía, de la sociedad en su conjunto, y de las necesidades de cada alumno dentro de un área particular de estudio y mediada por los contextos sociales y culturales específicos. Con el fin de lograr un equilibrio entre estas diversas necesidades, metas y aspiraciones, Tuning ha llevado a cabo consultas con las personas líderes, pensadores locales clave y expertos de la industria, la academia y la sociedad civil y grupos de trabajo que incluyan a todos los interesados. Un primer momento de esta fase de la metodología está vinculado con la definición de las competencias genéricas. Cada área temática prepara una lista de las competencias genéricas que se consideran relevantes desde la perspectiva de la región. Esta tarea finaliza cuando el grupo ha discutido ampliamente y llegado a un consenso sobre una selección de las competencias que se consideran las adecuadas para la región. Esta tarea también se realiza con las competencias específicas. Una vez que el modo de consulta ha sido acordado y el proceso se ha completado, la etapa final en este ejercicio práctico de la búsqueda de relevancia social se refiere al análisis de los resultados. Esto se lleva a cabo de manera conjunta por el grupo y se tiene especial cuidado de no perder ninguna de las aportaciones procedentes de las diferentes percepciones culturales que pueden iluminar la comprensión de la realidad concreta.

Habiendo llegado a la instancia de tener unas listas de competencias genéricas y específicas acordadas, consultadas y analizadas, se ha pasado a una nueva fase en estos dos últimos años que está relacionada con el **desarrollo de meta-perfiles para el área**. Para la metodología Tuning, los meta-perfiles son las representaciones de las estructuras de las áreas y las combinaciones de competencias (genéricas y específicas) que dan identidad al área disciplinar. Los meta-perfiles son construcciones mentales que categorizan las competencias en componentes reconocibles y que ilustran sus inter-relaciones.

Por otra parte, pensar sobre la educación es empeñarse en el presente pero también y sobre todo es mirar al futuro. Pensar en las necesidades sociales, y anticipar los cambios políticos, económicos y culturales. Es tener en cuenta también y tratar de prever los retos que esos futuros profesionales tendrán que afrontar y en el impacto que unos determinados perfiles de titulaciones van a tener, ya que diseñar perfiles es básicamente un ejercicio de mirada al futuro. En el presente contexto, el diseño de las carreras lleva tiempo para planificarlas, desarrollarlas, y tenerlas aprobadas. Los estudiantes necesitan años para conseguir los resultados y madurar en su aprendizaje y después, una vez terminada su carrera tendrán que servir, estar preparados para actuar, innovar y transformar sociedades futuras donde encontrarán nuevos retos. Los perfiles de las titulaciones deberán mirar más al futuro que al presente. Por eso es importante considerar un elemento que siempre hay que tener en cuenta que son las tendencias de futuro tanto en el campo específico como en la sociedad en general. Esto es una señal de calidad en el diseño. Tuning América Latina inició una metodología para incorporar el **análisis de las tendencias de futuro en el diseño de perfiles**. El primer paso, por lo tanto fue la búsqueda de la metodología de elaboración de escenarios de futuro, previo análisis de los estudios más relevantes en educación centrándose en el papel cambiante de las instituciones de educación superior y las tendencias en las políticas educativas. Se escogió una metodología basada en entrevistas en profundidad, con una doble entrada, por una parte había preguntas que llevaban a la construcción de escenarios de futuro a nivel general de la sociedad, sus cambios y los impactos de estos. Esta parte debía de servir como base para la segunda que versaba específicamente sobre las características del área en sí, sus transformaciones en términos genéricos tanto como de los posibles cambios en las carreras mismas que podían mostrar tendencia a desaparecer, surgir de nuevo o transformarse. La parte final buscaba anticipar, basado en las coordenadas de presente y de los motores del cambio, el posible impacto en las competencias.

Hay un último elemento que debe de tenerse en cuenta en la construcción de los perfiles, que tiene que ver con **la relación con la universidad desde donde se imparte la titulación**. La impronta y misión de la universidad debe quedar reflejada en el perfil de la titulación que se está elaborando.

El segundo eje de la metodología está vinculado con los **programas de estudio**, y aquí entran en juego dos componentes muy importantes de Tuning: por un lado el volumen de trabajo de los estudiantes, que ha

quedado reflejado en acuerdo para un Crédito Latinoamericano de Referencia (CLAR) y todo el estudio que le dio sustento a ello, y por otra parte la intensa reflexión sobre cómo aprender, enseñar y evaluar las competencias. Ambos aspectos han sido abordados en el Tuning América Latina.

Finalmente, se abre un importante espacio para reflexionar a futuro sobre las **trayectorias del que aprende**. Un sistema que propone centrarse en el estudiante lleva a pensar cómo situarnos desde esa perspectiva para poder interpretar y mejora la realidad en la cual estamos insertos.

Finalmente, Tuning es **un proyecto** y como tal surge con objetivos, resultados y en un contexto particular. Nace a partir de las necesidades de la Europa de 1999, y como resultante del desafío que dio la Declaración de Bolonia. Desde 2003, Tuning se convierte en un proyecto que trasciende las fronteras europeas, comenzando un intenso trabajo en Latinoamérica. En dicho contexto, se vislumbraban dos problemáticas muy concretas a las cuales se enfrentaba la universidad como entidad global, por un lado la necesidad de modernizar, reformular y flexibilizar los programas de estudio de cara a las nuevas tendencias, necesidades de la sociedad y realidades cambiantes de un mundo vertiginoso y por otra parte, vinculado estrechamente con el anterior, la importancia de trascender los límites del claustro en el aprendizaje brindando una formación que permitiera el reconocimiento de lo aprendido más allá de las fronteras institucionales, locales, nacionales y regionales. De esta forma, surge el proyecto Tuning América Latina, que en su primera fase (2004-2007) buscó iniciar un debate cuya meta fue identificar e intercambiar información y mejorar la colaboración entre las instituciones de educación superior, para el desarrollo de la calidad, efectividad y transparencia de las titulaciones y programas de estudio.

Esta nueva fase de **Tuning América Latina (2011-2013)** parte de un terreno ya abonado fruto del desarrollo de la fase anterior y ante una demanda actual de las universidades latinoamericanas y los gobiernos de facilitar la continuación del proceso iniciado. La nueva etapa de Tuning en la región tiene por objetivo general, contribuir a la construcción de un Espacio de Educación Superior en América Latina. Este desafío se encarna en cuatro ejes de trabajo muy concretos: profundizar los acuerdos de **elaboración de meta-perfiles y perfiles en las 15 áreas temáticas** incluidas en el proyecto (Administración, Agronomía, Arquitectura, Derecho, Educación, Enfermería, Física, Geología, Historia,

Informática, Ingeniería Civil, Matemáticas, Medicina, Psicología y Química); aportar a la **reflexión sobre escenarios futuros para las nuevas profesiones**; promover la construcción conjunta de **estrategias metodológicas para desarrollar y evaluar la formación de competencias**; y diseñar un **sistema de créditos académicos de referencia (CLAR-Crédito Latinoamericano de Referencia)**, que facilite el reconocimiento de estudios en América Latina como región y que pueda articular con sistemas de otras regiones.

La puerta de Tuning al mundo fue América Latina, pero esta internacionalización del proceso hubiera tenido poco recorrido si no hubiera habido un grupo de prestigiosos académicos (230 representantes de universidades latinoamericanas) que no sólo creyeran en el proyecto sino que empeñaran su tiempo y su creatividad en hacerlo posible de sur a norte y de este a oeste del extenso y diverso continente latinoamericano. Un grupo de expertos en las distintas áreas temáticas que fueron profundizando y cobrando peso en su dimensión y fuerza educadora, en su compromiso en una tarea conjunta que la historia había puesto en sus manos. Sus ideas, sus experiencias, su empeño hizo posible el camino y los resultados alcanzados, los cuales se plasman en esta publicación.

Pero además, el proyecto Tuning América Latina fue diseñado, coordinado y gestionado por latinoamericanos y desde la región, a través del trabajo comprometido de Maida Marty Maleta, Margarethe Macke y Paulina Sierra. Esto también marcó un estilo de hacer, de comportamiento, de apropiación de la idea y de respeto profundo de cómo ésta iba a tomar forma en la región. Desde ese momento en adelante, cuando otras regiones se unan a Tuning siempre habrá un equipo local que será el responsable de pensar los acentos, las particularidades, los nuevos elementos que se habrán de crear para dar respuesta a las necesidades, que aunque muchas de ellas tengan características comunes en un mundo globalizado, llevan dimensiones propias de la región, merecen profundo respeto y son, en muchos casos, de fuerte calado e importancia.

Hay otro pilar en este camino recorrido que es necesario mencionar, los coordinadores de las áreas temáticas (César Esquetini Cáceres-Coordinador del Área de Administración; Jovita Antonieta Miranda Barrios-Coordinadora del Área de Agronomía; Samuel Ricardo Vélez González-Coordinador del Área de Arquitectura; Loussia Musse Felix-Coordinadora del Área de Derecho; Ana María Montaña López-

Coordinadora del Área de Educación; Luz Angélica Muñoz González-Coordinadora del Área de Enfermería; Armando Fernández Guillermet-Coordinador del Área de Física; Iván Soto-Coordinador del Área de Geología; Darío Campos Rodríguez-Coordinador del Área de Historia; José Lino Contreras Véliz-Coordinador del Área de Informática; Alba Maritza Guerrero Spínola-Coordinadora del Área de Ingeniería Civil; María José Arroyo Paniagua-Coordinadora del Área de Matemáticas; Christel Hanne-Coordinadora del Área de Medicina; Diego Efrén Rodríguez Cárdenas-Coordinador del Área de Psicología y Gustavo Pedraza Aboytes-Coordinador del Área de Química). Estos académicos, elegidos por los grupos temáticos a los que pertenecían, fueron los artífices de tender los puentes y estrechar los lazos entre el Comité de Gestión del proyecto del que formaban parte y sus grupos temáticos a quienes siempre valoraron, respetaron y se sintieron orgullosos de representar. Asimismo, permitieron una valiosa articulación entre las áreas, mostrando una gran capacidad de admiración y escucha a lo específico de cada disciplina para intentar integrar, acoger, aprender y potenciar cada una de las aportaciones, los puentes entre el sueño y la realidad, porque ellos tuvieron que trazar los caminos nuevos, en muchos casos de cómo hacer posible las ideas, de cómo diseñar en la propia lengua del área los nuevos enfoques, los esquemas propuestos y cómo hacer que el grupo los pensara, los desarrollara desde la especificidad de cada disciplina. El proceso seguido de construcción colectiva requiere siempre de un sólido entramado de generosidad y rigor. Ellos supieron manejarlos, y llevaron al proyecto a resultados concretos y exitosos.

Además del aporte de las 15 áreas temáticas, Tuning América Latina ha contado con el acompañamiento de otros dos grupos transversales: el grupo de Innovación Social (coordinado por Aurelio Villa) y el grupo de los 18 Centros Nacionales Tuning. El primero ha creado dimensiones nuevas que permitieron enriquecer debates y abrir un espacio a futuro de reflexión para las áreas temáticas. Sin duda, este nuevo ámbito de trabajo brindará perspectivas innovadoras para seguir pensando en una educación superior de calidad y conectada con las necesidades sociales de cada contexto.

El segundo grupo transversal al que hay que reconocer el papel importante son los Centros Nacionales Tuning, ámbito de los representantes de las máximas instancias de políticas universitarias de cada uno de los 18 países de la región, que acompañaron el proyecto desde el principio, apoyaron y abrieron la realidad de sus contextos nacionales a las necesidades o las posibilidades que se desarrollaban desde Tuning, las

comprendieron, las dialogaron con otros, las difundieron, las implementaron de diversas formas y fueron siempre referentes a la hora de encontrar anclajes reales y metas posibles. Los Centros Nacionales han sido un aporte de América Latina al proyecto Tuning, contextualizando los debates y asumiendo y adaptando los resultados a los tiempos y necesidades locales.

Nos encontramos finalizando una etapa de intenso trabajo. Los resultados previstos en el proyecto se han alcanzado con creces. Fruto de ese esfuerzo y compromiso, se presentarán a continuación las reflexiones del área de Química. Este proceso finaliza ante el reto de continuar haciendo nuestras estructuras educativas mucho más dinámicas, favoreciendo la movilidad y el encuentro dentro de América Latina y a su vez tendiendo los puentes necesarios con otras regiones del planeta. Este es el desafío de Tuning en América Latina.

Julio de 2013

Pablo Beneitone, Julia González y Robert Wagenaar

1

Introducción

El área temática de Química del proyecto **Tuning América Latina: Innovación Educativa y Social**, surge en la primera fase del proyecto Tuning¹, proyecto en el que el objetivo principal fue definir, tanto las competencias genéricas que debe tener todo profesionalista egresado de alguna Institución de Educación Superior (IES) de Latino América, así como las competencias específicas de cada una de las áreas temáticas participantes, en nuestro caso del área de Química.

Para la segunda fase del proyecto se realizaron cuatro reuniones generales de todas las áreas temáticas participantes, entre los años 2011 y 2012 y en el año 2013 se realizó una reunión del grupo de Química, con la finalidad de hacer una revisión final del documento y reflexionar sobre las directrices y conclusiones del proyecto. En esta reunión, además de la revisión final de los documentos, se realizó una presentación a docentes y directivos de la Pontificia Universidad Católica de Perú (PUCP) y se firmó una carta de intención entre los integrantes del área para conformar la «**RED QUIMICA_TUNING_AMÉRICA LATINA**» (**REQUITUAL**), red de colaboración académica-científica que promueva la movilidad estudiantil y el intercambio intercultural y científico entre las instituciones de los países participantes en la que inicialmente participarán las Universidades que conforman el área de Química del proyecto Tuning LA, sin embargo esta red estará abierta a la integración de cualquier otra institución de Latino América relacionada con la química.

¹ *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. Proyecto Tuning América Latina, 2004-2007.

En esta segunda fase del proyecto, en el área de Química se definió una metodología para desarrollar un **meta perfil**, metodología que puede aplicarse a cualquier carrera profesional para establecer el perfil de egreso de los estudiantes en base a las competencias genéricas y específicas, para que a partir de aquí, se defina los ejes centrales del programa educativo. Por otro lado se realizó un ejercicio de entrevistas a expertos en educación de Química de los países participantes del área de Química con la finalidad de hacer una reflexión sobre los escenarios futuros, que permitan ajustar y/o modificar las profesiones actuales, o generar nuevas profesiones cuyos egresados puedan enfrentar los nuevos retos generados por los avances tecnológicos y la globalización, dentro de un contexto ético y sustentable.

El grupo de química agradece la participación de los integrantes representantes de la primera fase del proyecto, quienes realizaron interesantes aportaciones para la definición de las competencias genéricas y específicas y que han servido de insumo para esta fase del proyecto. De la misma manera agradecemos y reconocemos a los rectores y/o directivos de nuestras instituciones Latino Americanas, el apoyo incondicional para que los representantes de cada institución le dedicaran el tiempo suficiente en las reuniones de trabajo grupal y las labores adicionales que tuvieron que desarrollar en su lugar de trabajo para poder lograr estas publicaciones.

2

Meta-perfil del egresado de un Programa de Química

Uno de los problemas asociados a la definición de un perfil de egreso, en la mayoría de los programas de química en las diferentes instituciones de educación superior de Latino América, es que éste se define sobre un escritorio o en reuniones de docentes, en el que se involucra un juego de palabras y verbos que en muchas de las ocasiones no definen claramente el perfil deseado y en el peor de los escenarios este perfil no tiene mucha relación con las políticas del programa y mucho menos con los contenidos temáticos de las asignaturas que se imparten a los estudiantes. De tal forma que la intención en este trabajo es desarrollar una metodología que pueda utilizarse para definir con mayor claridad el perfil de egreso de la carrera de Química en Latino América.

2.1. Definición de meta-perfil

En este trabajo el término «meta-perfil», se refiere al perfil de egreso que puede aplicarse a cualquier programa de química en cualquier institución de Latino América. Cuando se habla de «perfil de egreso», se refiere al perfil del profesionalista de un programa de química de una institución en particular.

En base a esto, en el área de química se definió el meta-perfil como *«la descripción del profesional egresado de un programa genérico de química donde se pone de manifiesto las competencias, genéricas y específicas, que caracterizan los programas de química, en la región Latinoamericana»*, considerando factores entorno del pro-

fesionista como la el desarrollo y globalización científica y económica; la generación de conocimiento especializado con un enfoque regional, nacional e internacional; la innovación y la competitividad en docencia, investigación y en los sectores económico y productivo; la implementación de nuevas habilidades y capacidades en base a los nuevos retos en el avance tecnológico y al entorno cambiante, todo esto de forma sustentable y con ética profesional, cuidando el medio ambiente y con valores sociales bien definidos.

El meta-perfil de química se obtuvo a partir de la revisión de las competencias genéricas y específicas, clasificadas en la primera fase del proyecto Tuning_AL. Se hizo un análisis exhaustivo de las competencias específicas, comparándolas con los programas de Química, Química y Farmacia, Química de Alimentos y Química Industrial, que son los programas más comunes de las Universidades participantes en el proyecto. Una vez cotejadas las competencias específicas se elaboró el meta-perfil y una vez concluida la metodología, esta se contrastó con el perfil de los egresados de los programas de Química de varias universidades de Latino América.

2.2. Revisión de competencias genéricas y su clasificación según factores

Inicialmente se revisó la redundancia y pertinencia de las competencias genéricas acordadas, para los programas de Química, según el documento final del proyecto **Tuning_America Latina: Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina**², publicado en el año 2007. De las 27 competencias propuestas, se consideró que varias estaban repetidas o incluidas en las competencias específicas. Después de un análisis detallado se redujeron a 19 competencias genéricas, las cuales fueron agrupadas en cuatro factores asociados al proceso de enseñanza-aprendizaje: proceso de aprendizaje, valores sociales, contexto tecnológico e internacional y habilidades interpersonales. Cada factor se definió como se muestra a continuación.

- *Factor 1: proceso de aprendizaje.* Comprende la naturaleza y propiedades de los átomos y moléculas, las leyes y regularidades que rigen

² *Ibid.*

la interacción entre ellos para dar lugar a reacciones químicas y otros fenómenos de interés. Aplica los conocimientos en química para analizar, diseñar, sintetizar, caracterizar y mezclar compuestos químicos de utilidad científica o industrial.

- *Factor 2: valores sociales.* Desarrolla sus trabajos mostrando capacidad de convivencia y desempeño autónomo y eficaz así como el ejercicio ético de sus saberes. Muestra compromiso con el mejor uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables y no renovables para beneficio del hombre.
- *Factor 3: contexto tecnológico e internacional.* Se comunica en otras lenguas y usa diferentes recursos tecnológicos informáticos para aprovechar al máximo las posibilidades y ventajas que se ofrecen en el ámbito internacional.
- *Factor 4: habilidades interpersonales.* Posee formación integral que le permite la toma de decisiones, el desempeño autónomo y la convivencia para el trabajo inter y transdisciplinario relacionado con la química. Planifica el trabajo de manera individual como en equipo y resuelve nuevas situaciones.

Según lo anterior, las 19 competencias genéricas definidas para las carreras de Química quedaron agrupadas por factores según se muestra a continuación.

2.3. Competencias genéricas

Las competencias genéricas quedan agrupadas en los cuatro factores de la siguiente manera, en el que quedan definidas las habilidades que un egresado de un programa afín a la química debe demostrar:

- *Factor 1: proceso de aprendizaje [saber]:*
 - 1G. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
 - 2G. Capacidad de aprender y actualizarse.
 - 3G. Capacidad crítica y autocrítica.

4G. Habilidades para buscar, procesar y analizar información.

5G. Capacidad de comunicación oral y escrita.

- *Factor 2: valores sociales [saber ser]:*

6G. Compromiso con su medio socio-cultural.

7G. Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad.

8G. Responsabilidad social y compromiso ciudadano.

9G. Compromiso con la preservación del medio ambiente.

10G. Compromiso ético.

- *Factor 3: contexto tecnológico e internacional [saber hacer]:*

11G. Capacidad de comunicación en un segundo idioma.

12G. Habilidad para trabajar en contextos internacionales.

13G. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información.

- *Factor 4: habilidades interpersonales [saber ser y saber hacer]:*

14G. Capacidad para tomar decisiones.

15G. Habilidades interpersonales.

16G. Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.

17G. Capacidad de trabajo en equipo.

18G. Capacidad para organizar y planificar el tiempo.

19G. Capacidad para actuar en nuevas situaciones.

2.4. Competencias específicas

De la misma manera se realizó un análisis y discusión de las competencias específicas definidas en el proyecto **Tuning_America Latina: Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina**³, publicado en el año 2007. De las 21 competencias específicas propuestas inicialmente se pasó a 16, debido a que cinco se encuentran incluidas en las genéricas, quedando de la siguiente manera.

El egresado del un programa afín a la química debe demostrar:

- 1E. Capacidad para aplicar conocimiento y comprensión en química a la solución de problemas cualitativos y cuantitativos.
- 2E. Capacidad para comprender conceptos, principios y teorías fundamentales del área de la Química.
- 3E. Capacidad para interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.
- 4E. Capacidad para reconocer y analizar problemas y planificar estrategias para su solución.
- 5E. Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.
- 6E. Capacidad de mantenerse actualizado en el desarrollo de la Química
- 7E. Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.
- 8E. Dominio de la terminología química, nomenclatura, convenciones y unidades.
- 9E. Conocimiento de las principales rutas sintéticas en Química.
- 10E. Conocimiento de otras disciplinas científicas que permitan la comprensión de la Química.

³ *Ibid.*

- 11E. Habilidades en el seguimiento a través de la medida y observación de propiedades químicas, eventos o cambios y su recopilación y documentación de forma sistemática y fiable.
- 12E. Dominio de las Buenas Prácticas de Laboratorio.
- 13E. Capacidad de actuar con curiosidad, iniciativa y emprendimiento.
- 14E. Conocimiento, aplicación y asesoramiento sobre el marco legal en el ámbito de la Química.
- 15E. Habilidad para aplicar los conocimientos de la Química en el desarrollo sostenible.
- 16E. Comprensión de la epistemología de la Ciencia.

Una vez revisadas y clasificadas las competencias genéricas y específicas para el área de Química, se realizó una agrupación entre ellas, con miras a construir el **META-PERFIL**. Para ello se construyó las siguientes tablas en la que se conjugan los conocimientos que debe adquirir el estudiante para cada uno de los factores definidos y las competencias y habilidades genéricas y específicas que deben considerarse para cubrir dichos conocimientos.

2.5. Clasificación de competencias específicas según su relación con las competencias generales asociadas a cada factor

Conocimientos	Competencias genéricas	Competencias específicas
Factor 1: proceso de aprendizaje		
<p>Comprende la naturaleza y propiedades de los átomos y moléculas, las leyes y regularidades que rigen la interacción entre ellos para dar lugar a reacciones químicas y otros fenómenos de interés. Aplica los conocimientos en química para analizar, diseñar, sintetizar, caracterizar y mezclar compuestos químicos de utilidad científica o industrial.</p>	<p>1G. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. 2G. Capacidad de aprender y actualizarse. 3G. Capacidad crítica y autocrítica. 4G. Habilidades para buscar, procesar y analizar información. 5G. Capacidad de comunicación oral y escrita.</p>	<p>1E. Capacidad para aplicar conocimiento y comprensión en química a la solución de problemas cualitativos y cuantitativos. 2E. Capacidad de comprender conceptos, principios y teorías fundamentales del área de la Química. 3E. Capacidad de interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría. 4E. Capacidad para reconocer y analizar problemas y planificar estrategias para su solución. 5E. Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas. 6E. Capacidad de mantenerse actualizado en el desarrollo de la Química. 7E. Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación. 8E. Dominio de la terminología química, nomenclatura, convenciones y unidades. 9E. Conocimiento de las principales rutas sintéticas en Química. 10E. Conocimiento de otras disciplinas científicas que permitan la comprensión de la Química. 11E. Habilidades en el seguimiento a través de la medida y observación de propiedades químicas, eventos o cambios y su recopilación y documentación de forma sistemática y fiable. 12E. Dominio de las Buenas Prácticas de Laboratorio. 13E. Capacidad de actuar con curiosidad, iniciativa y emprendimiento. 16E. Comprensión de la epistemología de la Ciencia.</p>

Conocimientos	Competencias genéricas	Competencias específicas
Factor 2: valores sociales		
Desarrolla sus trabajos mostrando capacidad de convivencia y desempeño autónomo y eficaz así como el ejercicio ético de sus saberes. Muestra compromiso con el mejor uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables y no renovables para beneficio del hombre.	6G. Compromiso con su medio socio-cultural. 7G. Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad. 8G. Responsabilidad social y compromiso ciudadano. 9G. Compromiso con la preservación del medio ambiente. 10G. Compromiso ético.	13E. Capacidad de actuar con curiosidad, iniciativa y emprendimiento. 14E. Conocimiento, aplicación y asesoramiento sobre el marco legal en el ámbito de la Química. 15E. Habilidad para aplicar los conocimientos de la Química en el desarrollo sostenible.
Factor 3: contexto tecnológico e internacional		
Se comunica en otras lenguas y usa diferentes recursos tecnológicos informáticos para aprovechar al máximo las posibilidades y ventajas que se ofrecen en el ámbito internacional.	11G. Capacidad de comunicación en un segundo idioma. 12G. Habilidad para trabajar en contextos internacionales. 13G. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información.	7E. Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación. 12E. Dominio de las Buenas Prácticas de Laboratorio. 13E. Capacidad de actuar con curiosidad, iniciativa y emprendimiento. 14E. Conocimiento, aplicación y asesoramiento sobre el marco legal en el ámbito de la Química. 15E. Habilidad para aplicar los conocimientos de la Química en el desarrollo sostenible.
Factor 4: habilidades interpersonales		
Posee formación integral que le permite la toma de decisiones, el desempeño autónomo y la convivencia para el trabajo inter y transdisciplinario relacionado con la química. Planifica el trabajo de manera individual como en equipo y resuelve nuevas situaciones.	14G. Capacidad para tomar decisiones. 15G. Habilidades interpersonales. 16G. Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes. 17G. Capacidad de trabajo en equipo. 18G. Capacidad para organizar y planificar el tiempo. 19G. Capacidad para actuar en nuevas situaciones.	4E. Capacidad para reconocer y analizar problemas y planificar estrategias para su solución. 7E. Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación. 12E. Dominio de las Buenas Prácticas de Laboratorio. 13E. Capacidad de actuar con curiosidad, iniciativa y emprendimiento.

Una vez realizada esta clasificación se analizó para las carreras propuestas inicialmente cuáles competencias específicas aplicarían para cada una de ellas, considerando que todas las genéricas aplicarían para todas las carreras propuestas.

En la matriz siguiente se observa que un 62,5% de las competencias son afines a todas las carreras y un 93,7% de las competencias son afines al menos a dos de las carreras propuestas, por lo que se decidió incluir las 16 competencias específicas definidas con anterioridad para realizar el META-PERFIL.

Competencias Específicas	Química	Química y Farmacia	Química de Alimentos	Química Industrial
1. Capacidad para aplicar conocimiento y comprensión en química a la solución de problemas cualitativos y cuantitativos	X	X	X	X
2. Comprender conceptos, principios y teorías fundamentales del Área de la Química	X	X	X	X
3. Capacidad para interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría	X	X	X	X
4. Capacidad para reconocer y analizar problemas y planificar estrategias para su solución	X	X	X	X
5. Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas	X			X
6. Capacidad de mantenerse actualizado en el desarrollo de la Química	X			X
7. Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación	X	X	X	
8. Dominio de la terminología química, nomenclatura, convenciones y unidades	X	X	X	X
9. Conocimiento de las principales rutas sintéticas en Química	X			X
10. Conocimiento de otras disciplinas científicas que permitan la comprensión de la Química	X	X	X	X
11. Habilidades en el seguimiento a través de la medida y observación de propiedades químicas, eventos o cambios y su recopilación y documentación de forma sistemática y fiable	X	X	X	X

Competencias Específicas	Química	Química y Farmacia	Química de Alimentos	Química Industrial
12. Dominio de las Buenas Prácticas de Laboratorio	X	X	X	X
13. Capacidad de actuar con curiosidad, iniciativa y emprendimiento	X	X	X	X
14. Conocimiento, aplicación y asesoramiento sobre el marco legal en el ámbito de la Química	X			X
15. Habilidad para aplicar los conocimientos de la Química en el desarrollo sostenible	X	X	X	X
16. Comprensión de la epistemología de la Ciencia	X			

2.6. Construcción de una matriz de competencias genéricas *versus* competencias específicas

A partir de este análisis se construyó una matriz de competencias genéricas versus competencias específicas para la carrera de Química. Como producto de la reflexión, la discusión y el análisis al interior del grupo, se identificó dónde se presentaba una correspondencia directa entre cada competencia específica con todas las competencias genéricas que habían sido previamente identificadas como grupalmente relacionadas según los factores de clasificación. De este análisis resultó la matriz mostrada en la tabla 1, en la que se muestra marcada con una «x» la correlación de cada competencia específica con todas las competencias genéricas.

Tabla 1

Matriz de correlación entre competencias genéricas y competencias específicas para la carrera de Química

(CG: Competencia genérica, CE: Competencia específica)

Factor	CG/CE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	X	X	X	X	X		X		X	X	X					X
	2				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	3			X	X			X			X	X	X	X			
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
	5				X			X			X	X		X			
2	6													X		X	
	7													X			
	8													X	X	X	
	9													X	X	X	
	10													X	X	X	
3	11							X							X		
	12							X						X	X	X	
	13							X					X	X	X		
4	14				X			X					X	X			
	15							X						X			
	16				X			X						X			
	17				X			X					X	X			
	18				X			X					X	X			
	19				X			X					X	X			

Factor 1: proceso aprendizaje.

Factor 2: valores sociales.

Factor 3: contexto tecnológico e internacional.

Factor 4: habilidades interpersonales.

2.7. Construcción del meta-perfil para la carrera de Química

Con base en la matriz obtenida, que aparece en la Tabla 1, se construyeron dos mapas. Para el primero se consideró una correlación del 100% entre cada una de las competencias específicas y las competencias genéricas. Es decir, si una competencia específica está relacionada con cada una de las competencias genéricas de un factor, se dice que está correlacionada al 100%. Para el factor 1 las competencias específicas 100% correlacionadas son la 4E, 7E, 10E y 11E. Como se puede observar en la Tabla 2, estas competencias específicas se cruzan con todas las competencias genéricas del factor (1G, 2G, 3G, 4G y 5G). Para los demás factores se aplicó el mismo criterio. Así la competencia específica 13E muestra una correlación del 100% para el factor 2, las competencias 7E y 14E correlacionan 100% con el factor 3 y las 7E y 13E correlacionan 100% con el factor 4.

Este resultado se muestra gráficamente en el modelo de combinación de elipses de la figura 1. Las elipses representan cada uno de los facto-

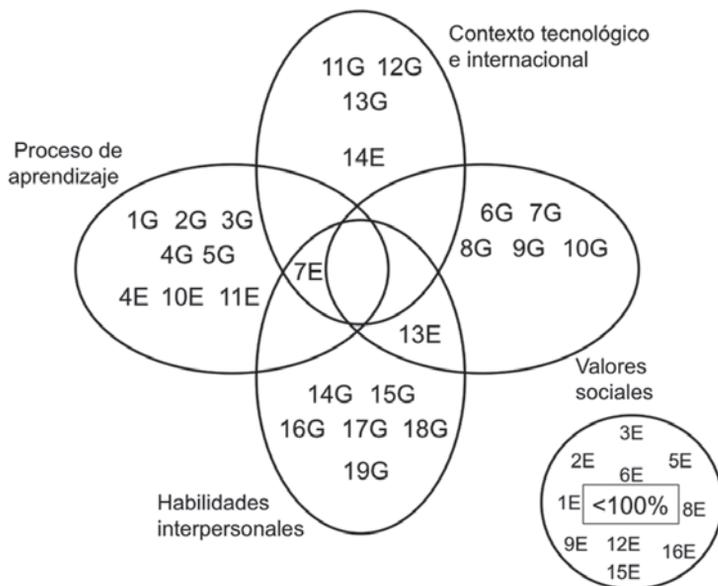


Figura 1

Mapa del meta-perfil de la carrera de Química con una coincidencia igual al 100% de correlación

Tabla 2

Matriz de correlación entre competencias genéricas y competencias específicas para la carrera de Química al 100% de ponderación (CG: Competencia genérica, CE: Competencia específica)

Factor	CG/CE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	1	X	X	X	X	X		X		X	X	X					X	
	2				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	3			X	X			X			X	X	X	X				
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
	5				X			X			X	X		X				
2	6													X		X		
	7													X				
	8													X	X	X		
	9													X	X	X		
	10													X	X	X		
3	11							X							X			
	12							X						X	X	X		
	13							X					X	X	X			
4	14				X			X					X	X				
	15							X						X				
	16				X			X						X				
	17				X			X					X	X				
	18				X			X					X	X				
	19				X			X					X	X				

Factor 1: proceso aprendizaje.

Factor 2: valores sociales.

Factor 3: contexto tecnológico e internacional.

Factor 4: habilidades interpersonales.

res y sus intersecciones representan competencias específicas comunes a varios factores con porcentaje de correlación del 100%. Por ejemplo, la competencia específica 7E tiene una correlación del 100% con los factores 1, 3 y 4. También la competencia 13E tiene una correlación

del 100% con los factores 2 y 4. Este mapa se denomina «META-PERFIL AL 100%».

El resultado, de acuerdo con este ejercicio, muestra que existen competencias específicas que tienen alta correlación con los factores que fueron considerados para la construcción del perfil del egresado de un programa de química genérico y por otra parte, las competencias que quedan en el círculo externo, son las competencias específicas que no se relacionan al 100% con al menos un factor. Con este ejercicio ya se puede definir un meta-perfil, el cual debe considerar principalmente las competencias específicas 13E y 7E, sin embargo la descripción del meta-perfil de esta forma quedaría muy limitada. Al no observarse una competencia específica que tenga 100% correlación con los cuatro factores, nos llevó a la reflexión que se podría considerar la construcción de un mapa de elipses que permita una correlación de diferente valor de ponderación.

Para este ejercicio se escogió una correlación de al menos 50%, es decir, la competencia específica analizada se debe relacionar con al menos la mitad de las competencias genéricas de cada uno de los factores. Por ejemplo, si en un factor determinado hay cinco competencias genéricas, al analizar una determinada competencia específica, ésta debe relacionarse con por lo menos tres de las competencias genéricas.

De este análisis y siguiendo el mismo criterio que para el mapa de la figura 1, se obtuvo tabla 3 de «**META-PERFIL AL 50%**».

En esta tabla se tienen las competencias que estaban relacionadas al 100% y a estas se les suma las competencias que al menos presentan una relación al 50%, de tal forma que, por ejemplo, para el factor 1, aparecen sombreadas las competencias 3, 5, 9, 12 y 13, que se adicional a la 4, 7, 10 y 11 que se mostraban la tabla 2, y lo mismo se hizo para los otros factores. Con esta información se vuelve a graficar el «**MAPA DE META-PERFIL AL 50%**», mostrado en la figura 2.

Tabla 3

Matriz de correlación entre competencias genéricas y competencias específicas para la carrera de Química al 50% de ponderación (CG: Competencia genérica, CE: Competencia específica)

Factor	CG/CE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	X	X	X	X	X		X		X	X	X					X
	2				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	3			X	X			X			X	X	X	X			
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
	5				X			X			X	X		X			
2	6													X		X	
	7													X			
	8													X	X	X	
	9													X	X	X	
	10													X	X	X	
3	11							X							X		
	12							X						X	X	X	
	13							X					X	X	X		
4	14				X			X					X	X			
	15							X						X			
	16				X			X						X			
	17				X			X					X	X			
	18				X			X					X	X			
	19				X			X					X	X			

Factor 1: proceso aprendizaje.

Factor 2: valores sociales.

Factor 3: contexto tecnológico e internacional.

Factor 4: habilidades interpersonales.

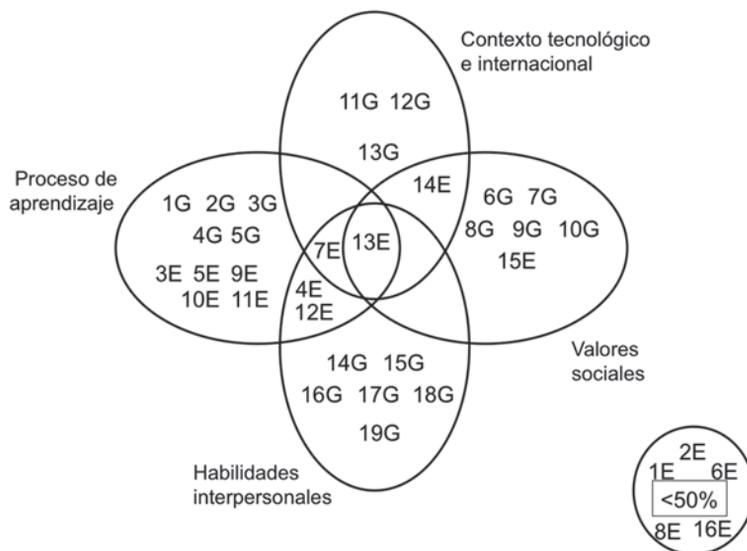


Figura 2

Mapa del meta-perfil de la carrera de Química con una coincidencia mayor al 50% de correlación

En este mapa se observan más coincidencias entre las competencias específicas y las competencias genéricas, así podemos deducir que las competencias 4E (Capacidad para reconocer y analizar problemas y planificar estrategias para su solución) y 12E (Dominio de las Buenas Prácticas de Laboratorio) coinciden con los factores 1 y 4; la 14E (Conocimiento, aplicación y asesoramiento sobre el marco legal en el ámbito de la Química) coincide con los factores 2 y 3; la 7E (Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación) coincide con los factores 1, 3 y 4; y la competencia 13E (Capacidad de actuar con curiosidad, iniciativa y emprendimiento) coincide con los cuatro factores. En este ejercicio se observa que las competencias específicas 1E, 2E, 6E, 8E y 16E no coinciden en más del 50% con las genéricas para ninguno de los cuatro factores.

Con base en este resultado queda claro que el perfil del egresado, de nuestro programa modelo, debe contener explícitamente la competencia 13E y de igual manera deben estar consideradas las competencias 4E, 7E, 12E y 14E. Estas competencias caracterizan de manera única el egresado de este programa modelo de química.

Finalmente, y considerando la metodología establecida, la propuesta de meta-perfil (perfil) de egresado de un alumno de las universidades de América Latina sería:

«El egresado del programa de química de la Universidad de Latinoamérica es un profesional que tiene la capacidad de actuar con curiosidad, iniciativa y emprendimiento; con habilidad para reconocer y analizar problemas y para planificar estrategias para su solución; capaz de planificar, diseñar y ejecutar proyectos de investigación y asesorar empresas dentro del marco legal en el ámbito de la Química, y con dominio de las Buenas Prácticas de Laboratorio».

Estos ejercicios muestran que la correlación entre factores, competencias genéricas y específicas depende del énfasis que cada institución desee darle a su programa. Por lo tanto, la institución debe decidir número de factores, las competencias genéricas y específicas, la relación entre competencias y el grado de correlación que esperan entre las competencias y los factores, sin olvidar que las competencias que quedan fuera del diagrama de elipses no deben quedar fuera de la formación del estudiante, simplemente, se recalca el énfasis del perfil de egreso, en base a los resultados obtenidos a través de esta metodología. De esta manera y con ayuda de este modelo de creación de meta-perfil se facilita la elaboración de perfiles de egreso de los profesionales de los programas de química.

2.8. Contrastación del meta-perfil en América Latina

El meta-perfil creado sirvió para contrastar los perfiles de egreso que muestran oficialmente las universidades latinoamericanas en sus páginas web. Los representantes de cada una de las diez universidades buscaron el perfil del egresado de las instituciones de su país que ofrecen el programa de química, o los programas afines. Con base en esos perfiles se construyó la matriz de correlación para cada universidad, como la que aparece en la tabla 1.

En vista que el volumen de información es muy grande, se decidió consolidar la información de todas las universidades escogidas en las tablas 4 y 5.

En cada tabla se indica cada país en orden alfabético. Cada una de las columnas corresponde las instituciones cuyos programas de química se tuvieron en cuenta para este análisis. A continuación se explica el significado de las abreviaturas:

AR: Argentina (BA, Universidad de Buenos Aires; UC, Universidad Nacional de Córdoba; UT, Universidad Nacional de Tucumán; NE, Universidad del Noreste; RC, Universidad Nacional de Río Cuarto; FK, Universidad John F. Kennedy); BR: Brasil (T, Promedio; EC, Universidad Estatal de Campinas; EP, Universidad Estadual Paulista; RG, Universidad Federal do Rio Grande do Sul; FP, Universidad Federal do Paraná); CH: Chile (SC, Universidad de Santiago de Chile; CC, Pontificia Universidad Católica de Chile; AF, Universidad de Antofagasta); CO: Colombia (UI, Universidad Industrial de Santander; UN, Universidad Nacional de Colombia; UA, Universidad de Antioquia; LA, Universidad de los Andes); CR: Costa Rica (UR, Universidad de Costa Rica); EC: Ecuador (Universidad Central del Ecuador); ME: México (NM, Universidad Nacional Autónoma de México; CH, Universidad Autónoma de Chihuahua; EM, Universidad Autónoma del Estado de México; IT, Instituto tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey); PE: Perú (SM, Universidad Nacional Mayor de San Carlos; NI, Universidad Nacional de Ingeniería; CH, Universidad Peruana Cayetano Heredia; CP, Pontificia Universidad Católica del Perú); UR: Uruguay (RP, Universidad de la República del Uruguay); VE: Venezuela (CV, Universidad Central de Venezuela).

Al final de las tablas se muestra el porcentaje de coincidencia de las competencias generales y específicas, de cada uno de los programas educativos de cada universidad, de cada país. En la columna final se calculó el porcentaje de aparición de las competencias generales y específicas en los programas académicos de las instituciones analizadas.

Con respecto a las competencias genéricas se observa que no todos los programas las incluyen, de hecho hay algunos que no le dan una gran importancia a este tipo de competencias dentro de sus perfiles de egreso y/o en los programas académicos de sus asignaturas.

En lo que respecta a las competencias específicas, se observa que todos los programas consideran un buen porcentaje de estas en sus perfiles de egreso y en sus programas académicos. Los de porcentaje de coincidencia mayor al 90% en los programas académicos son la 3E, 4E y 7E; la 7E se asocia con tres factores (aprendizaje, contexto tecnológico e internacional y habilidades interpersonales), la 4E con dos facto-

Tabla 4
Matriz de correlación de las competencias genéricas para diversas universidades de los países participantes

N.º	Competencias genéricas																UR	VE	%									
	AR				CO				CH				EC							ME				PE				
Com	BA	UC	UT	NE	RC	FK	T	UI	UN	UA	LA	SC	CC	AF	UR	CR	EC	NM	CH	EM	IT	SM	NI	CHI	CP	RP	CV	
1			X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X		X	X		X	X		X	X	X		X				X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
3		X		X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5				X	X		X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6		X		X	X		X	X	X	X	X	X		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7				X	X			X				X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8		X		X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10					X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11					X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12					X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13		X			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15		X			X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	X	X		X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	X	X		X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18					X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19					X		X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
%	32	58	21	63	99	32	79	100	48	48	68	74	47	53	21	100	84	68	37	2	84	84	100	100	95	58	58	

res (aprendizaje y habilidades interpersonales) y la 3E con solo un factor (aprendizaje). En un porcentaje de al menos el 80% de aparición en los programas académicos, a estas competencias se les suman la 1E, 2E, 5E, 6E y 9E, las cuales se relacionan con el factor de aprendizaje. De lo anterior se desprende que existe una aceptable coincidencia entre las competencias generales y específicas de los programas analizados con las competencias propuestas en este modelo de meta-perfil. No obstante es necesario resaltar que cada país debe hacer un análisis detallado de las competencias y factores más relevantes para la creación de perfiles profesionales en química, de acuerdo con la especificidad y pertinencia requerida para cada región.

3

Apreciaciones sobre el volumen de trabajo de los estudiantes

Se presentaron las diferentes experiencias de medición sobre el volumen de trabajo de los estudiantes en algún programa de Química, de cada institución participante. Después de revisar y discutir la metodología de aplicación del instrumento de medición propuesto, se elaboró una propuesta general para todas las áreas y esta se aplicó en los programas de Química de las instituciones participantes.

Se aplicó el instrumento propuesto para estudiantes que estaban cursando el quinto semestre en las universidades de la red en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Uruguay y Venezuela, mientras que en Colombia, Costa Rica, Ecuador y Perú se aplicó a los estudiantes del sexto semestre.

El instrumento correspondiente se aplicó a todos los docentes de todas las asignaturas del semestre seleccionado, incluyendo aquellas que no son propiamente de Química, como las de humanidades, física, matemáticas, deportes, artes, etc., pero que formaban parte del plan de estudios en el semestre elegido. En caso de que las asignaturas del semestre tuvieran varios horarios o comisiones, la encuesta se aplicó a todos los docentes que tuvieron en su comisión u horario a los alumnos de Química seleccionados.

Las siguientes actividades fueron las que se consideraron en el instrumento de evaluación, siendo las horas reloj estimadas utilizadas para promover el trabajo independiente del estudiante: lectura de textos o bibliografía, preparación y desarrollo de trabajos prácticos, trabajo de

campo, laboratorio, preparación y desarrollo de trabajos escritos, actividades virtuales y estudio para la evaluación.

El instrumento de encuesta fue homologado por el comité organizador y éste solamente se adecuó para cada institución respecto al área, asignatura y carrera de aplicación. Al final del capítulo se muestran, como ejemplos, los documentos utilizados para el programa de Química de la Universidad Industrial de Santander, Colombia, para los alumnos y estudiantes encuestados.

La aplicación del instrumento se realizó al grupo de profesores y alumnos de cada institución, previa explicación del objetivo del trabajo. En la mayoría de los casos, la explicación fue de forma presencial por grupos, en otros fue en forma individual o a través de sistemas informáticos de internet de acuerdo a la distribución de carga laboral académica en el momento de la aplicación. Una vez realizadas las encuestas los resultados de las mismas se enviaron al grupo coordinador general del proyecto para su proceso y los datos obtenidos se entregaron a cada participante del proyecto.

De los resultados obtenidos, en la tabla 6 se muestran las opiniones de horas totales (presenciales y no presenciales) que emplean los alumnos durante el periodo considerado, tanto para los docentes como para los alumnos encuestados. En la última fila se muestra los promedios para cada grupo y en las dos últimas columnas se calcula la diferencia de opinión y el porcentaje de variación en base a la opinión de los docentes. Los signos negativos en las columnas de «dif» y «%dif», significan que los alumnos consideran una carga total de trabajo, expresada en horas, superior a la que consideran los docentes, y los signos positivos indican que los docentes consideran una carga de trabajo mayor que lo que opinan los alumnos. En esta columna («%dif») se observan variaciones absolutas desde muy pequeñas, de 0,5%, hasta del 43%. Para el área de la Química, la variación es del -2,3%, encontrándose dentro del 33,3% de áreas con una diferencia absoluta inferior al 5%, lo que significa que existe mucha coincidencia entre la opinión de los alumnos respecto a la de los docentes. También se observa que un 46,7% de áreas presenta una diferencia de más del 10%, mientras que un 26,7% de las áreas presenta una diferencia mayor al 20%, llegando a una diferencia máxima del 43%, lo que significa que, para estos casos, no existe una concordancia entre las opiniones de los docentes respecto a los alumnos. En el 33,3% de las áreas, la opinión de los docentes está sub-evaluada respecto a la de los alumnos, es decir, el profesor

considera que la carga horaria es inferior a la que considera el alumno. El área de Química cae en este rubro, sin embargo, la diferencia es muy pequeña, del $-2,3\%$.

Tabla 6
Total de horas dedicadas por el estudiante para cada profesión

Área	Docente	Alumno	Dif	%dif
Derecho	425,59	435,54	-10,0	-2,3
Matemáticas	525,25	753,39	-228,1	-43,4
Psicología	545,47	463,05	82,4	15,1
Historia	560,00	515,43	44,6	8,0
Educación	575,86	509,82	66,0	11,5
Enfermería	597,43	423,71	173,7	29,1
Medicina	606,33	807,70	-201,4	-33,2
Informática	663,73	690,56	-26,8	-4,0
Química	676,80	692,15	-15,4	-2,3
Agronomía	677,41	623,58	53,8	7,9
Administración	681,10	529,08	152,0	22,3
Física	683,00	679,46	3,5	0,5
Ingeniería civil	695,51	689,97	5,5	0,8
Geología	743,71	646,36	97,4	13,1
Arquitectura	871,63	718,31	153,3	17,6
PROMEDIO:	635,30	611,90		

En la figura 3 se grafica la carga total de horas consideradas por los docentes en función de la carga total de horas consideradas por los alumnos. La línea en diagonal a 45° , indica la consideración ideal en el que los docentes opinan igual que los alumnos. Para el área de Química, la coincidencia es muy cercana a la ideal, no así para otras áreas. Los datos que están sobre la línea, significa que los docentes de esas áreas opinan que los alumnos invierten más tiempo que aquello que los mismos alumnos consideran, mientras que las áreas que se encuentran por

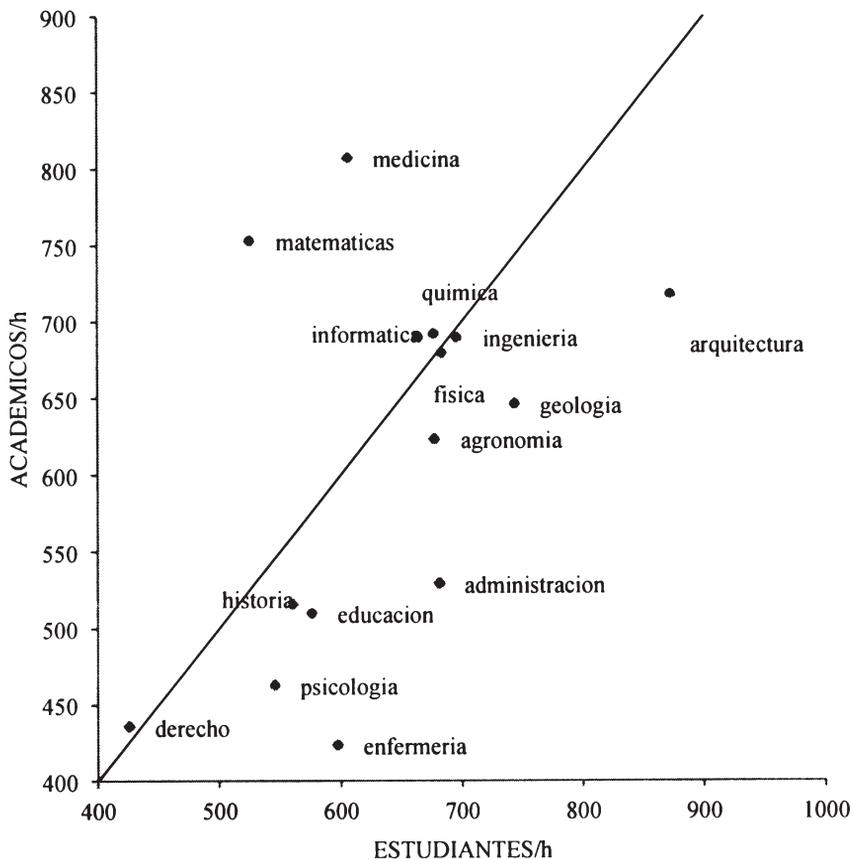


Figura 3

Correlación entre la carga horaria definida por los académicos *versus* la carga horaria definida por los estudiantes para cada profesión

debajo de la línea, significa que los docentes tienen una opinión contraria a la de los alumnos respecto a la inversión de horas de actividad. Mientras más retirado esté el área correspondiente de la línea en diagonal, significa que hay más discrepancia entre los docentes y los alumnos.

En la figura 4 se marca el promedio considerado por los docentes, mostrado por línea horizontal, y el promedio considerado por los alumnos, mostrado por la línea vertical.

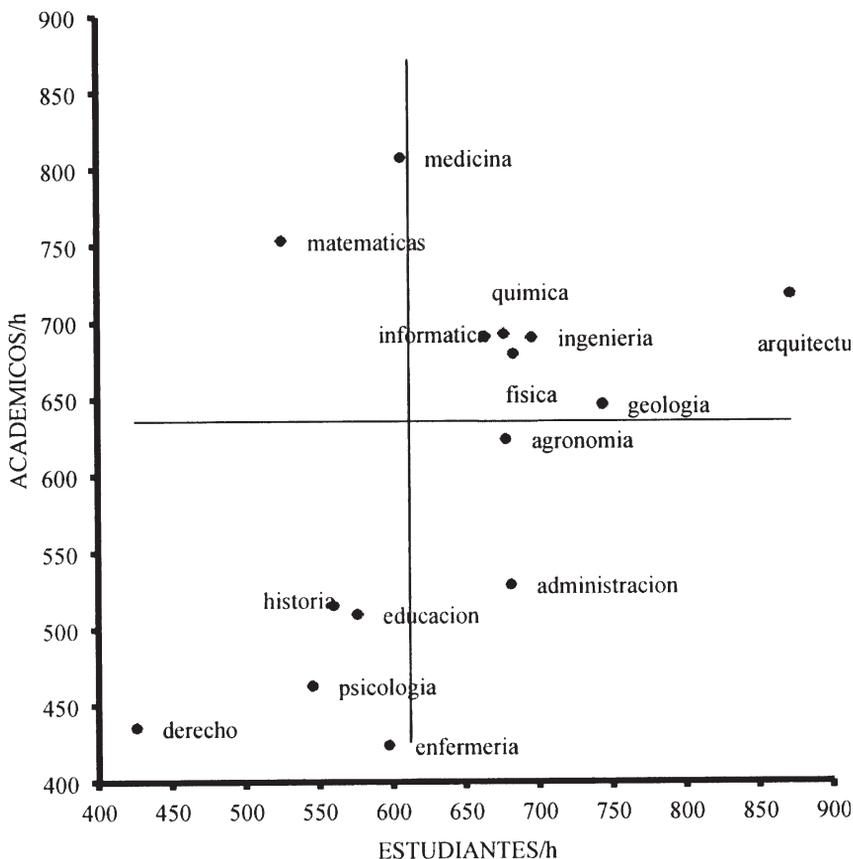


Figura 4

Relación de horas totales consideradas por los docentes respecto al promedio (línea horizontal) y horas totales consideradas por los alumnos en relación al promedio (línea vertical)

Para el caso del área de la Química, aunque hay una buena concordancia de opinión entre los docentes y los alumnos, se deduce que hay un exceso del 6,6% respecto al promedio obtenido para los docentes y un 13,1% de exceso respecto al promedio obtenido para los alumnos. El comportamiento del área de la Química coincide con otras áreas: informática, ingeniería civil y física, áreas que corresponden a las ciencias aplicadas y es esperada que exista dicha concordancia entre ellas.

Como resultado de este ejercicio, los docentes y los estudiantes opinan que la carga horaria total que los alumnos le dedican a su formación profesional es semejante y no rebasa el 15% respecto al promedio general obtenido. En consecuencia, para los químicos dicha carga horaria es muy adecuada. Adicionalmente, se observa que las áreas de química, ingeniería, física e informática presentan un comportamiento muy similar, localizándose estas áreas en la misma zona de las gráficas.

Ejemplo de los documentos utilizados para el programa de Química de la Universidad Industrial de Santander, Colombia

Encuesta a profesores

Parte del proyecto TUNING América Latina consta de un estudio para aproximarnos a la realidad del volumen de trabajo de los estudiantes en esta área y universidad a través de la recopilación de información de profesores y estudiantes. Le agradecería me pudiera responder a unas preguntas acerca de la asignatura que ha impartido en el pasado período lectivo. Los datos recogidos serán tratados de forma totalmente anónima y confidencial.

1. Área: Físicoquímica.
2. Universidad: Universidad Industrial de Santander.
3. Carrera: Química.
4. Asignatura: Introducción a la Química Cuántica.
5. Duración en SEMANAS del período académico (trimestre, cuatrimestre, semestre, anual) según el plan de estudios): 1 semestre de 16 semanas.

6. ¿Cuántos minutos tiene la hora académica en su asignatura	.....minutos	....no sabe/ no contesta
7. ¿Cuántas horas académicas de actividades docentes presenciales ⁴ tuvo su asignatura?	.....horas	....no sabe/ no contesta
8. ¿Cuántas semanas de actividades docentes presenciales reales tuvo su asignatura, contando las evaluaciones?	.....semanas	....no sabe/ no contesta
9. ¿Cuántas horas de actividades docentes presenciales tuvo su asignatura por semana?	.....horas	....no sabe/ no contesta

⁴ Por **PRESENCIAL** se entiende actividades con presencia física del profesor y del estudiante. Generalmente se relaciona lo presencial con las horas que el estudiante pasa frente al profesor en el aula.

10. ¿Cuántas horas totales estima Usted que los estudiantes emplearon en el período académico para aprobar su asignatura, teniendo en cuenta TODAS las actividades presenciales y no presenciales?	.....horas		....no sabe/ no contesta
11. De las siguientes actividades no presenciales , indique cuáles empleó Usted para promover el trabajo independiente de los estudiantes. Indique las horas reloj que estima que los estudiantes necesitaron para realizarlas.			
a) Lectura de textos o bibliografía	... si	... no	.....horas....no sabe/ no contesta
b) Preparación y desarrollo de trabajos	... si	... no	.....horas....no sabe/ no contesta
c) Trabajo de campo	... si	... no	.....horas....no sabe/ no contesta
d) Laboratorio	... si	... no	.....horas....no sabe/ no contesta
e) Preparación y desarrollo de trabajos escritos	... si	... no	.....horas....no sabe/ no contesta
f) Actividades virtuales	... si	... no	.....horas....no sabe/ no contesta
g) Estudio para la evaluación	... si	... no	.....horas....no sabe/ no contesta
h) Otros: Especificar: .....	... si	... no	.....horas....no sabe/ no contesta
i) Otros: Especificar: .....	... si	... no	.....horas....no sabe/ no contesta
j) Otros: Especificar: .....	... si	... no	.....horas....no sabe/ no contesta
12. ¿Cuántas horas en promedio por semana considera que los estudiantes dedican a las actividades presenciales y no presenciales en la asignatura?	.....horas		....no sabe/ no contesta
13. Al planificar su asignatura ¿consideró el número de horas no presenciales que los estudiantes requieren para realizar las actividades?	... si	... no	....no sabe/ no contesta
14. ¿Contrastó esta estimación de horas con los estudiantes?	... si	... no	....no sabe/ no contesta

Encuesta a estudiantes

Buenos días/tardes; formo parte del proyecto TUNING América Latina y estamos realizando un estudio para aproximarnos a la realidad del volumen de trabajo de los estudiantes en esta área y universidad a través de la recopilación de información de profesores y estudiantes. Le agradecería me pudiera responder a unas preguntas acerca de una de las asignaturas que ha cursado en el pasado período lectivo. Los datos recogidos serán tratados de forma totalmente anónima y confidencial.

1. Área: Físicoquímica.
2. Universidad: Universidad Industrial de Santander.
3. Carrera: Química.
4. Asignatura: Introducción a la Química Cuántica.
5. Duración en SEMANAS del período académico (trimestre, cuatrimestre, semestre, anual) según el plan de estudios): 1 semestre de 16 semanas.

6. ¿Cuántos minutos tiene la hora académica en la asignatura	.....minutos	....no sabe/ no contesta
7. ¿Cuántas horas académicas de actividades docentes presenciales ⁵ tuvo la asignatura?	.....horas	....no sabe/ no contesta
8. ¿Cuántas semanas de actividades docentes presenciales reales tuvo la asignatura, contando las evaluaciones?	.....semanas	....no sabe/ no contesta
9. ¿Cuántas horas de actividades docentes presenciales tuvo la asignatura por semana?	.....horas	....no sabe/ no contesta
10. ¿Cuántas horas totales estima Usted que empleó en el período académico para aprobar la asignatura, teniendo en cuenta TODAS las actividades presenciales y no presenciales?	.....horas	....no sabe/ no contesta

⁵ Por **PRESENCIAL** se entiende actividades con presencia física del profesor y del estudiante. Generalmente se relaciona lo presencial con las horas que el estudiante pasa frente al profesor en el aula.

11. De las siguientes actividades no presenciales , indique cuáles realizó Usted en el transcurso de la asignatura. Indique las horas reloj que estima que necesitó para realizarlas.				
a) Lectura de textos o bibliografía	... si	... no	.....horas	...no sabe/ no contesta
b) Preparación y desarrollo de trabajos	... si	... no	.....horas	...no sabe/ no contesta
c) Trabajo de campo	... si	... no	.....horas	...no sabe/ no contesta
d) Laboratorio	... si	... no	.....horas	...no sabe/ no contesta
e) Preparación y desarrollo de trabajos escritos	... si	... no	.....horas	...no sabe/ no contesta
f) Actividades virtuales	... si	... no	.....horas	...no sabe/ no contesta
g) Estudio para la evaluación	... si	... no	.....horas	...no sabe/ no contesta
h) Otros: Especificar: .....	... si	... no	.....horas	...no sabe/ no contesta
i) Otros: Especificar: .....	... si	... no	.....horas	...no sabe/ no contesta
j) Otros: Especificar: .....	... si	... no	.....horas	...no sabe/ no contesta
12. ¿Cuántas horas en promedio por semana considera que dedicó a las actividades presenciales y no presenciales en la asignatura?			.....horas	...no sabe/ no contesta
13. ¿Planificó el número de horas no presenciales que invertiría para la realización de las actividades?		... si	... no	...no sabe/ no contesta
14. ¿Contrastó el profesor la estimación de horas no presenciales con Ustedes?		... si	... no	...no sabe/ no contesta

4

Estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación de competencias

Aunque hay indicios de que algunos programas académicos de países de América Latina han iniciado a establecer sus perfiles de egreso basado en competencias, todavía faltan foros de discusión, reflexión y análisis para que estos sean coincidentes entre Universidades, tanto en los países como entre países. Existen países preocupados e interesados en este modelo educativo y han comenzado procesos de renovación de estructuras curriculares y han definido formatos únicos de perfiles de egreso para todas sus carreras usando el enfoque en competencias. Sin embargo, en la práctica solo en esfuerzos locales aislados, algunos académicos han diseñado un conjunto reducido de programas usando el enfoque de competencias, mientras que un número significativo de ellos no están preocupados de enseñar en base a competencias, lo que hace que estos procesos sean tortuosos y que tenga que pasar mucho tiempo para implementarlos. Otros Países han establecido reformas académicas que involucra todas las instituciones de educación superior como una política nacional que contribuya a que en las carreras, tanto el perfil de egreso como los programas de asignatura, fueran diseñadas usando el enfoque de competencias, preocupados en definir claramente los créditos transferibles que consideran la docencia directa y el trabajo independiente que realiza el alumno. Para lograr que todos los docentes se inmiscuyan en procesos de revisión y adecuación de asignaturas basados en competencias, falta mayor difusión de este tipo de alternativas de enseñanza. Aunque hay interés de parte de varios académicos en llevar a cabo estos cambios, también hay resistencia de parte de otros, seguramente esa resistencia se deba a las costumbres de impartición de cátedra y al «temor» al cambio, y por otro lado el cambio

y la actualización educativa significan una actualización en medios de información y de sistemas informativos, lo que para algunos académicos estos procesos los consideran infructuosos para ellos mismos. Se ha observado que en algunas instituciones han considerado las propuestas del modelo «tuning», tanto las competencias genéricas como las específicas y en algunas instituciones han iniciado a desarrollar su propia metodología, además que algunos docentes con experiencia en este tipo de temáticas realizan la orientación a los académicos en los desarrollos metodológicos. En otros Países se han desarrollado foros locales, regionales y nacionales con la intención de divulgar la metodología «tuning» a nivel de docentes y directivos de las facultades e institucionales, lo que ha generado una consciencia de que se debe hacer un cambio educativo para que toda la región de América Latina esté en «tuning». Las instituciones que han iniciado sus revisiones y adecuaciones en base a competencias y que ha generado ventajas en la formación integral de sus estudiantes, tienen un avance significativo en los siguientes rubros:

4.1. Perfiles de egreso

Establecer los perfiles de egreso basados en competencias, permite una formación más definida y fortalecida respecto a los intereses de los estudiantes, y su incursión de forma más accesible, tanto al sector productivo, sector gubernamental, así como al ámbito académico-científico. Es importante que el perfil de egreso se establezca con las opiniones de empleadores, académicos y egresados, que puedan romper los esquemas de «modificación curricular de escritorio» o de ocurrencias de los docentes que en el momento de la revisión curricular son lo que imparten las asignaturas.

4.2. Definición de créditos

La definición de créditos académicos y su equivalencia con otras instituciones es primordial ya que esto permitirá un incremento en la movilidad estudiantil. Si bien es claro que las instituciones de los países de América Latina a veces establecen, de forma más fácil y directa, intercambios con instituciones de Países de Europa y Norte América, también se ha observado un incremento en la movilidad estudiantil entre instituciones de América Latina, lo que se ha logrado gracias a la discusión y acuerdos sobre el crédito académico. Es importante señalar que falta definir claramente el «sistema de crédito latinoamericano» y

que éste sea entendido claramente por cada institución de los países de América Latina, para que se incremente y favorezca la movilidad estudiantil y que en un futuro de lugar a la doble diplomación del estudiante involucrado.

4.3. Planes flexibles

Una estrategia que han establecido varias instituciones y que tiene que ver con las asignaturas basadas en competencias, es la flexibilidad académica, es decir, planes de estudio flexibles, en el que el estudiante arma su estructura curricular y avanza en base a sus capacidades y habilidades de aprendizaje. Para los estudiantes de alto rendimiento académico les facilita este tipo de flexibilidad curricular ya que tienen la opción de terminar sus estudios en un tiempo más corto al establecido por los programas no flexibles.

4.4. Acreditación de programas

Un esquema que ha permitido adecuar los programas académicos en base a competencias, son las acreditaciones nacionales e internacionales por organismos reconocidos y acreditados ante un organismo superior. En algunos Países los organismos acreditadores proponen que las asignaturas de todos los programas educativos estén basadas en competencias para que se hagan merecedores de este reconocimiento. Si bien algunos organismos todavía no lo consideran como una exigencia, si hacen la propuesta como recomendación en sus evaluaciones.

4.5. Estrategias comunes para la evaluación, la enseñanza y el aprendizaje de las competencias

Con todo lo anterior, se realizó una discusión y reflexión sobre cómo se tendría que evaluar la competencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Para ello se seleccionó un curso que fuera común a todas las universidades participantes en el proyecto y se definió las competencias específicas que están relacionadas con algunas de las competencias generales definidas en el proyecto.

El curso que se consideró fue el «curso teórico de química general» el cual es común a todas las universidades participantes, además de ser

un curso que debe estar incluido en cualquier carrera relacionada con la química.

Después de la discusión y reflexión del grupo de química, se concluyó que existen cuatro competencias específicas que están relacionadas con cinco de las competencias generales, mostrando el listado de cada una de ellas a continuación.

Competencias específicas

1E. «Capacidad para aplicar conocimiento y comprensión en química a la solución de problemas cualitativos y cuantitativos», está relacionada con las competencias generales:

1G. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.

4G. Habilidades para buscar, procesar y analizar información.

2E. «Comprender conceptos, principios y teorías fundamentales del área de la Química», está relacionada con las competencias generales:

1G. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.

4G. Habilidades para buscar, procesar y analizar información.

8E. «Dominio de la terminología química, nomenclatura, convenciones y unidades», está relacionada con las competencias generales:

2G. Capacidad de aprender y actualizarse.

4G. Habilidades para buscar, procesar y analizar información.

10E. «Conocimiento de otras disciplinas científicas que permitan la comprensión de la Química», está relacionada con las competencias generales:

1G. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.

2G. Capacidad de aprender y actualizarse.

3G. Capacidad crítica y autocrítica.

4G. Habilidades para buscar, procesar y analizar información.

5G. Capacidad de comunicación oral y escrita.

De esta matriz que se elaboró, se analizaron las competencias genéricas 1G y 4G, debido a que son las que tienen una mayor coincidencia con las competencias específicas definidas. Estas competencias genéricas se analizaron en base a los procesos de enseñanza-aprendizaje y se consideraron los aspectos más importantes respecto a la evaluación de dicha competencia.

4.6. Análisis de las competencias genéricas

Competencia 1G: «Capacidad de abstracción, análisis y síntesis»

El profesional tendrá la capacidad de:

a) Abstracción cuando:

- Comprende conceptos, principios y teorías fundamentales del área de la Química.

b) Análisis cuando:

- Interpreta y evalúa datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.
- Reconoce y analiza problemas y planifica estrategias para su solución.
- Sigue a través de la medida y observación de propiedades químicas, eventos o cambios y su recopilación y documentación de forma sistemática y fiable.

c) Síntesis cuando:

- Planifica, diseña y ejecuta proyectos de investigación.
- Actúa con curiosidad, iniciativa y emprendimiento.

Tiempo:

Esta competencia se desarrolla a lo largo de toda la carrera con diferentes niveles crecientes de complejidad.

Metodología de enseñanza y aprendizaje

- Clases expositivas.
- Foros y Seminarios.
- Revisión bibliográfica.
- Resolución de problemas.
- Discusión grupal de problemáticas.
- Prácticas de laboratorio.
- Diseño de proyectos de investigación.

Evaluación. Los indicadores del logro de la competencia son:

- Elaboración de mapas conceptuales.
- Resolución de ejercicios de aplicación y de problemas planteados específicos.
- Preparación de seminarios y presentaciones académicas y de revisiones bibliográficas.
- Elaboración e interpretación de tablas y gráficas de correlación de datos.
- Interpretación y síntesis de información científica.

Competencia 4G: «Habilidad para buscar, procesar y analizar información»

El profesional tendrá la capacidad de:

a) Evaluar cuando:

- Calcula y estima información.
- Establece modelos teóricos con base en observables.

b) Interpretar cuando:

- Ordena y explica el significado de resultados relacionándolos con la teoría.
- Valida hipótesis con base en observables.

Tiempo:

Esta competencia debe estar presente a lo largo de toda su formación profesional, con niveles crecientes de complejidad.

Metodología de enseñanza y aprendizaje

- Asignaturas expositivas.
- Foros y seminarios.
- Revisiones bibliográficas.
- Discusión, análisis e interpretación de datos bibliográficos o generados.
- Planteamientos de diseños experimentales.

Evaluación. Los indicadores del logro de la competencia son:

- Resolución de problemas asociados con la manipulación, observación e interpretación de datos generados en fenómenos experimentales.
- Discusión e interpretación de datos bibliográficos
- Desarrollar propuestas de modelos de información numérica a partir de datos bibliográficos o de observación.

Posteriormente se realizó un análisis en cada una de las instituciones participantes, considerando la competencia genérica 5G: «capacidad

1.º año Módulo básico		2.º año Módulo básico		3.º año Módulo licenciatura		4.º año Módulo licenciatura	
Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8
Introducción a la Química	Química General BAJO	Química Inorgánica I MEDIO	Química Inorgánica II BAJO	Físico Química III Sin información	Espectroscopia y Estructura MEDIO	Análisis Instrumental II BAJO MEDIO	Procesos Químicos MEDIO
Química Experimental BAJO	Matemáticas II	Físico Química I MEDIO	Físico Química II Sin información	Química Orgánica II MEDIO	Química Orgánica III ALTO	Química Inorgánica III MEDIO	Química Ambiental y Ecológica
Matemáticas I	Física I	Matemáticas III	Química Orgánica I BAJO MEDIO	Química Analítica Sin información	Análisis Instrumental I Sin información	Operaciones Unitarias I	Unidad de Investigación ALTO
Inglés I	Inglés II	Física II		Estadística Aplicada	Administración de Empresas	Biología y Bioquímica	
Integración a la Universidad							

de comunicación oral y escrita»; y la competencia específica 5E: «habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas». Se seleccionaron estas competencias en virtud de que son de las más características que deben cubrir los profesionistas que cursen cualquier carrera del área de la Química.

En primer lugar se realizó un análisis del nivel de impacto de cada una de las competencias en los programas académicos relacionados con el área de la química, considerando tres niveles de impacto: BAJO, MEDIO O ALTO, sin embargo algunas instituciones incluyeron dos niveles intermedios adicionales: BAJO-MEDIO y MEDIO-ALTO. Como ejemplo se incluye el análisis realizado para la competencia «habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas, correspondiente a la competencia específica 5E, para las asignaturas en la disciplina de la química, correspondientes al plan de estudios de la Licenciatura en Química, de la Universidad de Santiago de Chile.

Posteriormente se realizó un análisis para el programa seleccionado por cada participante, en el que se analizó el resultado de aprendizaje y las estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación para cada asignatura en la que estuviera involucrada la competencia especificada.

Como ejemplo se incluyen los primeros tres semestres de la Licenciatura de Ingeniero Químico en Alimentos de la Universidad Autónoma de Querétaro en el que se analiza la competencia genérica 5G: «capacidad de comunicación oral y escrita». Para esta competencia se definió que el resultado de aprendizaje deberá estar definido en base a los siguientes rubros, para considerar que se cumplieron los objetivos de aprendizaje:

1. Ser capaz de emitir opiniones críticas, pero sustentadas en referencias textuales.
2. Ser capaz de expresarse en forma oral con claridad y precisión.
3. Ser capaz de transmitir eficazmente los puntos de vista propios y los ajenos, si corresponde.
4. Relacionar lo comentado y aprendido con experiencias vitales y conocimientos previos.

Sem	Asignatura	Nivel de desarrollo	Resultado de aprendizaje (ver listado)	Estrategias		
				Enseñanza	Aprendizaje	Evaluación
1	Química general	Bajo	6	Exposición oral, uso de multimedia.	Tareas, revisión bibliográfica.	Examen, tareas y participación en clase.
1	Lab. de Q. General	Medio	1-6	Exposición oral y desarrollo de diagramas de flujo para un mejor entendimiento de las prácticas que se realicen.	Revisión bibliográfica y estudio de conocimientos previos relacionados con la práctica, elaboración de bitácora.	Preguntas abiertas sobre trabajo previo, exámenes rápidos y reportes.
1	Estados de agregación	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
1	Álgebra lineal					
1	Cálculo diferencial	Bajo	6	Procedimientos para resolver problemas	Aprender a resolver problemas y registrarlos de forma escrita y ordenada	Examen por escrito
1	Lectura y redacción					
1	Orientación profesional					
2	Química cuantitativa	Bajo	5 y 7	Presentaciones orales temáticas	Tareas	Presentaciones, tareas, participaciones y exámenes grupales.
2	Lab. de Química Cuantitativa					
2	Química inorgánica básica					
2	Química orgánica I	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
2	Métodos experimentales					
2	Termodinámica					
2	Lab termodinámica	Medio	1-6	Exposición oral y desarrollo de diagramas de flujo para un mejor entendimiento de las prácticas que se realicen.	Revisión bibliográfica y estudio de conocimientos previos relacionados con la práctica, elaboración de bitácora.	Preguntas abiertas sobre trabajo previo, exámenes rápidos y reportes.

Sem	Asignatura	Nivel de desarrollo	Resultado de aprendizaje (ver listado)	Estrategias		
				Enseñanza	Aprendizaje	Evaluación
2	Cálculo integral					
2	Bioética	Alto	Entrega de trabajo escrito	Metodología. Exposición del profesor seguida de consultas y debates, discusión en clase de problemáticas actuales.	Exposición de temas seleccionados por parte de los estudiantes.	Asistencia. Examen escrito, entrega de trabajos escritos, participación en discusiones y debates en clase.
3	Química analítica					
3	Lab. Q. Analítica					
3	Química orgánica II	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
3	Lab. Q. Orgánica II					
3	Soluciones y sistemas de fase					
3	Lab. Soluciones y sistemas de fase	Medio	1-6	Exposición oral y desarrollo de diagramas de flujo para un mejor entendimiento de las prácticas que se realizan.	Revisión bibliográfica y estudio de conocimientos previos relacionados con la práctica, elaboración de bitácora.	Preguntas abiertas sobre trabajo previo, exámenes rápidos y reportes.
3	Ecuaciones diferenciales					
3	Mecánica					
3	La. Mecánica					
3	Dibujo					
3	Dibujo	Medio	Exposición de proyectos individuales y en equipo	Utilización del programa AUTOCAD para la realización de proyectos.	Salidas de campo para realizar mediciones reales. Uso de biblioteca para investigaciones	Proyectos y/o prácticas semanales

Año (Sem)	Asignatura	Nivel de desarrollo de la competencia	Resultado de aprendizaje	Estrategias		
				Enseñanza	Aprendizaje	Evaluación
1.º (1)	Física General I Matemáticas I Princ. Química I	Bajo	<p>a) Estudia los conceptos básicos de la estructura de la materia y sus propiedades (átomos, moléculas, propiedades intensivas y extensivas).</p> <p>b) Estudia la nomenclatura de los compuestos químicos y sus variadas formas.</p> <p>c) Estudia las reacciones químicas y las leyes de conservación de masas asociadas a las reacciones.</p> <p>d) Se muestran los principios termodinámicos que dominan los procesos físicos y químicos.</p>	<p>a) Clases magistrales.</p> <p>b) Clases de ejercicios y problemas.</p> <p>c) Clases de consulta con preparadores.</p> <p>d) Guías de problemas electrónicas.</p>	<p>a) Resolución de ejercicios y problemas en clase.</p> <p>b) Planteamiento en clase de preguntas interesantes para la discusión.</p> <p>c) Resolución de tareas por vía electrónica.</p> <p>d) Promover la lectura de fundamentos teóricos por medio de las tareas electrónicas.</p>	<p>a) Presentación de exámenes cortos.</p> <p>b) Presentación de exámenes largos.</p> <p>c) Tareas cortas con problemas tipo.</p> <p>d) Tareas cortas con ensayos sobre temas teóricos fundamentales.</p>

Año (Sem)	Asignatura	Nivel de desarrollo de la competencia	Resultado de aprendizaje	Estrategias		
				Enseñanza	Aprendizaje	Evaluación
1.º (2)	Física General II					
	Matemáticas II					
	Princ. de Química II	Bajo	<p>a) Estudia los principios del equilibrio químico y su aplicabilidad a sistemas reales.</p> <p>b) Estudia el equilibrio iónico, asociado al pH y reacciones de precipitación de sales.</p> <p>c) Estudia la dinámica de los procesos, su termodinámica y la asociación de los cambios en equilibrio con la termodinámica de cambio.</p>	<p>a) Resolución de ejercicios y problemas en clase.</p> <p>b) Planteamiento en clase de preguntas interesantes para la discusión.</p> <p>c) Resolución de tareas por vía electrónica.</p> <p>d) Promover la lectura de fundamentos teóricos por medio de las tareas electrónicas.</p>	<p>a) Presentación de exámenes cortos.</p> <p>b) Presentación de exámenes largos.</p> <p>c) Tareas cortas con problemas tipo.</p> <p>d) Tareas cortas con ensayos sobre temas teóricos fundamentales.</p>	
	Lab. Princ. Química	Bajo	<p>a) Utiliza balanzas gravimétricas.</p> <p>b) Manipula materiales y técnicas analíticas inorgánicas.</p> <p>c) Se introduce en las técnicas de titulaciones ácido-base y redox.</p> <p>d) Se inicia en diferenciar medidas cualitativas de medidas cuantitativas.</p> <p>e) Comprensión de la importancia de las medidas de concentración y su cuantificación.</p>	<p>a) Realización de sesiones de 6 horas semanales de prácticas de laboratorio.</p> <p>b) Presentación de seminarios sobre la práctica experimental, previo a su realización</p>	<p>a) Discusión en los Seminarios sobre los diversos aspectos teóricos del experimento, interpretación de los mismos y expectativas acerca de estos</p> <p>b) Realización de las sesiones semanales de experimentos de laboratorio.</p>	<p>a) Observación del desempeño del estudiante en los Seminarios.</p> <p>b) Observación por el profesor, del desempeño del estudiante en el laboratorio.</p> <p>c) Preguntas del profesor en forma individualizada a cada estudiante.</p> <p>d) Exámenes cortos.</p> <p>e) Presentación de informes escritos</p>
	Princ. de Biología					

Año (Sem)	Asignatura	Nivel de desarrollo de la competencia	Resultado de aprendizaje	Estrategias		
				Enseñanza	Aprendizaje	Evaluación
2.º (3)	Física General III					
	Matemáticas III					
	Q. Inorgánica I	Bajo	<p>a) Comprensión de los conceptos asociados a la estructura electrónica, atómica y molecular.</p> <p>b) Manejo de la tabla periódica.</p> <p>c) Manejo de los principales modelos de enlace: enlace iónico, enlace covalente y enlace metálico, y sus consecuencias en las propiedades de la materia.</p>	<p>a) Clases magistrales.</p> <p>b) Clases de ejercicios y problemas.</p> <p>c) Guías de problemas electrónicas.</p>	<p>a) Resolución de ejercicios y problemas en clase.</p> <p>b) Planteamiento en clase de preguntas interesantes para la discusión.</p>	<p>a) Exámenes cortos.</p> <p>b) Exámenes cortos.</p>
	Lab. Física I					

5. Expresarse por escrito con claridad y uso adecuado de estructuras y reglas gramaticales, sintácticas y ortográficas.
6. Desarrollar ideas por escrito, evidenciando una tesis clara, argumentos que la sustentan y una organización textual lógica y coherente.
7. Desarrollar la capacidad de revisar los escritos e identificar los errores.

De la misma manera se realizó el análisis para la competencia específica 5E: «habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas». Esta competencia es muy importante para cualquier profesionista que egrese de un programa relacionado con la química ya que le permite contar con herramientas para poder elucidar especies y estructuras químicas, así como evaluar la composición de especies químicas en cualquier tipo de muestras. Como ejemplo se muestra análisis realizado para los primeros tres semestres del programa de Química de la Universidad Central de Venezuela.

Podemos concluir que el sistema de diseño curricular basado en competencias propuesto por Tuning ha sido bien apreciado por muchas instituciones universitarias de Latinoamérica. Sin embargo, tomará un tiempo para que este sistema sea puesto en práctica en muchas universidades.

Para ilustrar la aplicación de la metodología basada en competencias a las estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación, se tomó una competencia genérica y una específica. La competencia genérica tomada fue la 5G: «capacidad de comunicación oral y escrita» y la específica fue la 5E: «habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas». Estas competencias fueron identificadas como las más características que deben poseer profesionales que cursen cualquier carrera del área de la Química.

Se analizó la relación de estas competencias con los programas de química de las universidades participantes, considerando tres niveles de impacto: BAJO, MEDIO Y ALTO, tal como se ilustra en el programa de la Licenciatura en Química de la Universidad de Santiago de Chile. Además, para ilustrar la competencia genérica, se tomaron los 3 primeros semestres de la Licenciatura en Química de la Universidad Autónoma de Querétaro, mientras que la competencia específica se ilustró tomando el caso de la Licenciatura en Química de la Universidad Central de Venezuela, en sus tres primeros semestres.

Como estrategias más comunes para la enseñanza de la competencia genérica se identificaron las siguientes: exposición oral, multimedia, diagramas de flujo, resolución de problemas, debates y discusiones en clase.

Como estrategias más comunes para el aprendizaje de la competencia genérica se identificaron las siguientes: tareas, revisión bibliográfica, elaboración de bitácoras, resolución de problemas y su registro en forma escrita y ordenada, exposición de temas específicos por parte de los estudiantes, trabajos de campo, uso de la biblioteca.

Como estrategias más comunes para la evaluación de la competencia genérica se identificaron las siguientes: exámenes escritos y orales, tareas, participación, debates y discusiones en clase, preguntas abiertas sobre trabajos previos, presentaciones, asistencia, proyectos y prácticas.

Como estrategias más comunes para la enseñanza de la competencia específica se identificaron las siguientes: exposiciones orales, ejercicios y problemas, clases de consulta, guías electrónicas, prácticas de laboratorio, exposición de temas específicos por parte de los estudiantes.

Como estrategias más comunes para el aprendizaje de la competencia específica se identificaron las siguientes: resolución de ejercicios y problemas en clase, discusiones en clase, lectura de fundamentos teóricos para la resolución de tareas electrónicas, prácticas de laboratorio.

Como estrategias más comunes para la evaluación de la competencia específica se identificaron las siguientes: exámenes cortos y largos, tareas con problemas y ensayos, evaluación de seminarios y del trabajo en el laboratorio, informes escritos.

5

Escenarios futuros para el Área de la Química

Para presentar los posibles escenarios a futuro para las carreras de Química, cada integrante del grupo entrevistó a una o dos personalidades de su país que tuviera experiencia en el ámbito académico, de investigación, en el sector productivo, sector gubernamental y/o político. A continuación se presenta la síntesis de la visión global de los entrevistados sobre un **«sistema de análisis para anticipar las nuevas profesiones emergentes y las competencias que se requieren para ello»**. La visión coincidente que hemos observado es que la profesión de químico continuará existiendo en el futuro, con tanta o mayor preponderancia que en la actualidad. En tal sentido, si bien se presentan opiniones sobre algunas características de las profesiones del futuro, el mayor énfasis de nuestros entrevistados fue puesto sobre las características del profesional químico y afines del futuro.

En realidad, no debe extrañar este resultado. Desde la aparición de los primeros rudimentos de la química, es decir, la *khemeia* o alquimia, sus practicantes, los alquimistas, se fueron transformando en la medida en que perfeccionaron sus conocimientos, sin dejar de ser lo que fueron desde un principio: químicos que practicaban los rudimentos de la química. 650 años a.C., Griegos como Tales de Mileto, Anaxímenes y Aristóteles, con sabiduría y sutil inteligencia ofrecieron aportes que a la postre dieron origen a la comprensión de muchos fenómenos que tienen que calificarse como de naturaleza química⁶. Dos mil años más

⁶ ASIMOV, Isaac (1975). *A Short History of Chemistry-An Introduction to the Ideas and Concepts of Chemistry*. Nueva York, Doubleday & Co., Inc.

tarde, en 1661, Robert Boyle publica una obra fundamental: «El Químico Escéptico»⁷, en la que rompe definitivamente con la creencia alquimista en los *cuatro elementos*: tierra, aire, agua y fuego, se apropia del *atomismo* (concepto entonces olvidado, introducido por Demócrito unos 400 años a.C.), introduce los términos «química» y «químico» por supresión de la primera sílaba del término alquimia (en inglés chemist de alchemist), establece las bases de la experimentación en ciencias (toda teoría debe ser probada experimentalmente para poder ser aceptada), asoma las primeras ideas de la teoría cinética de gases y da origen a la química moderna.

Miles de años a.C., los egipcios hicieron piezas de artesanía exquisita, encontradas en diversas pirámides, que pueden calificarse como precursoras de lo que hoy denominamos tecnología. La transformación del hierro y el cobre en la época de Alejandro, confirman estos supuestos. Desde entonces y hasta ahora, los químicos han intervenido transformado la materia, haciendo innovación y desarrollo tecnológico y ciencia fundamental, perfeccionando cada vez más la profesión. Miles de años de una profesión que se especializa progresivamente y que contribuye con el desarrollo y calidad de vida de la humanidad, hacen visualizar que continuará existiendo en los próximos veinte, treinta cincuenta o cien años.

Sin embargo, tenemos una deuda con la sociedad. Los químicos producimos materiales peligrosos, reñidos con el ambiente y el bienestar del ser humano. Elementos de ésta alerta, están contenidos en los conceptos emitidos por nuestros entrevistados. Son claros los llamamientos en el sentido de hacer esfuerzos serios, innovadores y sistemáticos para cambiar esta situación, incorporándonos a lo que se ha dado en llamar *química verde o sustentable*, investigando y diseñando procesos químicos más seguros y eficientes y productos que sean más amigables con el medio ambiente, reduciendo o eliminando materiales peligrosos^{8,9}. El papel que juegan elementos tan importantes como los catalizadores, los solventes, las nanopartículas y muchos otros, tiene que ser revisado

⁷ BOYLE, Robert (1661). *The Sceptical Chymist*. London, J.M. Dent & sons, Ltd.

⁸ ANASTAS, Paul T. and WARNER, John C. (2000). *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York, Oxford University Press.

⁹ LANCASTER, Mike (2002). *Green Chemistry: an Introductory Text*. Cambridge, The Royal Society of Chemistry.

exhaustivamente, de forma sistemática y conjuntamente entre los diversos grupos de cuerpos colegiados.

5.1. Caracterización de los escenarios futuros planteados

1. Las profesiones actuales requerirán crecientes exigencias de perfeccionamiento pero, al mismo tiempo, intensamente interdisciplinarias y en permanente interacción con la sociedad, debido a que en el futuro demandará de las sociedades gran flexibilidad hacia los cambios de actitud y responsabilidad social, en marcos éticos y estéticos. Operarán rápidos cambios en los ámbitos políticos, económicos, e inclusive religiosos.
2. El químico tiene que tomar un rol importante en el desarrollo y aseguramiento de la calidad y de la inocuidad, sobre todo de materias primas (*commodities*), de nuevas formas de energía, de nuevas formas apropiadas y responsables del uso del agua, de nuevos procesos de producción de alimentos o productos alimenticios, con tendencia progresiva hacia la elaboración de productos con agricultura limpia (alimentos orgánicos) y de productos y servicios sustentables. El químico también deberá tomar un papel importante en el ámbito de la bioingeniería, la nanotecnología, los materiales aeroespaciales, para ello deben reestructurarse las carreras de Química en carreras más afines a los tiempos modernos enfocándose, además de las áreas de la Química básica pura o teórica, en los campos de los materiales, los alimentos, la salud, el cuidado ambiental y, de estas áreas, derivar cualquier otra profesión relacionada con la Química.
3. El trabajo asociativo centrado en la formulación y resolución de problemas tendrá progresiva exigencia. Tendremos un químico capaz de generar modelos que pudieran ser predictivos o al menos orientar tendencias.
4. El avance de las comunicaciones y tecnologías de la comunicación (TICs) y su incorporación al trabajo cotidiano alcanzará proporciones sin precedentes. Esto implicará una intensificación de la velocidad de las comunicaciones, permitiendo una virtual desaparición de las fronteras entre países y una mayor interacción entre investigadores de diferentes partes del planeta. Las nuevas tecnologías

permitirán la solución de problemas socio-económicos y medioambientales actuales y otros que están por venir.

5. Progreso y bien común: tendremos un mundo mejor, con reducción drástica de la pobreza y más equilibrio entre los seres humanos y de estos con la naturaleza, con desarrollo pleno de fuentes de energías alternativas menos contaminantes y estabilización de la economía global. Se establecerán los medios para conjugar armónicamente el progreso y el cuidado de nuestra calidad de vida. Se desarrollarán nuevos materiales y recursos fundamentales más amigables con el ambiente, con procesos enmarcados en una gestión ambientalmente sustentable y además mínima y adecuada generación de desechos que sean reutilizables en otros procesos. Esto exigirá una educación que fortalezca los desarrollos científicos y tecnológicos, orientada a reforzar la búsqueda y optimización de nuevos recursos y cambios productivos, incluyendo acciones que contribuyan a la conservación, preservación y mejor utilización del agua.
6. Sociedad más globalizada e internacional: al igual que se ha producido una globalización de la economía, también vamos a requerir una globalización de la educación, una globalización educativa con la que algunos países ya cuentan y otros hacen intentos por generarla. Así tendremos lo que podríamos llamar universidades mundiales, con universidades y empresas asociadas para la investigación aplicada, con investigadores y estudiantes que trabajan juntos a pesar de estar en diferentes partes del mundo, con una consecuente reducción de las actividades de tipo presencial. En otras palabras, tendremos una sociedad más globalizada e internacional, con una mayor movilidad e intercambio con otras naciones del globo. Al escenario actual, que tiene por referente a los Estados Unidos de Norte América (USA) y Europa, se sumarán Asia y Latino América. Nuestras naciones intensificarán sus vinculaciones entre sí y se proyectarán como líderes en la región, la cual pasará desde un escenario de proveedor de materias primas, a un escenario de proveedor de inteligencia, capaz de generar, desarrollar y manejar conocimientos y tecnologías, mejorar bienes exportables y generar nuevos nichos de negocios.
7. Incremento de la esperanza de vida: las personas se harán más longevas con mejor calidad de vida y una consecuente demanda de mayor asistencia médica. Esto implicará un incremento de la población mundial, masiva población en las ciudades, disminución

de la natalidad, lo que provocará un incremento en la construcción de ciudades verticales y, por tanto, la necesidad de materiales más resistentes, livianos, inteligentes y de bajo costo. Habrá entonces un muy notable incremento en el consumo, especialmente de alimentos, materias primas, minerales y, en general, de nuevos productos, más económicos y de mejor calidad, en el contexto de un mercado más competitivo y globalizado que exigirá empresas más eficientes, sustentables y competitivas. Nada de esto será posible sin un gran desarrollo de la ciencia y la tecnología en todos los campos, como la robótica, nanotecnología, comunicación, medicina y nuevos materiales. Se introducirán grandes desarrollos y aplicaciones en conectividad, informática y genómica: medicina genómica y alimentación personalizadas, diagnóstico molecular de enfermedades, entre otros.

8. Se tendrán progresos muy notables en la medicina personalizada y en el control de las «enfermedades huérfanas». El avance de la bioquímica permitirá diagnósticos tempranos, la detección precoz y el tratamiento de muchas patologías inmovilizantes y deteriorantes extremas como la esclerosis múltiple y la distrofia muscular de Duchenne. Hoy se comienza con la terapia de remplazo enzimático, en el futuro la terapia génica resolverá muchas patologías que actualmente tienen difícil y costoso tratamiento. Los diagnósticos tempranos y las terapias correspondientes estarán al acceso de todos. El uso de la biotecnología permitirá la obtención de nuevos medicamentos basados en la síntesis de transportadores adecuados que podrán llegar a los sitios específicos de acción de manera menos invasiva y con menos acción sistémica.
9. Observaremos avances importantes en la comprensión del funcionamiento del cerebro y los mecanismos de la conciencia y el aprendizaje. Se entenderá el concepto de materia oscura, el origen de la masa y se producirá la teoría unificada de la física (integración de la gravitación y la mecánica cuántica). Se fabricarán organismos bioinorgánicos. Se entenderá la naturaleza esencial de la transición de materia organizada a materia con capacidad vital para autoreplicarse. Se producirá una convergencia o singularidad científico-tecnológica que involucre el uso de sistemas de información, bioinformática, nanotecnología y ciencias cognitivas.
10. Un aspecto negativo que puede surgir en este contexto es una posible dependencia más intensa de las sociedades de las empre-

sas con más poder para la distribución mundial de sus productos, como consecuencia de la globalización. La armonización legislativa de la comunidad mundial jugará un rol fundamental para regular esto y mejorar costos y tiempos.

11. En una cierta visión, preocupa que las tendencias observadas durante los últimos 150 años parecen indicar que prevalecerá el actual modelo utilitario materialista, consumista y agotador de los recursos naturales, con generación de polución, por lo que las alusiones previas al manejo del agua, a la producción de energía, alimentos y materias primas (*commodities*) tendrán gran validez. Invocamos la habilidad de las naciones democráticas para procesar adecuadamente sus conflictos e impedir el establecimiento y avance de regímenes retrógrados, permitiendo un acercamiento a una nueva situación de equilibrio donde el tema capital de la pobreza sea superado.
12. En todas las diferentes especialidades de la química, los equipos e instrumentos tendrán mayor poder y capacidad de automatización y procesamiento. Aunque quizás los fundamentos de detección, análisis o ejecución se mantendrán; sistemas superiores y más robustos en hardware y software se harán presentes, buscando siempre: a) menor consumo de reactivos o solventes y mínima producción de desechos, b) mayor número de muestras procesadas por unidad de tiempo, c) mayor resolución en los datos crudos obtenidos, d) mayor velocidad de generación y procesamiento, y, e) mayor independencia de operación (automatización totalmente digitalizada). Los instrumentos y sistemas requerirán operación remota no vulnerable, incluido el uso de dispositivos móviles. En resumen, los equipos e instrumentos tendrán un grado máximo de independencia operativa, conducente a muy altos niveles de automatización.

Los profesionales tendrán que operar en un ambiente altamente competitivo que demandará de ellos respuestas rápidas y asertivas, que incluso contemplen los requerimientos legales o regulatorios de su entorno, los cuales les establecerán estándares de calidad y seguridad bajo los cuales trabajar. Los métodos de análisis, extracción, operación o vinculados al proceso deberán poseer una corroborada validez y fundamento técnico reportado, sin el cual el resultado respectivo no será compartido o utilizado.

Los profesionales del área se verán inmersos en una mayor necesidad de proteger el descubrimiento innovador. Para ello, deberán

trabajar y conocer los fundamentos legales vinculados a la propiedad intelectual que sin duda darán protección a su invención dentro del campo donde otros también operan.

Dos escenarios surgen en este contexto:

En el primer escenario, la sociedad del futuro demandará de los profesionales respuestas sustentables, más rápidas y precisas. Se requiere contar con personal científico calificado que dispongan de equipos e instrumentos que puedan eliminar al máximo las ambigüedades, en los menores tiempos posibles de operación en el laboratorio, trabajar en escalas o volúmenes muy reducidos, con técnicas específicas y sensibles de análisis, de manera que pueda disminuir los costos de operación en laboratorio y la generación de desechos y residuos peligrosos. De esta forma, la química debe tender a ser sustentable (química verde).

En el segundo, la sociedad del futuro requerirá que nuestras universidades entiendan y actúen frente a un escenario laboral que está en cambio permanente debido al área operativa digital, automatizada y exigente de muy altos y variables estándares de calidad, seguridad y asuntos regulatorios. Además del programa formal básico/técnico, las universidades deberán establecer áreas de formación complementarias, flexibles, cambiantes, que le permitan a nuestro profesional formarse en las áreas emergentes.

En referencia a la digitalización y automatización prevista, las implicaciones del primer escenario son, con independencia de lo avanzado de las técnicas y equipos, que el profesional siempre tendrá el control y la última palabra. En relación con el segundo escenario, se visualizan universidades totalmente conectadas en redes en las que calidad, seguridad y asuntos regulatorios estarán incorporados al plan de estudios. Los diferentes tipos de conexiones esperados serán: a) monodireccional: múltiples redes con entes comerciales (p. ej. industrias), educativos (p. ej. servicios de búsqueda en línea); b) multidireccional, con otros entes universitarios que fomenten intercambio, fusión de programas, proyectos o sistemas, en atención a la inmediatez de las respuestas, eficiencia en los programas y optimización de costos.

5.2. Profesiones que se visualizan en cada escenario

1. En cualquier escenario las implicaciones en nuestras áreas profesionales serán inmensas, porque la sociedad exigirá cada vez más de las disciplinas científicas y de los generadores de conocimiento y educadores. Se pone de relieve todo lo relacionado con la convergencia tecnológica que se está produciendo y que involucra esencialmente la nanotecnología, las ciencias cognitivas y la bioinformática. En tal sentido, debemos destacar que todos los entrevistados coincidieron en la interdisciplinariedad de las profesiones del futuro, bien orientadas hacia las ciencias básicas o bien hacia la tecnología: fisicoquímicos, nanoquímicos, bioquímicos, biofísicos, químicos de materiales, biotecnólogos, nanotecnólogos, bioingeniería química, química informática, química ambiental, química y medicina genómica, desarrollo de fármacos personalizados para el avance de la terapéutica, química y biología molecular. Se espera el uso intensivo de sistemas instrumentales complejos como espectrometría de masas, cromatografía de gases, cromatografía de alta resolución, resonancia magnética nuclear, difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido, sistemas acoplados cromatografía-espectrometría de masas, sistemas espectroscópicos atómicos, etc. Todo ello acompañado del buen uso de la informática, analítica, fisicoquímica y manejo e interpretación de datos. También se mencionan comunicadores científicos especializados en las diferentes disciplinas, así como informáticos especializados (bioinformáticos, quimiometristas, ingenieros ontológicos, etc.). Cabe hacer una mención interesante: la necesidad de formar maestros de primaria y secundaria especializados en ciencias naturales (física, química, biología, etc.). Se considera que los profesionales tendrán dominio, no sólo de los aspectos teóricos y de monitoreo, sino de la capacidad de abordar el modelado, los sistemas de información y la aplicación al agro. Se invoca la expectativa de incorporación transversal de estudios del medio ambiente al plan de estudios.
2. También se mencionan profesiones relacionadas con: a) química industrial para el desarrollo de nuevos medicamentos, alimentos para personas y mascotas, nuevas fibras textiles, productos de cuidado personal, cosmética, perfumes, cremas de cuidado facial, cultivos hidropónicos; b) química de procesos de biotransformación, enzimáticos y químicos, para el desarrollo de combustibles y biocombustibles más eficientes y no contaminantes, nuevos métodos de

extracción y purificación de metales, productos naturales, métodos más eficientes en la producción de materias primas, nuevos materiales de construcción más resistentes y más livianos; c) química de nuevas tecnologías de síntesis de productos, de tratamientos de agua y de residuos y tecnologías limpias; d) desarrollo de nuevos sistemas y fuentes de energía (puede operar un fuerte desplazamiento hacia el uso del gas natural), control y mitigación ambiental y del cambio climático; e) biomatemáticas, medicina molecular y ciencias genómicas, bioética y ciencias ambientales.

3. En términos más holísticos, se visualiza la vigencia de las siguientes profesiones: físicos, químicos, matemáticos, biólogos, bioquímicos, ingenieros ambientales, ingenieros de materiales, estadísticos, médicos toxicólogos, sicólogos, ingenieros de sistemas o informáticos, ecólogos, ingenieros de procesos de automatización, antropólogos, sociólogos, educadores. Se requerirán profesionales capaces de manejar eficientemente los recursos hídricos así como los sistemas de riego. Se hace énfasis en la capacidad de trabajar interdisciplinariamente y se resalta la carrera de química como motor y eje de estas nuevas profesiones.
4. Para algunos entrevistados, más que nuevas profesiones, lo que se requerirá serán nuevos profesionales con responsabilidad social, para optimizar la resolución de problemas prácticos y consolidar la transferencia tecnológica, destacando las siguientes, sobre la base de modelos internacionales: ingenierías civiles, medicina y ciencias de la salud, educación para la formación de estudiantes universitarios talentosos, previéndose los enfoques profesionales en áreas de la ciencias duras e informáticas por sobre las de carácter social.
5. Poniendo énfasis en los aspectos técnicos del profesional del futuro, sin anticipar nueva profesión alguna: se requerirán profesionales con sólida formación en robótica, que les permita vincular el fenómeno químico o físico necesario para emular y ejecutar de forma no asistida. Deberá tener total conocimiento de los pasos mecánicos conducentes a un rendimiento químico o eficiencia de extracción que cumpla con los requerimientos o criterios de éxito establecidos, con alta eficiencia operativa, rápida respuesta, bajo consumo de energía (sustentabilidad) y mínimo impacto ambiental. El alto grado de automatización permitirá al profesional dedicar mayor parte de su tiempo a mejorar, crear, diseñar o innovar en los programas o sistemas existentes o por existir.

Se requerirá profesionales que conozcan el ambiente industrial que los rodea e incluso, el panorama que un organismo regulatorio potencialmente globalizado les exija conocer. La seguridad, la calidad y el aspecto regulatorio son los tres elementos que serán esenciales para el exitoso y cabal desempeño de los profesionales del futuro y, en consecuencia, deberán incorporarse al plan de estudios.

5.3. Competencias que requerirán esas profesiones

Las fronteras tradicionales entre las distintas disciplinas científicas se continuarán erosionando, por lo que será crecientemente necesario recurrir a enfoques multidisciplinarios para poder enfrentar los retos científicos y tecnológicos. Las fronteras de la investigación científica se propagan hoy con especial participación de equipos multidisciplinarios. La complejidad de los sistemas exigirá nuevos esquemas de comprensión y aplicación del conocimiento.

Se aprecia que desde el comienzo de la carrera se deberá trabajar en interacción con el medio, ya sea el educativo, el científico, el productivo o el social para que, entre otros beneficios, se mejore la respuesta del ser humano ante cambios en los patrones de consumo. Carreras más abiertas y participativas con la comunidad, las cuales deberán contener una componente de ciencias sociales (incluidas las vinculadas con las ciencias estadísticas y de gestión). Es altamente deseable que los nuevos profesionales, además de talentosos, se preocupen por lograr un sano equilibrio interno (cultivo de la lectura, conversación, actividades de tiempo libre, etc.) que lo posicionen como un profesional valorado y culto, no solamente por su aporte específico desde su disciplina, sino que además colabore como ser humano al crecimiento de la comunidad.

En el marco de estas complejas expectativas se predicen las siguientes competencias señaladas por los entrevistados como las más importantes para los profesionales del futuro. Algunas de estas competencias tal vez serían mejor referidas como cualidades y han sido resumidas como se muestra a continuación.

1. Capacidad de análisis, síntesis y de autoaprendizaje.
2. Capacidad de buscar nuevos métodos de producción más eficientes.

3. Responsabilidad social y compromiso con la sociedad y el medio ambiente.
4. Ética profesional para hacer frente a las diferentes culturas.
5. Ser conscientes y saber transitar en culturas diferentes.
6. Capacidad de trabajo en ambientes internacionales.
7. Tolerancia social.
8. Capacidad de adaptación.
9. Liderazgo, empatía, inteligencia emocional.
10. Capacidad de planificación, organización y persistencia.
11. Emprendimiento.
12. Capacidad de manejo de las nuevas tecnologías informáticas y de comunicación.
13. Capacidad de actuar con curiosidad, dinamismo, proactividad, y perseverancia, de proponer soluciones innovadoras y de ser social.
14. Capacidad de comunicación eficaz oral y escrita en varias lenguas, en particular inglés.
15. Capacidad de trabajar bajo mucha presión.
16. Capacidad de ser analíticos, prácticos, competitivos.
17. Tener flexibilidad y versatilidad.
18. Profundización en estudios aplicados, en paralelo con un incremento de los conocimientos básicos generales que le permitan tener buenos fundamentos y una buena formación en química.
19. Capacidad de definición de la metaciencia detrás de cada disciplina (química, física, biología, etc.) que permita la real interdisciplinariedad.

20. Rigurosidad intelectual, madurez profesional, ingenio y compromiso con su trabajo y su empresa. Disfrute por el «trabajo bien hecho».
21. Capacidad de trabajar con nuevas tecnologías.
22. Aplicar conocimientos y técnicas moleculares con dominio, pericia y rigor ético.
23. Conocimientos de biomedicina, neuroquímica y nanotecnología.
24. Capacidad de gestionar la articulación con otras disciplinas y otros sectores de la sociedad, además del académico.
25. Capacidad de interactuar con el Estado y los gobiernos nacionales, regionales y locales.
26. Conocimientos sobre aspectos legales y normativos relacionados con la invención (p. ej. propiedad intelectual).
27. Capacidad para resolver problemas complejos a través de enfoques o soluciones simples, económicas o prácticas.
28. Capacidad para simplificar sistemas/métodos/procedimientos preexistentes; por ejemplo, sistemas automatizados con operación directa o remota.
29. Capacidad para armonizar sistemas.
30. Capacidad para trabajar en grupos multifuncionales.

Finalmente, mencionaremos que las competencias que se requieren para tales profesionales están dadas por el marco internacional: universidades australianas (Informe Bradley), Reino Unido (Informe Dearing e Informe Robinson), USA (Informe Margaret Spellings) y de la U. del Estado de Arizona.

5.4. Otros comentarios relevantes sobre el futuro

Escenarios posibles pero improbables

1. La articulación del Estado con las áreas de educación en ciencia y tecnología y la consecuente relación con el medio socio-productivo generará objetivos de trabajo con altas pertinencia y rigurosidad, pensando en la mejora del desarrollo humano, dejando en un plano secundario los gastos en armamentos (hipótesis de conflicto).
2. Nuevas carreras más articuladas con otras, más abiertas (no tan escolarizadas), con universidades más centradas en procesos y estrategias (gestión del conocimiento) que en estructuras y procedimientos. Carreras en las que lo primordial será la demanda de conocimientos en vez de la demanda de profesiones.
3. La *teletransportación*.
4. Posibilidad de implantar *chips* en los tejidos para una comunicación aún más rápida.
5. En un contexto general, una visión futura del campo de la química podría presentar un escenario posible donde intereses políticos y económicos no caminen alineadamente para el establecimiento de las normas/procedimientos que han de gobernar a entes o sectores industriales y públicos por igual. Asumiendo que ambos sectores siguen las regulaciones o leyes (según aplique) apuntando al desarrollo industrial del país en cuestión, este posible escenario se convierte en uno poco probable, pero exigirá profesionales sólidos en su área, que también posean habilidades gerenciales y de negociación muy fuertes. Las universidades deberán preparar a nuestros futuros profesionales pensando en el mundo globalizado, cada vez más tecnificado y de integración al cual se enfrentarán. Deberán asimismo desarrollar y perfeccionar áreas de formación en estrecha conexión con el entorno laboral público o privado.
6. Una sociedad más solidaria viviendo mucho más racionalmente, con una visión mucho menos materialista y menos consumista, de vuelta a los orígenes de las cosas que tienen importancia. Pero esto conduciría a una catástrofe porque desarmaría todos los patrones de vida. En ese escenario ideal se necesitan educadores con

otros puntos de vista, totalmente distintos, que prediquen otros valores. Y la visión de las grandes áreas: alimentos, agua, energía y *commodities*.

7. Disminución drástica de la población mundial por causa de cataclismo natural, guerras mundiales, pandemias mundiales por la aparición de nuevos virus o virus mutados. En este escenario absolutamente indeseado se requerirán químicos con dominio de la nanotecnología y de los procesos de biotransformación, enzimáticos y químicos. Asimismo, se requerirán químicos con buenos conocimientos de química nuclear, especializados en control de emisiones, reactores nucleares, en descontaminación de suelos, agua y aire. Tendrán interés competencias como: (a) capacidad de sintetizar productos básicos, medicamentos a partir de productos naturales, productos de limpieza y desinfectantes; (b) habilidad de buscar, procesar y analizar; (c) habilidad para desarrollar productos desde los elementos más básicos.
8. Se observa preocupación por los problemas de terrorismo, narcotráfico, desigualdad social, educación deficitaria, integridad y ética que pueden llevar a una situación de inseguridad que amenace el desarrollo económico y dé lugar a una regresión y desaceleración del progreso de la región y aumento del descontento social. Se insiste mucho en un enfoque integrado a los problemas con soluciones de largo plazo, con apego al cuidado de los recursos naturales y en la necesidad de la mejora de la calidad de la educación ofrecida a todos los niveles, especialmente el escolar para que el impacto sea positivo en el desarrollo de la ciencia y tecnología. En tal sentido, se invoca la formación de maestros en ciencias naturales (física, química, biología) para la enseñanza de estas disciplinas desde el nivel primario y secundario.
9. Universidades con muy bajos niveles de burocratización, con el consecuente impacto sobre la formación del estudiante. En este escenario, el uso de internet será muy importante, así como también el dominio de varios idiomas, incluido el mandarín. Las matemáticas serán una pieza fundamental, no sólo para cálculo, sino como herramienta para aprender a pensar y realizar evaluaciones.
10. Creación de un centro regional de referencia para diagnósticos de patologías raras, para lo cual se requerirían buenas comunicacio-

nes que permitan el rápido traslado de las muestras, independientemente de la ubicación del paciente en la región. Para esto se requerirán bioquímicos, médicos, informáticos, laboratoristas.

También se deben considerar los siguientes aspectos:

1. En el futuro tendrá que aprenderse más de la naturaleza e intentar repetirla, sobre todo en los aspectos relacionados con la utilización de la energía.
2. La sociedad será caracterizada por tres elementos: a) mucho más globalizada e internacional, b) altamente tecnificada, donde el conocimiento jugará un rol central, y c) mayor conciencia por el cuidado de la naturaleza y el bien común.
3. El químico deberá tener capacidad para elaborar y ejecutar proyectos innovadores que busquen solucionar problemas macros y que trasciendan y sean sustentables en el tiempo.
4. Laboratorios equipados desde la fabricación hasta el control de calidad con las tecnologías que permitan mayor productividad, a su vez con seguridad, eficacia y rapidez para sus controles.
5. La sociedad estará sometida a transformaciones muy profundas, consecuencia de cambios ambientales, problemas hídricos, en energía, aumento de la esperanza de vida, vegetación insuficiente, disminución de la disponibilidad de alimentos y su encarecimiento, elevado costo de la energía y reducción permanente de su producción, el desempleo, etc. El valor del conocimiento y del saber hacer irá en aumento y la especialización orientada a generar bienes y servicios tendrá preponderancia. Se requerirá cada vez más especialización de las actividades humanas y los requisitos de desarrollo irán en aumento. Si se consideran los informes de la Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), aquellos del Banco Mundial, y de organismos como la FAO, la OMS, etc., puede visualizarse un incremento notable de las tecnologías en función de servir a las economías y al desarrollo de los países donde el sector educacional será primordial, en especial la formación terciaria obtenida en universidades o institutos técnicos de clase mundial, los cuales escasean en nuestros países. La sociedad tenderá a una informatización

mayor generando en algunos aspectos una pérdida de las relaciones sociales.

6. Se generará una progresiva ruptura epistemológica en el escenario de las ciencias básicas y un crecimiento de la brecha tecnológica mundial. La esperanza de vida al nacer aumentará para sectores privilegiados de las sociedades postmodernas, lo que determinará la necesidad del avance tecnológico y la globalización de las exigencias y oportunidades para la formación de profesionales.
7. Las universidades tendrán que adaptarse a las nuevas realidades de los costos de educación superior y la investigación. Habrá espacio para instituciones con diferente formato institucional, p. ej., corporativas y de ejercicio libre más tradicionales; ambas deben sobrevivir y crecer, porque cumplen funciones distintas en la apertura de nuevos horizontes a la creación humana y al uso del conocimiento. Probablemente, las universidades con programas exitosos serán aquellas que apliquen armoniosamente ambas filosofías de operación, una opinión basada en el concepto de la total complementariedad de sistemas diferenciados, como factor conducente a la potenciación del producto acabado. Es decir, el total es mayor que la suma de sus partes.

6

Conclusiones generales

Se desarrolló una metodología para generar un META-PERFIL, que puede servir de guía para el diseño, adecuación o modificación de programas educativos basados en competencias, considerando un cierto porcentaje de coincidencia entre las competencias genéricas y específicas, en base a las políticas o directrices implementadas en cada institución educativa. Esta guía permitiría una buena coincidencia entre los programas de Química de diferentes instituciones educativas de un mismo país y entre países. Así se espera generar similitudes o afinamiento (tuning) entre sus programas, promoviendo la movilidad estudiantil de manera que el estudiante tendría la oportunidad de cursar asignaturas que sean reconocidas en sus universidades de origen.

Por otro lado, las universidades deben crear nuevas carreras o profesiones en respuesta a las actuales necesidades del ámbito laboral y científico, sin embargo la generación de egresados llega a destiempo al mercado laboral cuando las necesidades han cambiado. Es necesario que las universidades trabajen a través de mecanismos más dinámicos (perfeccionamiento, interdisciplinariedad, etc.) con una mayor integración entre los actores (el sector productivo, el sector social sociedad, el sector académico y el sector gubernamental). Lo más importante es que el Químico debe garantizar un trabajo de calidad, sustentable, ético, responsable social, en los espacios de las nuevas carreras en las que él será un actor importante.

Es evidente que es necesario que existan nuevas carreras en el área de la química que satisfagan esas nuevas necesidades o requerimientos de los sectores.

Adicionalmente se definieron competencias para evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje y se identificaron las estrategias más comunes aplicadas, por ejemplo, exposición oral, foros de discusión y debates, resolución de problemas, trabajos de campo, evaluaciones, prácticas de laboratorio, revisiones bibliográficas, etc.

Las estrategias más comunes para la enseñanza de la competencia genérica son exposición oral, multimedia, diagramas de flujo, resolución de problemas, debates y discusiones en clase. Las estrategias más comunes para el aprendizaje de la competencia genérica se identificaron las siguientes: tareas, revisión bibliográfica, elaboración de bitácoras, resolución de problemas y su registro en forma escrita y ordenada, exposición de temas específicos por parte de los estudiantes, trabajos de campo, uso de la biblioteca. Como estrategias más comunes para la evaluación de la competencia genérica se identificaron las siguientes: evaluaciones escritas y orales, tareas, participación activa, debates y discusiones en clase, preguntas abiertas sobre trabajos previos, presentaciones, asistencia, proyectos y prácticas. Como estrategias más comunes para la enseñanza de la competencia específica se identificaron las siguientes: exposiciones orales, ejercicios y problemas, clases de consulta, guías electrónicas, prácticas de laboratorio, exposición de temas específicos por parte de los estudiantes. Como estrategias más comunes para el aprendizaje de la competencia específica se identificaron las siguientes: resolución de ejercicios y problemas en clase, discusiones en clase, lectura de fundamentos teóricos para la resolución de tareas electrónicas, prácticas de laboratorio. Como estrategias más comunes para la evaluación de la competencia específica se identificaron las siguientes: evaluaciones escritas y orales, revisiones bibliográficas, participación activa, debates y discusiones en clase, preguntas abiertas sobre trabajos previos, presentaciones, asistencia, proyectos y prácticas.

Finalmente, en relación con el volumen de trabajo estudiantil, se observa que estudiantes y profesores del área de la química, tienen opiniones bastante cercanas respecto a la carga horaria total que los alumnos le dedican a su formación profesional; la diferencia entre ambas visiones no supera el 15% respecto al promedio general obtenido, con lo que podemos concluir que para el caso de Química dicha carga horaria es muy adecuada. Adicionalmente, presentados los resultados en un diagrama de correlación, se observa que las áreas de química, ingeniería, física e informática se localizan en la misma zona de dicha gráfica, es decir, presentan un comportamiento muy similar.

Como resultado de este ejercicio de reflexión, discusión y análisis sobre temas de educación superior entre Universidades de América Latina se ha propuesto la creación de la «**RED QUÍMICA TUNING AMÉRICA LATINA (REQUITUAL)**», con el objetivo general de favorecer la cooperación científica y académica entre estudiantes, docentes e investigadores de las instituciones que conforman el grupo de Química de la red **ALFA TUNING AMERICA LATINA** en el ámbito del mejoramiento de los planes de estudio académicos, investigación en la enseñanza de la química, investigación científica en líneas prioritarias identificadas por el grupo y, sobretodo, favorecer la movilidad estudiantil y de académicos, basado en el marco de las competencias y del sistema de créditos latino americano de referencia.

7

Lista de contactos del Área de Química

<p>Coordinador del Área de Química:</p> <p>México (Gustavo Pedraza Aboytes) Universidad Autónoma de Querétaro peag@uaq.mx</p>	
<p>Argentina Juana Chessa Universidad Nacional de Río Cuarto jsilber@exa.unrc.edu.ar</p>	<p>Brasil Cláudio Gouveia dos Santos Universidade Federal de Ouro Preto cauloid@gmail.com</p>
<p>Chile Gloria Cárdenas Jirón Universidad de Santiago de Chile gloria.cardenas@usach.cl</p>	<p>Colombia Cristian Blanco Tirado Universidad Industrial de Santander cris@ciencias.uis.edu.co</p>
<p>Costa Rica Gilberto Piedra Marín Universidad Nacional gilberto.piedra.marin@una.ac.cr</p>	<p>Ecuador Ximena Chiriboga Pazmiño Universidad Central del Ecuador xchiriboga@yahoo.com</p>
<p>Perú Nadia Gamboa Fuentes Pontificia Universidad Católica del Perú ngamboa@pucp.edu.pe</p>	<p>Uruguay Lucía Pastore Favotto Universidad de la República lpastore@fq.edu.uy</p>

Venezuela

Pedro Rafael Sojo Cardozo

Universidad Central de Venezuela

pedro.sojo@ciens.ucv.ve

Para mayor información sobre Tuning

Co-coordinadores Generales de Tuning

Julia González

juliamaria.gonzalez@deusto.es

Robert Wagenaar

r.wagenaar@rug.nl

Pablo Beneitone (Director)

International Tuning Academy

Universidad de Deusto

Avda. de las Universidades, 24

48007

Tel. +34 94 413 9467

España

pablo.beneitone@deusto.es

Cofinanciado por

