

Proyecto Educativo de Programa

PEP

Pregrado en Química



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

FECHA DE ACTUALIZACIÓN

NOVIEMBRE 2021 • Medellín



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

FECHA DE
ACTUALIZACIÓN
NOVIEMBRE DE
2021 · Medellín

DOCUMENTO PARA LA DISCUSIÓN



PROYECTO EDUCATIVO DE PROGRAMA -PEP Química

Adriana Echavarría Isaza

Decano

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales | Universidad de Antioquia

Juan Felipe Rodríguez Berrío

Vicedecano

Juan Carlos Muñoz Acevedo

Director Instituto de Química

César Augusto Pérez Zapata

Coordinador Programa de Química

2021



COMISIÓN DE AUTOEVALUACIÓN

Gloria Esperanza Moyano

Coordinadora de la Comisión

Juan Carlos Muñoz Acevedo

Director Instituto de Química

César Augusto Pérez Zapata

Coordinador de Pregrado en Química

María Victoria Alzate Cano

Profesora Titular

Marisol Acevedo Zuluaga

Profesora Ocasional

Javier Silva Agredo

Profesor Ocasional

Wilson Andrés Castrillón

Representante de Egresados

Sandra Catalina Hoyos Orozco

Representante de Estudiantes

Mónica María Cardona Ríos

Tecnóloga Química

Personal administrativo





SUBCOMISIÓN DE APOYO CAPITULO 4, SECCIÓN 4.2, 4.3

Santiago Mesa Espinal

Profesor Ocasional

Julián Zapata Ochoa

Profesor Asistente

DOCUMENTO PARA LA DISCUSIÓN



PRESENTACIÓN

El Proyecto Educativo del Programa (PEP) es una guía sintética del programa académico de Pregrado en Química, ofrecido por la Universidad de Antioquia en el Instituto de Química, adscrito a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), en la ciudad de Medellín.

El PEP se concibe como un escrito de construcción colectiva y permanente alrededor de los objetivos, misión y visión del programa. Es un documento que muestra la evolución de este, sus fundamentos normativos, conceptuales y pedagógicos; las relaciones con los entornos institucional, académico y social, en los ámbitos regional, nacional e internacional. También, es un elemento orientador de la reflexión para la autoevaluación y la formulación de propuestas de cambio, para responder a nuevos retos y demandas de la ciencia, la pedagogía y la sociedad.

La presente versión del PEP, primer documento del programa de Pregrado en Química con esta denominación y como construcción colectiva con la participación de los profesores en las áreas académicas y en el comité de autoevaluación, avanza y se estructura con el reconocimiento y los aportes de tres experiencias anteriores: el Documento Rector de la Transformación Curricular de la FCEN (2013, versión 3) y las contribuciones que le acompañan en relación con los aspectos pedagógicos y didácticos, utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en la docencia, evaluación de los procesos formativos, cultura académica, cátedra universitaria, plan de acompañamiento permanente (PAP) y currículo y gestión tecnológica; y, dos Documentos Maestro del Programa de Química, emitidos en los años 2012 y 2014 respectivamente, y preparados para orientar la segunda transformación curricular del programa 2012-2014, y para el logro del Registro Calificado en el año 2018.

El PEP condensa los conceptos, marcos de referencia y principios que rigen el desarrollo del programa de pregrado en Química de la Universidad de Antioquia. Incluye una reseña histórica del programa, sus bases conceptuales, normativas y pedagógicas, la pertinencia del programa, los perfiles de aspirante y egresado y la relación con once programas de pregrado en Química en Colombia y de quince en países de diferentes continentes (Brasil, Chile, México, Estados Unidos, Inglaterra, Suiza, Alemania, Francia, Sur África, Australia, Nueva Zelanda, Singapur, Hong Kong). También presenta la organización curricular, los fundamentos pedagógicos y epistemológicos, la estructura administrativa del Instituto de Química, los recursos físicos, las actividades de investigación, extensión, el cuerpo profesoral y la autoevaluación y evaluación del programa.



CONTENIDO

1 IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA	9
2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL PROGRAMA Y TRADICIÓN	10
2.1 Historia del programa	10
2.2 Cambios en las estructuras curriculares y administrativas	14
2.3 Objetivo del programa	24
2.4 Perfil de egreso	24
3 ENFOQUE CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL DEL PROGRAMA	24
3.1 Concepciones teóricas que orientan el ejercicio de la profesión	24
3.2 Pertinencia social y científica	31
3.3 Tendencias en el desarrollo de la disciplina	35
3.4 Comparativo con programas afines a nivel nacional e internacional	39
3.5 Rasgos distintivos de programa	46
3.6 Perfiles	47
3.6.1 Perfil del egresado	47
3.6.2 Perfil y evaluación de los docentes	47
3.7 Coherencia del programa con los principios institucionales	52
3.8 Resultados de aprendizaje	54
4 COMPONENTES PEDAGÓGICOS Y CURRICULARES	56
4.1 Componentes pedagógicos	56
4.1.1 Concepción de enseñanza y aprendizaje: fundamentación pedagógica	56



4.1.2	Modalidad y métodos docentes. Didácticas	61
4.1.3	Evaluación de los aprendizajes	63
4.2	Componentes curriculares	65
4.2.1	Organización de los contenidos curriculares	65
4.2.2	Plan de estudios expresado en créditos	69
4.2.3	Estrategias para el desarrollo de los principios curriculares	75
4.2.4	Estrategias materiales para el desarrollo de los principios curriculares	78
4.2.5	Uso de TIC para el desarrollo de los contenidos curriculares	80
4.2.6	Investigación formativa	81
4.2.7	Extensión, prácticas y proyección social	82
4.2.8	Gestión del currículo	85
5 EVALUACIÓN Y AUTOEVALUACIÓN		90
5.1	Los procesos de evaluación	90
5.2	Los procesos de autoevaluación	96
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		99

DOCUMENTO PARA LA DISCUSIÓN



1. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

Fechas de actualización del PEP: noviembre de 2021

INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN

Institución: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Institución acreditada Si No

Carácter Académico: UNIVERSIDAD

Ciudad/sede: Medellín/Ciudad Universitaria

INFORMACIÓN DEL PROGRAMA

Nombre del Programa: Química

Título que otorga: Químico

Área de conocimiento: Ciencias Exactas y Naturales

Núcleo básico de conocimiento: Química

Unidad Académica a la que está adscrito el Programa: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Química

Norma interna de creación**:

Año de creación del programa: 1965

Nº Semestres del programa: 10

Nº de créditos que establece el plan de estudios: 170

Nº Promociones:

Nº. de egresados: 582

Resolución registro calificado Nro.: 07781 de mayo 10 de 2018

Fecha de la última renovación: diciembre 22 de 2016

Vigencia: 6 años



Normas internas que rigen el programa.

- **Resolución 186 de febrero 8 de 1965**, por la cual se otorga la licencia de funcionamiento por parte del MEN al programa de Licenciatura en Química.
- **Resolución ICFES 1494 de abril 2 de 1975**, por la cual se cambia la denominación de programa de Licenciatura en Química por Química.
- **Resolución ICFES 1494 de abril 2 de 1975**, por la cual se cambia la denominación de programa de Licenciatura en Química por Química.
- **Acuerdo de Facultad 119 de junio 19 de 2013 (versión 6)**, por el cual se aprueba el plan de estudios de 170 créditos de acuerdo con el proceso de la segunda transformación curricular.
- **Acuerdo de Facultad 132 de marzo 26 de 2014 (versión 6)**, por el cual se aprueba el plan de estudios con ajustes al Acuerdo de Facultad 119 de 2013.
- **Acuerdo de Facultad 178 de septiembre 04 de 2017(versión 7)**, por el cual se aprueba el plan de estudios con modificaciones a la versión 6.
- **Acuerdo 1 de febrero 15 de 1981**, por el cual se expide el Reglamento Estudiantil y de Normas Académicas.
- **Acuerdo Superior 458**, por el cual se modifican los artículos 20, 45 y 64 del Acuerdo Superior 01 de 1981, Reglamento Estudiantil y de Normas Académicas.
- **Acuerdo Superior 459**, por el cual se adecua la normativa universitaria contenida en el Reglamento Estudiantil de Pregrado, a la Ley 527 de 1999, para la expedición de diplomas y actas con firma digital.
- **Acuerdo Superior 083 del 22 de julio de 1996**, por el cual se expide el Estatuto Profesoral de la Universidad de Antioquia.
- **Acuerdo Superior 253 del 18 de febrero de 2003**, por el cual se expide el Estatuto del Profesor de Cátedra y Ocasional.

Normas externas que rigen el programa:

- **La ley 53 del 18 de diciembre de 1975**, por la cual se reconoce la profesión de Químico.
- **Decreto 2616 del 8 de septiembre de 1982**, por el cual se reglamenta el ejercicio profesional del químico en el país.
- **La Ley 30 del 28 de diciembre de 1992**, establece: que le compete al Estado velar por la calidad y ejercer la vigilancia de la educación superior.
- **Resolución 2769 del 13 de noviembre de 2003**, por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de pregrado en Ciencias Exactas y Naturales.
- **La Constitución Nacional de 1991**, en la que se asume la educación como un derecho fundamental de todas las personas con nacionalidad colombiana, con el fin de posibilitar el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica y a los demás bienes de la cultura. Al respecto, le corresponde al Estado regular, vigilar e inspeccionar el sistema educativo, para que éste cumpla con los propósitos establecidos y brinde una formación de calidad.
- **Acreditación del programa**, Resolución 2951 del 28 de noviembre de 2001 del Ministerio de Educación Nacional por 5 años.
- **Primera reacreditación del programa**, Resolución 1573 del 26 de marzo de 2008 del Ministerio de Educación Nacional por un período de 6 años.
- **Segunda reacreditación del programa**, Resolución 23755 de diciembre de 2016 del Ministerio de Educación Nacional por un periodo de 6 años.

Ampliación de lugar de desarrollo: No cumple



2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL PROGRAMA Y TRADICIÓN

2.1 Historia del programa

El devenir del programa de Química se enmarca en el desarrollo de procesos que entrelazan hechos en el contexto de cambios y complejidades sociopolíticas y económicas de desarrollo del país, de la Universidad de Antioquia y de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, en particular, los relativos al desarrollo científico, tecnológico, innovador y educativo en el marco de la política pública para la educación superior.

La Universidad de Antioquia en 1960 se instala en el proyecto de construcción de Ciudad Universitaria y en la constitución del Instituto de Estudios Generales en 1962, en el marco de la modernización y masificación de la educación superior, a fin de fortalecer el proceso de desarrollo científico y tecnológico nacional, una de cuyas líneas era la creación de programas de pregrado en ciencias básicas. Se ponen en marcha los departamentos de Biología, Matemáticas, Física, Química, Sociales y Humanidades.

El Departamento de Química (Acuerdo Superior xxxx), creado con la dirección del doctor Luís Pérez Medina, PhD en Química Orgánica, de modo paralelo con la prestación del servicio a los programas de Ingeniería, Medicina, Odontología y Química Farmacéutica entre otros, asume la creación del Programa “Licenciatura en Ciencias con Especialización en Química”. El Ministerio de Educación Nacional (MEN), otorga licencia de funcionamiento con duración de cuatro años, ocho semestres, y el título de Licenciado en Ciencias con Especialización en Química, mediante la Resolución N° 186 de febrero 8 de 1965.

El programa Licenciatura en Ciencias con Especialización en Química inicia con una orientación a la formación de profesionales para el desarrollo industrial y la investigación con calidad humana, científica y tecnológica, con reconocimiento del contexto regional, social, político y cultural y la proyección hacia la formación posgraduada con la intencionalidad de no depender de modelos foráneos y crear ciencia e industria en nuestro municipio y región. Inició con un currículo estructurado en asignaturas de química, matemáticas, física, biología, electivas, socio humanística y el trabajo de investigación como requisito de grado.

Producto de esta labor, la primera promoción de nueve Licenciados en “Ciencias con Especialización en Química”, tiene lugar en julio de 1968. Algunos de ellos admitidos en la planta docente del Departamento de Química y futuros posgraduados que, con otro grupo de profesores de este, fueron pioneros del recurso humano para los futuros grupos e instauración de laboratorios de investigación y la calidad académica del programa,

En el año de 1968, se inaugura la Ciudad Universitaria y el Instituto de Estudios



Generales deriva en la Facultad de Ciencias y Humanidades y posteriormente en las de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Ciencias Sociales y Ciencias Humanas, según Acuerdo No. 15 del Consejo Superior Universitario del 8 de diciembre de 1980. La facultad de ciencias exactas y naturales adopta su identidad y trasegar futuro para la formación de profesionales de pregrado y posgrado en Química, Biología, Física y Matemáticas, en el marco de la misión en docencia, investigación y proyección social. Paralelo a estos cambios estructurales curriculares y administrativos, transcurre un continuo accionar por la identidad profesional, en particular, de la formación en Química.

En la década 1965-1975, se desarrolla la fortaleza por la identidad de la profesión Química con reconocimiento del título de “Químico” y un programa de cinco años, 10 semestres, en simultánea a nivel nacional con la Reglamentación de la Profesión del Químico y su Ejercicio Profesional, cuestión decretada por el Congreso de Colombia mediante la Ley 53 de diciembre 18 de 1975 y sus Decretos Reglamentarios 2616 de 1982 y 2589 de 2006. En enero de 1975 el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), expide el Acuerdo No. 10 de enero 22 de 1975, refrendado por el MEN mediante la Resolución 1494 de abril 2 de 1975, que autoriza el cambio de denominación del título de “Licenciado en Ciencias con Especialización en Química”, por el de “Químico” y el programa denominado, “Química”, con duración de cinco años, 10 semestres.

Identidad química que inaugura el período 1980-2012 con la instauración de la primera transformación curricular, En 1982 se instala un nuevo currículo a cinco años, 202 créditos, y título de Químico, que da continuidad a la organización curricular en asignaturas teóricas y prácticas del campo disciplinario y en matemáticas, biología, física, socio humanística, en una segunda lengua y a la formación temprana en las relaciones química-sociedad-industria.

En este periodo emerge la Ley 30 de 1992 para la educación superior, la cual normatiza entre otras cuestiones, la política educativa nacional de calidad y crea el sistema nacional de acreditación, iniciando los procesos de autoevaluación y acreditación de los programas de pregrado. La universidad adopta este camino y pone en marcha el plan decenal de desarrollo Institucional y los planes de acción trianuales. De modo concomitante la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), modifica la estructura por Departamentos a la de Institutos según Acuerdo Superior 1 de 1994, y de los Comités de Carrera a Comités de Pregrado con el Acuerdo Académico 0069 de marzo 12 de 1996, a fin de poner en marcha e impulsar los procesos de autoevaluación, de actualización científica y pedagógica y el mejoramiento continuo de la calidad de los programas.

En este marco institucional y en el espíritu del primer proceso de autoevaluación para la acreditación, el Plan de estudios de Química versión 1982 se ajusta de modo interno en cuanto a nuevas asignaturas optativas, requisitos y correquisitos, según Acuerdo de Facultad 004 del 30 de julio de 1998, amparado en la Resolución del Ministerio de



Educación Nacional, 1494 del 2 de abril de 1975 y registrado con el código ICFES 120145400000500111100.

En este contexto, el programa de Química es acreditado por primera vez por un término de cinco (5) años, según Resolución número 2952 del 28 de noviembre de 2001 del MEN. Acreditación que tiene el mérito de alinear a lo largo del tiempo un repensar del programa, de sus estudiantes y egresados, de sus profesores y administrativos, de su infraestructura y calidad académica y de cuatro ajustes internos al plan de estudios, que conllevan a la autoevaluación para la primera reacreditación en el 2008 con la Resolución 1573 del 26 de marzo de 2008 del Ministerio de Educación Nacional por un período de seis (6) años.

Proceso de primera reacreditación, que, situado de modo simultáneo con los demás programas de pregrado en la FCEN, se compromete con la iniciativa de un Proceso de Transformación Curricular en el marco de la normatividad vigente, segunda transformación curricular en el programa de Química. Recorrido iniciado en el año 2007 hasta el 2013 y posteriores. El Acuerdo de Facultad 070 de noviembre 09 de 2009 establece el marco general de la Transformación Curricular y el No. 123 del 31 de julio de 2013 define el Documento Rector o Proyecto Educativo de la Facultad.

En esta perspectiva se centra la atención en la necesidad del cambio de paradigmas pedagógicos y didácticos para virar a la enseñanza y el aprendizaje como procesos de construcción de conocimiento, en la perspectiva del aprendizaje significativo y la enseñanza para la comprensión, de la evaluación no solo como proceder sumativo sino de modo esencial como proceso formativo, y adentrarse en la conceptualización de las disciplinas científicas mediante el diálogo, en torno a la estructura lógica de cada disciplina, su filosofía e historia, a fin de favorecer el reconocimiento de currículos flexibles, doble titulación y los vínculos del pregrado con los programas de posgrado, la industria y los procesos de innovación tecnológica como política institucional en marcha en la universidad, en integración y con un fuerte impulso al programa de Bienestar Universitario para mediar con las diferentes situaciones sicopedagógicas, sociales y culturales de los estudiantes.

El Documento Rector producto del diálogo y del trabajo colaborativo se constituye en fundamento guía para la elaboración del proyecto de cada programa de pregrado, que, en el caso de Química adopta el nombre de Documento Maestro (abril de 2014) y constituido en soporte del requisito formal para la renovación del Registro Calificado en este año. Ambos documentos expresan los fundamentos, de lo que, en años siguientes, se ha normatizado como los compromisos y construcción del Proyecto Educativo de Programa PEP y el Plan de Mantenimiento y Mejoramiento PMM, con la inserción de los informes de autoevaluación y de los pares académicos evaluadores del Comité Nacional de Acreditación (CNA).

Esta segunda transformación curricular del programa de química acompaña el proceso de Autoevaluación para la Segunda Reacreditación, otorgada mediante Resolución



23755 del 22 de diciembre de 2016, por un período de 6 años.

El programa de Química de la Universidad de Antioquia en sus 56 años de funcionamiento fue el único en la ciudad durante 50 años, influyendo en la creación de departamentos de química de otras universidades locales y de programas afines. Ha graduado cerca de 582 químicos y en la actualidad cuenta con 477 estudiantes matriculados, y una planta profesoral de 78 docentes, de los cuales vinculados son 45, ocasionales 10 y de cátedra 23. El instituto desarrolla, además, los programas de posgrado de Magíster y Doctorado en Ciencias Químicas, con 16 grupos de Investigación reconocidos por MinCiencias, de los cuales cinco (5) están clasificados en categoría A1, tres (3) en la (A), cuatro (4) en la (B), 2 en la (C) y dos (2) no clasificados, a los cuales se vincula la mayoría de los estudiantes para realizar su Trabajo de Grado.

En el cuadro 1 se destacan los eventos de memoria histórica curricular y administrativa del programa de Química de la Universidad de Antioquia logrados a la fecha.

2.2 Cambios en las estructuras curriculares y administrativas

El proceso de creación del programa a 4 años en 1965 evoluciona a su reconocimiento e identidad química en 1975. A partir de esta fecha se instala una ruta curricular de 5 años inscrita en la continuidad de un modelo pedagógico por asignaturas, transmisión del conocimiento y evaluación sumativa, que a la fecha cuenta con dos transformaciones curriculares, 1982 y 2013, con 202 y 170 créditos respectivamente. La versión primera del Plan de Estudios de 1982 reconstruyó el camino en cuatro oportunidades (ajustes), y la versión de 2013 la sexta, tiene a su haber la séptima versión, vigente hoy, con el mérito de sistematizar un Proyecto Educativo de Programa (PEP), el cual explicita la formación integral y el cambio del modelo pedagógico tradicional a uno que relaciona la enseñanza para la comprensión y el aprendizaje significativo, y un Plan de Mejoramiento y Mantenimiento (PMM), con base en un conjunto de fortalezas y debilidades estructuradas mediante los procesos de autoevaluación para la acreditación 2001, y de primera y segunda reacreditación en los años 2008 y 2016.

Versiones curriculares cada una sujeta a las circunstancias espaciotemporales de ajuste de requisitos, correquisitos, asignaturas electivas u otras propias del conocimiento disciplinar y/o de la segunda lengua y la formación socio humanista. Cambios y ajustes sumergidos en el devenir de las modificaciones de las normativas institucionales y la creación de nuevas normas, así como de la estructura académico-administrativa con



Cuadro 1. Eventos de memoria histórica del programa de Pregrado en Química

Evento	Documento oficial de aprobación	Fecha
Creación del programa de Licenciatura en Química	MEN Resolución N° 186 de febrero 8 de 1965	Título Duración Licenciado en 4 años Ciencias con Especialización en Química
Cambio de nombre Química	ICFES Acuerdo No.10 de enero 22 de 1975, refrendado por MEN Resolución 1494 de abril 2 de 1975.	Químico 5 años 1975
Registro SNIES: 455		
Procesos de acreditación y reacreditación	MEN Resolución 2952 de noviembre 28 de 2001	Acreditación por 5 años 2001
	MEN Resolución 1573 de marzo 26 de 2008	Reacreditación 1 por 6 años 2008
	MEN Resolución 23755 de diciembre 22 de 2016	Reacreditación 2 por 6 años 2016
		Reacreditación 3 2020 en proceso
Transformación Curricular	Creación del programa	1965
	Primera	1982
	Segunda	2013
	Acuerdos de Facultad	2013
	119 de 2013; 132 de 2014; 178 de 2017	2014 2017
Registro calificado 202 créditos	MEN Resolución 6241 de septiembre 24 de 2008	2008
	MEN Resolución 16418 de noviembre 18 de 2013	Modificación del Registro 2013
	MEN Resolución 11055 de julio 14 de 2014	2014
	MEN Resolución 07781 de mayo 10 de 2018	Renovación del Registro calificado por 7 años 2018
Reestructuración administrativa-académica	Instituto de Estudios Generales, Departamentos, Sesiones, Grupos de	1964-1967



	Investigación	
	FCH, Departamentos, Sesiones, Grupos de Investigación	1968
Acuerdo 15 del Consejo Superior de diciembre 8 de 1980	FCEN, Departamentos, Comité de Currículo Comités de Carrera, Sesiones, Grupos de Investigación	1980
Acuerdo Académico 9 de agosto 13 de 1982		
Acuerdo Académico 0069 de marzo 12 de 1996	FCEN, Institutos, Comité de Currículo, Comités de Pregrado, Sesiones, Posgrados, Centro de Investigaciones y Centro de Extensión	1994
Acuerdo de Facultad 191, marzo 16 de 2017	FCEN, Institutos, Comité de Currículo, Comités de Pregrado, Áreas Académicas, Centro de Investigaciones y Centro de Extensión	2017
Número de químicos graduados	582	1969-2021

origen en el Instituto de Estudios Generales-Departamentos-Sesiones (1962), Facultad de Ciencias y Humanidades-Departamentos-Sesiones (1968); Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Departamentos-Sesiones-Comité de Currículo-Comités de Carrera (1980); Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Departamentos-Sesiones-Comité de Currículo-Comités de Carrera, Posgrados, Centro de Investigaciones, Centro de Extensión (1994); Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Institutos-Sesiones-Comité de Currículo-Comités de Pregrado, Posgrados, Centro de Investigaciones, Centro de Extensión (1998); Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Institutos-Áreas-Comité de Currículo-Comités de Pregrado, Comité de Calidad, Posgrados, Centro de Investigaciones, Centro de Extensión, Programa de Bienestar Universitario (2017).

En este marco se hace referencia a tres períodos centrales que se entremezclan y demarcan acciones modulares de construcción, avances y diferenciación del camino de 56 años a la fecha, edificado por el Pregrado de Química: 1965-1980, 1981-2012, 2013-2021. Estos períodos comparten el propósito de una formación para contribuir al desarrollo científico, tecnológico e innovador: Formar profesionales íntegros, de competente calidad humana, científica y tecnológica, con reconocimiento del contexto regional, social, político y cultural y la proyección hacia la formación posgraduada con la intencionalidad de no depender de modelos foráneos y crear ciencia e industria en nuestro municipio, región y país.



Transformaciones curriculares

Primera versión del currículo

El currículo de la “Licenciatura en Ciencias con Especialización en Química” vigente en el período 1965-1980, se inscribe en un modelo pedagógico por asignaturas, transmisión del conocimiento y evaluación sumativa, mediante un conjunto de asignaturas teóricas y prácticas del campo disciplinar, acorde con la estructura académico administrativa del departamento de química por secciones: química general, orgánica, analítica, inorgánica y fisicoquímica, como también cursos de matemáticas y física, uno de biología, electivos, socio humanísticos y el trabajo de investigación como requisito de grado.

Primera transformación curricular. Segunda a quinta versión del currículo 1981-2012

El programa de Química cambió a cinco años, título de Químico y una primera transformación curricular es llevada a cabo, 1981-2012. En 1982, un nuevo currículo es vigente con 202 créditos, que da continuidad a la organización curricular en asignaturas teóricas y prácticas y a un proceso de enseñanza y aprendizaje como transmisión y recepción. Enfatiza e invita a una enseñanza de la Química alejada del empirismo (el laboratorio como receta), del cálculo estequiométrico como habilidad matemática, y con una mayor relevancia de la integración teoría-experimentación y del pensamiento en torno a la estructura molecular y atómica y sus correlaciones con la espectroscopía, el análisis y la síntesis química.

Este currículo estableció entre sus metas, potenciar:

- Un impulso definitivo al componente de la formación disciplinar. Traducido en una nueva estructura curricular que dejaba atrás la denominación clásica de Química General y crea las asignaturas de Soluciones y Estequiometría, Estructura y Enlace Químico, Técnicas de Laboratorio Químico, Cinética y Separaciones Químicas; amplía los contenidos profesionalizantes a Química Analítica I y II, Química orgánica I, II, III, Fisicoquímica I y II, Análisis Instrumental I y II, Cuántica I y II, Análisis Orgánico, Síntesis Orgánica, y se implantan nuevos cursos como Bioquímica, Productos Naturales, Química Ambiental, Química del Carbón, Síntesis en Química Inorgánica y Catálisis, Literatura Química y Química Industrial, y la investigación en química se apropia como grupos de investigación, que amplían las opciones y potencian el desarrollo del trabajo de grado y la posibilidad de estudios de posgrado para los recién egresados.
- La formación temprana en las relaciones química-sociedad-industria, puesta en acción con la creación de la asignatura Química y Sociedad en el primer semestre del plan de estudios, y la mira en el futuro vínculo industrial con La instauración de los cursos de Química Industrial y de Administración.
- La formación en matemáticas con dos asignaturas básicas y tres de cálculo y en física tres niveles I, II, III con su respectivo laboratorio.



- Una mejor integración con las necesidades del país en el campo científico y tecnológico mediante la proyección social a través de la investigación y la prestación de servicios a la comunidad como el análisis químico de materiales industriales y comerciales entre otros.
- Una formación socio humanística más sólida del egresado, como guía y fuerza motora de sus realizaciones futuras y hacia el análisis más cercano a lo real de las necesidades de la sociedad, que lo orientara en la detección, análisis y proyección de soluciones de hechos relacionados con la realidad científica, tecnológica y social.
- La formación en español e inglés como una segunda lengua y en el área de sociales, se incorporan con la estructura general de la universidad desde las facultades de sociales, humanidades y comunicaciones, para atender el servicio a todos los programas de pregrado mediante la impartición de asignaturas en niveles 1, 2, 3.

El currículo establecido en 1982, en un proceso continuo de adaptaciones y ajustes, tanto académicos como de la estructura administrativa de la facultad y del instituto, enfrenta el proceso de acreditación y primera y segunda reacreditación, en paralelo con la apertura a la explicitación y construcción de una sistemática acerca de la atención y permanente preocupación por la permanencia, el rendimiento académico, la graduación de los estudiantes, y la necesidad de cambios en los modos de la enseñanza y el aprendizaje de la química, la biología, la física y las matemáticas, a fin de favorecer procesos pedagógicos y didácticos para el aprendizaje significativo, acordes con las transformaciones renovadoras de la época, los avances del desarrollo de la ciencia química, la espectroscopía y la síntesis, de los nuevos materiales, de la química cuántica y computacional, y la entrada y apropiación del mundo digital con las tecnologías de la información y la comunicación TIC.

Segunda transformación curricular. Sexta y séptima versión del currículo 2013-2021

La segunda transformación curricular surge enraizada en la dinámica antes enunciada y en las recomendaciones de los pares del CNA, reconociendo las fortalezas y debilidades planteadas y la necesidad de visualizar para estas soluciones pertinentes y viables. Debilidades para los programas de pregrado de la facultad y asumidas para el de Química, entre otras, en relación con:

- La conformación y consolidación de la comunidad académica.
- El nivel académico de los estudiantes al ingresar al programa.
- La deserción y mortalidad académica estudiantil.
- La permanencia y graduación de los estudiantes en el programa de química.
- La lectoescritura para profesores y estudiantes (fundamental para promover y mejorar la comprensión del conocimiento científico y utilizar este en la solución de problemas y en la consolidación del aprendizaje).



- Los nuevos paradigmas, constructivista y formación integral, de la didáctica de las ciencias naturales y las matemáticas y la evaluación de la enseñanza y el aprendizaje.
- La evaluación de los docentes (revisar y reestructurar la evaluación del momento con propósitos formativos).
- La flexibilidad, integralidad e interdisciplinariedad de los programas.
- El Programa de Bienestar Universitario para los estudiantes de la Facultad.
- La relación e integración con los egresados.
- La relación e integración con los empleadores.

El nuevo currículo del programa de química se estructura de una manera integral, diferencial e interdisciplinaria: macro, meso y microcurricular. Esta última organizada en tres ciclos: fundamentación, profesionalización y profundización y los contenidos diferenciados en conceptuales, procedimentales y actitudinales, en una ordenación por asignaturas con requisitos y correquisitos, en la perspectiva del aprendizaje significativo y la enseñanza para la comprensión, y la evaluación no solo como sumativa, sino con énfasis en los procesos formativos, a las relaciones y claridades de la conceptualización en química entre los niveles molar, molecular y eléctrico, a la integración teoría y experimentación como totalidad conceptual, práctica y actitudinal para los cursos del nivel de fundamentación y profesionalización. Se crea el curso Fundamentación en Ciencias, que reúne en el primer nivel del ciclo de fundamentación, a todos los estudiantes de la facultad como integración y aproximación a las disciplinas científicas básicas (Astronomía, Biología, Física y Química) y a las Matemáticas, partiendo de un conjunto seleccionado de preguntas fundamentales: ¿qué somos? ¿dónde estamos? ¿de dónde venimos? ¿para dónde vamos? Español y sociales se integran en la Cátedra Universitaria, desarrollada de modo transversal a lo largo de siete niveles distribuidos del primero al décimo nivel.

La nueva mirada didáctica orienta la decisión a la versión 6 del currículo a cinco años, 10 semestres, 170 créditos, Acuerdos de Facultad 119 de 2013 y 132 de 2014, ajustado a versión 7 con el Acuerdo de Facultad 178 de 2017, dada la inclusión de la renovación del programa de inglés en la universidad en la nueva modalidad, Programa Institucional de Formación en Lengua Extranjera (PIFLE).

El nuevo plan de estudios con 170 créditos configura tres ciclos de formación y tres clases de contenidos, en un proceso de diálogo interdisciplinario con los institutos de Biología, Física y Matemáticas, a raíz de la estructuración de contenidos de modo integral, flexible y acorde con el nuevo número de créditos para cada asignatura, menor para todos los casos, y las intencionalidades de modificación de las metodologías de la enseñanza y del aprendizaje, en particular para los cursos del ciclo de fundamentación, en los cuales se organiza el espacio educativo en Química, como una integración triple de teoría-práctica-asesoría, retomando los nombres de Química I, II y III; Matemáticas Básicas como una dupla teoría-asesoría y avanza a Matemáticas I, II, III ; y en Física se



adopta la modalidad de tres cursos teóricos Física I, II, III, y al cumplir los requisitos de esta formación, un curso experimental que integra un conjunto de prácticas para poner en acción los conocimientos teóricos.

El ciclo de profesionalización reorganiza y adapta química analítica, inorgánica y orgánica con tres niveles I, II, III; fisicoquímica con tres asignaturas: fisicoquímica, química cuántica y estructura molecular; un curso de bioquímica; otro de gestión y administración empresarial y algunas electivas inscritas en un área de la química. El ciclo de profundización dispone de varias asignaturas en calidad de electivas, dirigida cada una por el grupo de investigación proponente y cierra con el trabajo de grado abierto a cinco líneas formativas: investigación, monografía, práctica educativa investigativa, pasantía y práctica industrial. El ciclo de profundización amplía la ruta a los vínculos con los estudios de posgrado y a aquellas otras perspectivas de vida profesional en los campos de la industria, los servicios, la educación, entre otras.

En este proceso de cambio, se crea el “Proyecto de Acompañamiento Permanente” PAP, se abre e instala el programa de Bienestar Universitario con oficina propia, coordinación y un grupo de practicantes de los programas de Sociología y Psicología, así como el apoyo de un reducido grupo de profesores adscritos a los institutos. Programa que, en sus seis años de funcionamiento, ha logrado establecer una programación permanente de atención psicopedagógica, de talleres en matemáticas y de diferentes actividades culturales y recreativas, con el propósito de allanar el camino de la permanencia estudiantil y la graduación, y contribuir a la disminución de la repitencia y deserción en los cursos de matemáticas, principalmente, en el primero y segundo nivel.

La puesta en acción de este nuevo currículo nutre el proceso de la segunda reacreditación del programa de Química, el diálogo profesoral y la predominancia de la estructura académico-administrativa por secciones, modificadas estas a áreas académicas según Acuerdo de FCEN No. 191 de marzo 16 de 2017, a modo de coherencia con la nueva realidad creada por la transformación curricular de los pregrados de la facultad, los procesos de regulación y autorregulación de la autoevaluación y la reacreditación, de hacer realidad las recomendaciones de los pares evaluadores del CNA y de la implementación del plan de mejoramiento. Las áreas académicas con los nombres tradicionales se designan en Química: Área de Analítica, Área de Fisicoquímica, Área de Orgánica y Bioquímica, Área de Inorgánica, y se modifica la de Química General por Área Básica, y tienen las siguientes funciones (Ver anexo 1):

- Participación en actividades de gestión curricular de pregrado y posgrado, y en la ejecución de los planes de mejoramiento en la dependencia.
- Acordar los contenidos de los cursos del área de forma tal que estén acorde con la estructura lógica de la disciplina en articulación con las otras áreas del conocimiento; además, definir, estructurar e implementar las prácticas experimentales de laboratorio y de campo que sean pertinentes.



- Buscar el mejoramiento permanente de las metodologías de enseñanza-aprendizaje y de evaluación a los estudiantes.
- Presentar a la Dirección de Instituto, según corresponda, propuestas relacionadas con los temas de bioseguridad, seguridad química y salud ocupacional.
- Proponer el diseño y montaje de cursos nuevos propios del área.
- Asignación de los cursos del área a los diferentes profesores.

Las anteriores funciones, además de las consideraciones a ser tenidas en cuenta en el diseño de los microcurrículos respecto a los conceptos, experiencias y representaciones previas de los estudiantes y su evolución, denotan los compromisos académicos y pedagógicos a ser asumidos por los docentes en las Áreas y deben concretarse y explicitarse en función de la formación integral, del crecimiento conceptual, procedimental, actitudinal, investigativo e innovador de los estudiantes, la superación de las debilidades, el afianzamiento de las fortalezas y la creación de nuevas perspectivas y acciones para el mundo del hoy y del mañana como se anota en la segunda reacreditación. Un mundo cambiante rápidamente en la movilidad de las incertidumbres y complejidades, el desarrollo sustentable y los avances en la tecnociencia, el cambio climático, el posicionamiento de nuestros territorios locales, regionales, nacional y de globalización, ricos en la diversidad cultural y en la interculturalidad, en los recursos naturales, en las posibilidades de la transformación sociocultural construyendo paz con justicia social y ambiental.

El cuadro 2 esquematiza la evolución del plan de estudios del programa de Química, ligado a los cambios en la estructura académico-administrativa, desde su fundación hasta la actualidad. El diagrama evolutivo considera los referentes temporales, normativo, de organización de contenidos y académico administrativo. Se resaltan transformaciones curriculares integrales en los años 1980 y 2012. Los detalles de esos cambios curriculares y su sustento se amplían en secciones posteriores de este documento. También se detalla el cambio hacia el año 2030, proceso de cuarta reacreditación, para el cual estará vigente la normatividad para el nuevo modelo de acreditación y de registro calificado, con énfasis en resultados de aprendizaje, según Decreto 1330 de julio 25 de 2019, del Acuerdo 02 de julio 11 de 2020 del CESU, y del Acuerdo Académico 583 del 22 de julio de 2021 y su documento anexo "Política Institucional de Procesos y Resultados de Aprendizaje -PPRA-. Proceso antecedido por la renovación del Registro Calificado en el año 2025, tramite también regido por el decreto y los acuerdos antes mencionados.

La gestión y organización curricular

La gestión curricular del programa en Química de la UdeA como la de los demás pregrados de la FCEN, está dirigida desde el consejo de facultad (integrado por decano, vicedecano y directores de instituto) en coordinación con el comité de currículo (integrado por el vicedecano y coordinadores de pregrado), desde donde emanan las directrices centrales para la gestión curricular y su puesta en acción en los respectivos



consejos de instituto y comités de pregrado, organismos estos que desarrollan sus actividades, apoyados en las áreas académicas definidas en cada instituto, integradas por grupos de profesores quienes actúan como diseñadores, proponentes y actuantes en las asignaturas adscritas al área, participantes en grupos de investigación y en las actividades de extensión.

Es así como el comité de pregrado, integrado por el coordinador de pregrado y los coordinadores de cinco áreas académicas constituidas: química básica, química analítica, química orgánica y bioquímica, química inorgánica y la de fisicoquímica, es el organismo responsable de la coordinación y control del desarrollo de las estrategias para el diseño, acompañamiento, seguimiento, evaluación, retroalimentación, cambio y evolución del currículo, del plan de estudios y de las actividades académicas del programa en pro de la formación integral de los estudiantes.

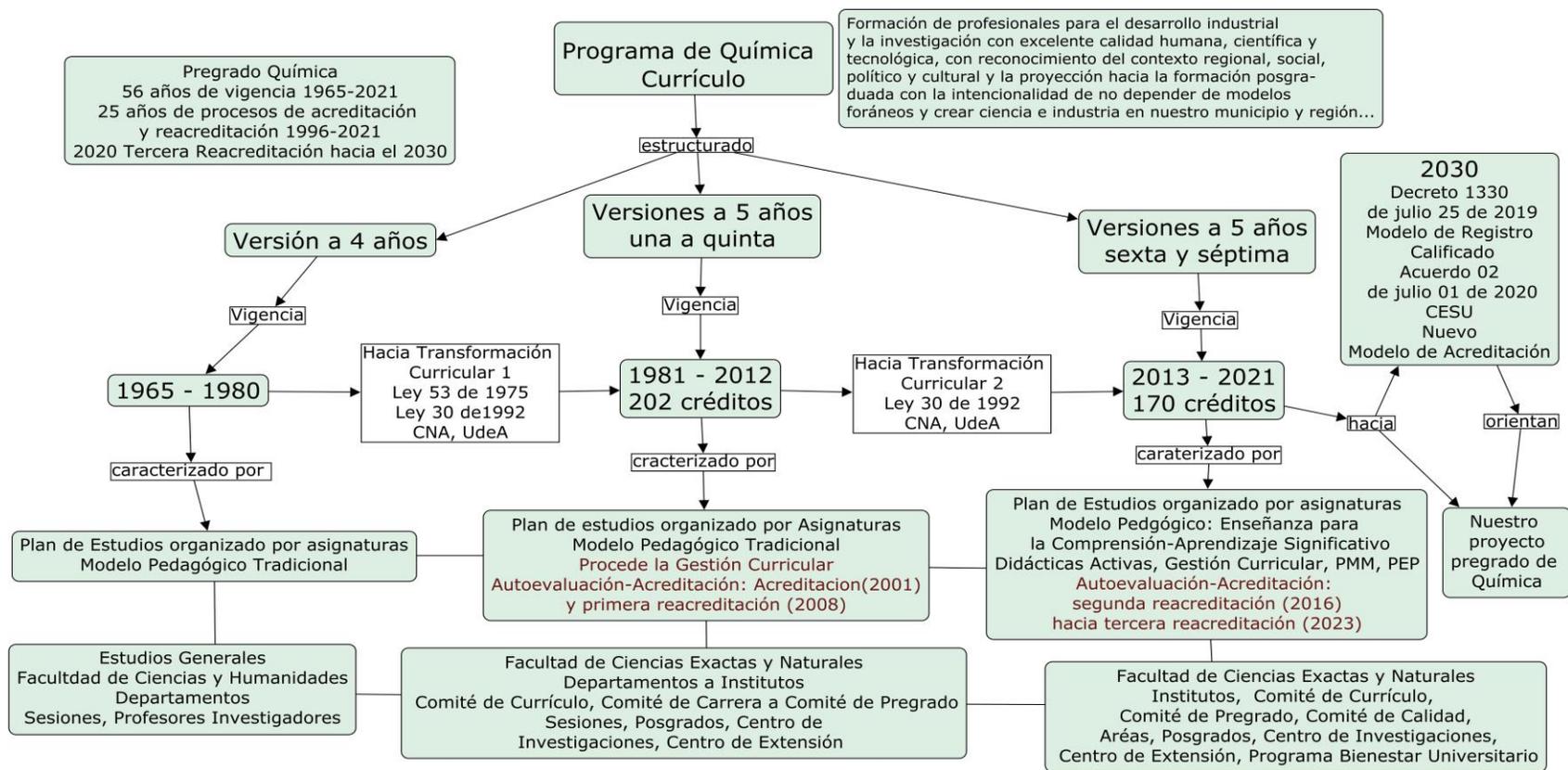
El área académica y en ella cada profesor ejerce funciones como: estructurar los ciclos de fundamentación, profesionalización y profundización; diseñar, planificar y poner en acción en el aula física y/o virtual, las actividades curriculares propias para el aprendizaje de los estudiantes, de acuerdo con los principios del modelo de currículo integrado; diseñar, revisar e impartir los planes de asignatura; diseñar situaciones problema, actividades de investigación formativa y seleccionar el uso de herramientas TIC para favorecer la comprensión del conocimiento químico y su aprendizaje significativo; planear y evaluar el proceso de aprendizaje significativo de los estudiantes; elaborar y organizar textos y demás materiales didácticos para las asignaturas de la respectiva área.

El área académica mediante el diálogo establece consensos y acuerdos que son tramitados en el comité de pregrado, consejo de instituto, comité de currículo y consejo de facultad, y también según el caso, son coordinadas y apoyadas por otros organismos en calidad de comités asesores adscritos al consejo de facultad, a la vicedecanatura y al consejo de instituto como son: comité de calidad y autoevaluación de la facultad, comité de autoevaluación de cada programa, oficina de bienestar universitario de la facultad, comité de prácticas y comité de relaciones internacionales.

Por otra parte, el plan de estudios versión 7, con 170 créditos distribuidos en 10 semestres, está estructurado en tres ciclos de formación: fundamentación, profesionalización y profundización. El ciclo de fundamentación compromete un grupo de asignaturas en química, matemáticas, física y biología, correspondiente al 32% de los créditos; el ciclo de profesionalización organiza otro grupo de asignaturas en química y bioquímica con el 31% de los créditos; y el ciclo de profundización con el 25% de los créditos establece un conjunto de asignaturas electivas que definen las líneas de énfasis y el trabajo de grado. Un cuarto espacio formativo, 12% de los créditos, corresponde al área de socio humanísticas, cátedra universitaria, y la formación en una segunda lengua, el inglés.



Cuadro 2. Evolución del plan de estudios del programa de Pregrado en Química



Nota. Elaborado por María Victoria Alzate C



2.3 Objetivo del Programa

Formar profesionales químicos competentes para proponer, innovar, gestionar y ejecutar proyectos enmarcados en la actividad investigativa, industrial y docente, que contribuyan a la identificación y solución de problemas del entorno y a la preservación del medio ambiente; con principios éticos y aptitudes para el trabajo inter y transdisciplinario y la toma de decisiones con fundamentos científicos y tecnológicos.

2.4 Perfil de egreso

El químico de la Universidad de Antioquia es un profesional de pregrado capaz de integrar conocimientos y tecnologías en proyectos relacionados con el estudio de las sustancias, sus transformaciones y aplicaciones. Está en capacidad de acceder a programas de posgrado con el fin de formarse como investigador y docente universitario. Puede desempeñarse en: procesos de generación, transferencia y aplicación de conocimientos para el avance científico, tecnológico o académico en el área de la química, administración de laboratorios dedicados a la producción, el análisis químico, el control de la calidad y docencia en su área de conocimiento.

3. ENFOQUE CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL DEL PROGRAMA

3.1 Concepciones teóricas que orientan el ejercicio de la profesión

La perspectiva filosófica y epistémica de los aspectos curriculares se presenta a continuación de modo breve con respecto a algunos elementos de la fundamentación teórica, práctica, metodológica y socio cultural del programa de química. Se detallan algunas ideas sobre el conocimiento científico y las tecnociencias; la química moderna, sus revoluciones y las especies químicas; la química crea y transforma sustancias y actúa socialmente por y para un mundo sustentable.

Ideas que son orientadoras de la estructuración de contenidos teóricos, procedimentales y actitudinales de las asignaturas de química y aún en la definición de varios nombres de ellas, como es costumbre en química a nivel nacional e internacional; asimiladas por los profesores a lo largo de sus trayectorias formativa e investigativa, de resolución de problemas, de enseñanza y en la interacción social en congresos, con otros grupos especializados u otros donde la química es campo de acción. Caracterizar, transformar, sintetizar y modelar sustancias, constituyen cuatro delineamientos del presente químico, contruidos durante un poco más de trescientos años de química moderna que conllevan la creación y recreación de conceptos, teorías, instrumentos, lenguaje y metodologías experimentales, disciplinas y subdisciplinas que, en cada contexto, toman forma, se adaptan y nutren los diseños de los contenidos de los diversos cursos teóricos y prácticos en perspectiva de las sustancias (molar), de las moléculas (molecular), de núcleos y electrones (eléctrica).



Conocimiento científico y las tecnociencias

El conocimiento es una construcción humana, producto de diversas actividades intelectuales y prácticas del hombre, el conocimiento científico es un producto humano localizado en el espacio y el tiempo en un territorio. Ha evolucionado en el trasegar del desarrollo y posicionamiento de las diversas sociedades desde la antigüedad hasta el presente y continuará en las posibilidades de la dialéctica de la finitud y la infinitud del mundo y del planeta tierra, y de su utilización y aplicación en los diversos períodos del pasado y los contextos socioeconómicos, culturales y políticos del presente y futuro en función de determinadas metas, propósitos e intereses de la pluralidad y diversidad de los grupos sociales.

La humanidad, grupos de científicos y diversos actores sociales han vivido diversos momentos revolucionarios que han transformado las formas de crear conocimiento y de intervenir el mundo. Para solo mencionar las últimas cuatro centenas de años, los siglos XVII y XVIII significaron la instauración de las denominadas ciencias experimentales modernas y la revolución industrial del siglo XVIII, prolongando sus desarrollos y nuevas creaciones con las grandes transformaciones científicas del siglo XIX y de las primeras décadas del XX, como la teoría de la evolución natural de Darwin, la creación de la tabla periódica y la radiactividad, la redefinición de la leyes de Mendel sobre la genética, la postulación de la mecánica cuántica y de la teoría de la relatividad, las teorías del enlace químico y las moléculas, la química sintética y nuclear. Todas ellas y otras más han implicado cambios radicales en las teorías, las metodologías de investigación y la instrumentación, en los progresos tecnológicos y en las interacciones ciencia sociedad.

A partir de los años 30 del siglo XX se instauró una nueva revolución, la tecnocientífica, proyectando formas totalmente nuevas de construir y aplicar el conocimiento y de manipular los fenómenos naturales y sociales. Se imponen las alianzas y el trabajo coordinado de equipos de científicos, tecnólogos, innovadores, administradores y gestores de un país y entre países. Además, el interés en la producción del conocimiento y de los cambios tecnológicos, adquiere alta relevancia en el alcance de otros objetivos de naturaleza económica, política y militar.

Desde la segunda mitad del siglo XX, el quehacer tecnocientífico concibe, planea y ejecuta secuencias de proyectos y megaproyectos, la computación y la informática se incorporan a todos los ámbitos tecnológicos, científicos e innovadores, a la industria, los servicios, la administración y la gestión. Emergen sistemas de investigación como los nuevos materiales, nanotecnología y el crecimiento exponencial de nuevas sustancias, la red satelital, robótica, biotecnología, ingeniería genética, neurociencia, la química verde y sustentable entre otros, impactan altamente la sociedad, la cultura y el medio ambiente.

La simplicidad y el individualismo, el absolutismo y el reduccionismo en los diversos campos del conocimiento han quedado atrás, sus fronteras se resquebrajan y se crean



zonas híbridas. La complejidad y la relacionabilidad intrínseca y extrínseca a cada disciplina científica se abren paso y diferentes líneas de intersección se cruzan expresándose la inter y la transdisciplinariedad, diferentes temas, problemas y perspectivas son compartidas, y lo que llamamos realidad no se define, lee, interpreta, representa y transforma de un modo sino de muchos modos no excluyentes. A decir de Bermejo (2008), complejidad y pluralidad se imponen como categorías hermenéuticas de la experiencia del mundo y transversalidad como actitud metodológica necesaria para pensar la ciencia desde sus fronteras y en las fronteras de la ciencia.

La química moderna, sus revoluciones y las especies químicas

La química moderna se ha erigido como una disciplina científica con gran importancia histórica, filosófica, social y cultural, que plantea una diversidad de problemas relacionados con su desarrollo histórico; sus objetivos, su diversificación en subdisciplinas, su quehacer científico y su ética; su impacto en la sociedad y en la cultura; con la naturaleza de su conocimiento y las relaciones con otros saberes científicos; su enseñanza, su aprendizaje y sus consecuencias en la constitución de la cultura científica, tecnológica e innovadora que es indispensable promover para formar en la ciudadanía democrática, participativa y responsable con la sociedad y los ecosistemas, y en particular, que los profesores de química entiendan la naturaleza de la ciencia, de la química en específico y su evolución, sus virtudes y su gran potencial para el desarrollo económico, cultural, social y para la preservación del planeta con un direccionamiento adecuado de la investigación científica, la innovación y sus aplicaciones de acuerdo con fines, valores e intereses que sean consensuados entre diferentes grupos sociales. Y que también comprendan los límites de la ciencia y de la química, los riesgos de su aplicación y las diferentes alternativas de solución a las problemáticas tratadas.

Las grandes transformaciones revolucionarias en la ciencia química en los últimos 60 años confluyen con la institucionalización de la Filosofía de la Química como un área de saber autónomo constituida con químicos filósofos. Desde finales del siglo XX y reconociendo los estudios de épocas anteriores, aporta a la fecha una importante reflexión filosófico-epistémica e histórica y metodológica sobre el que hacer de la química, sobre lo que los químicos hacen realmente y los problemas que enfrentan. Plantea las diferencias con el enfoque metafísico tradicional de la ciencia y reconoce a la ciencia de las sustancias, especies químicas hoy, como el campo que más literatura científica publica (artículos, libros, patentes, disertaciones), vincula el mayor número de trabajadores, y su estrecha relación con la tecnología y con otros saberes como la biología, la física, la matemática, la filosofía del lenguaje y la semiótica.

La ciencia química, en perspectiva histórico-epistémica, ha evolucionado desde el siglo XVII al presente, a modo de síntesis, en la dialéctica de cinco revoluciones, Chamizo, (2017a, 2017b), que destacan un hilo conductor en torno a la síntesis de sustancias (crear, analizar, transformar y modelar sustancias), la transformación y transiciones del



concepto de sustancia e identidad química a especies químicas, la creación de subdisciplinas y el papel de la instrumentación en la síntesis, el análisis químico estructural y la potenciación del crecimiento exponencial de sustancias, contribuyendo a la transformación del mundo, a la adición de nuevos componentes a este y a la modificación de otros

Chamizo (2017) reconoce el aporte de Jensen (1998a,1998b,1998c) de tres revoluciones químicas en el período 1770-1924, concebida cada una en el marco de la noción de cambio de paradigma de Kuhn¹: cuantitativa y lenguaje químico (molar); valencia química y estructura molecular (molecular); y moléculas, electrones y núcleos atómicos (eléctrica), Jensen plantea el cruce de tres categorías -molar, molecular, y eléctrica- con tres dimensiones -composición/estructura, energía, tiempo- para crear un gran campo conceptual² de los conceptos fundamentales de la química y sus relaciones, constituyéndose en un aporte didáctico para la estructuración de los currículos de química y los diseños de enseñanza que promuevan la comprensión y el aprendizaje significativo. El cuadro 3 presenta una síntesis del cruce de categorías y dimensiones que confluyen en nueve cuadrículas, cada una puede considerarse como exponente de un campo conceptual en química.

Cuadro 3. Categorías y dimensiones químicas según Jensen (1998a)

DIMENSIÓN CATEGORÍA	COMPOSICIÓN/ESTRUCTURA	ENERGÍA	TIEMPO
MOLAR	Composición relativa sustancias simples y compuestas; mezclas y soluciones; designación empírica de alomorfos.	Entropía calorimétrica y calores de formación. Energía libre y constantes de equilibrio.	Leyes de velocidad experimental. Parámetros de Arrhenius y/o entropías y calores de activación.
MOLECULAR	Fórmulas moleculares y estructurales. Racionalización de alomorfos como variación en composición absoluta (polímeros) o en estructura isómeros.	Interpretación Molecular de la entropía, calores de formación y calores de atomización, energía promedio de enlace. Mecánica molecular.	Mecanismos de reacciones moleculares. Visión molecular de entropías de activación y complejo activado.
ELÉCTRICA	Fórmulas electrónicas (Lewis y configuración electrónica). Variaciones en la composición nuclear (Isótopos) y electrónica (Iones).	Cálculos de energía basados en estructura electrónica. Interpretación espectral. Cálculo de calores de atomización...	Mecanismos de reacción iónica y fotoquímica. Efecto isotópico. Cálculos de energías de activación. Índices de reactividad electrónica.

¹ La noción Kuhniana de <cambio de paradigma> reconoce: a) una reinterpretación radical del pensamiento existente; b) la resolución de un largo debate que revoluciona el tipo de problemas científicos que desde ese momento pueden resolverse; c) La apertura de un nuevo nivel de comprensión teórica que subsume viejas teorías y/o modelos.

² Campo conceptual en la perspectiva de Gerard Vergnaud (1990): Principalmente un conjunto de situaciones cuyo dominio requiere el dominio de varios conceptos, procedimientos y representaciones de distintas naturalezas.



Nota. Tomado de Jensen, W. B. (1998a). Logic, History, and the Chemistry Textbook I, Does Chemistry have a Logical Structure? *Journal of Chemical Education*, 75, 6, 679 – 685. Organizado por María Victoria Alzate Cano.

Desde este reconocimiento y en el marco de la noción Kuhniana de ejemplar³, Chamizo (2017a, 2017b) reconoce y precisa la visión de las tres revoluciones y plantea cinco, al considerar dos nuevos períodos 1945- 1965 y 1973-1999, identificando instrumentos, subdisciplinas y las entidades químicas asociadas a la síntesis de nuevas sustancias. El cuadro 4 de modo esquemático identifica protagonistas, instrumentos, conceptos, subdisciplinas y entidades químicas.

Paralelo a estos cambios revolucionarios e inscritos en ellos, una mención especial al desarrollo del lenguaje químico en los más de doscientos cincuenta años de la química moderna, no explícito en los cuadros antes presentados, y en desarrollo y crecimiento continuo e integrado con la creación de sustancias y especies moleculares desde la primera revolución química, cuando Lavoisier creó el sistema de nomenclatura química, y que constituye hoy un sistema semiótico con estructura sintáctica y semántica: símbolos elementales, fórmulas moleculares y estructurales, unidades fórmula, ecuaciones químicas, palabras, conceptos y teorías. De acuerdo con Jacob (2002), transformar sustancias es concomitante con la transformación de lenguaje químico, la síntesis y el análisis, son operaciones interdependientes con la práctica y el lenguaje químico. Y este, en términos de especies químicas, es un mediador para pensar, modelar, transformar y comunicar sustancias, moléculas, iones, radicales, especies cuasimoleculares, estados intermedios, mecanismos y reacciones químicas, para definir y crear conceptos y teorías químicas.

Los cuadros 3 y 4, reúnen ideas de los avances progresivos en profundidad y complejidad del conocimiento químico, de su lenguaje e instrumentación y que en términos de enseñanza y aprendizaje de la química, Talanquer (2009) expresa como cuatro cuestiones centrales para orientar el diseño de los currículos de pregrado: síntesis, análisis, transformación y modelación, que en perspectiva de las categorías y dimensiones de Jensen (1998), orientan el grupo de conceptos, prácticas y actitudes fundamentales para los diseños de la enseñanza y el aprendizaje significativo de los contenidos, teniendo en cuenta las ideas, experiencias, representaciones previas y dificultades que los alumnos tienen para acceder a los nuevos significados. Y también guían a la comprensión de como hoy, el concepto central sustancia e identidad química, se expresa como la evolución de las sustancias a las especies moleculares, es decir, hoy son las especies químicas las entidades químicas en diferentes modos de ser los objetos de la química, argumentadas por Schummer (2002) en su análisis del impacto de la instrumentación en la identidad de las especies químicas. El cuadro 5 expone de modo breve las líneas de dicha evolución presentadas por este autor. Los cuadros 3, 4, y 5 aportan una mínima claridad sobre los métodos químicos de investigación experimental,

³ La noción de <ejemplar> indica una colección histórica específica de problemas, en la cual se considera el uso de instrumentos, resueltos por la comunidad y localizados en la literatura científica de la disciplina, artículos y libros de texto.



clasificación, referencia, teorización, predicción y producción de nuevas entidades que aumentan de modo continuo en la dialéctica del transcurrir del espacio y el tiempo químicos.

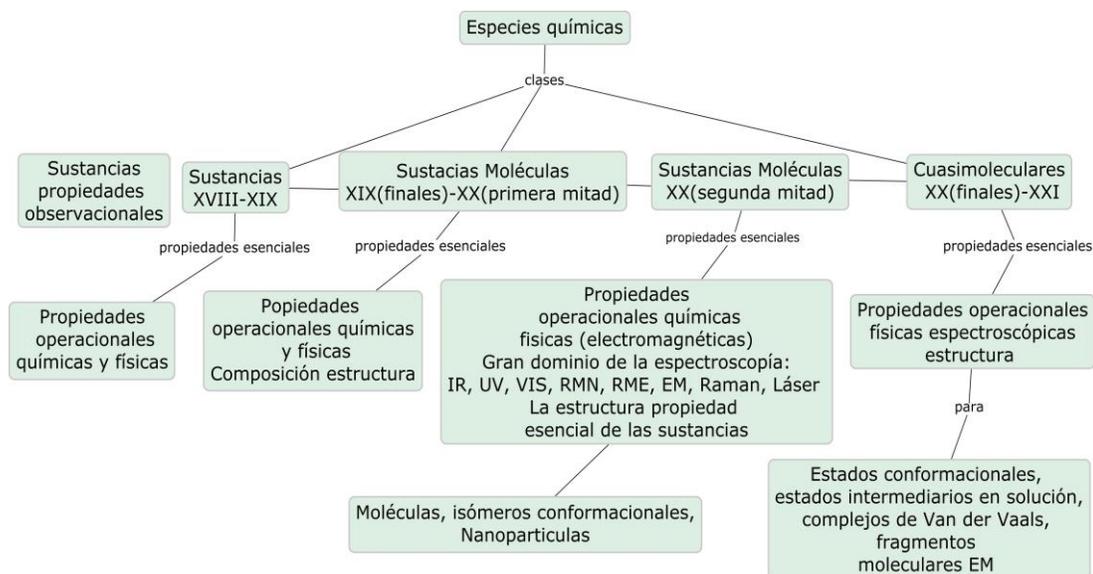
Cuadro 4. Cinco revoluciones químicas según Chamizo (2017a, 2017b)

Revolución	Algunos protagonistas relevantes	Algunos Instrumentos principales	Algunos Conceptos principales	Subdisciplinas	Entidades químicas
Primera 1756-1818	Black, Cavendish, Priestley, Lavoisier, Dalton	Balanza Cuba neumática Calorímetro	Lenguaje químico, Química cuantitativa, Sustancias, Átomos	Química	Sustancias, átomos
Segunda 1828-1874	Wöhler, Berzelius, Liebig, Cannizzaro, Pasteur, Mendeléyev	Kaliapparat Polarímetro	Moléculas, Isómeros, Valencia química, Periodicidad	Química Orgánica Química inorgánica	Molécula
Tercera 1897-1923	Thomson, Ostwald, Lewis, Aston, Curie, Rutherford	Tubo de rayos catódicos, Espectrómetro de absorción y emisión atómica Espectrómetro de masas	Electrones, Núcleos atómicos, Isótopos	Fisicoquímica estructural, Química nuclear,	Electrón, Núcleo, Isótopo, Radical
Cuarta 1945-1965	Zavoisky, Tiselius, Pauling, Woodward, Martin, Syngé, Mulliken	Cromatógrafo Espectrómetros: UV, VIS, IR, RMNH, RPE, Raman, Difractómetro de Rayos X	Orbitales, Spin	Química analítica instrumental, Biología molecular, Química Cuántica	Spin
Quinta 1973-1999	Lovelock, Fisher, Wilkinson, Crutzen, Molina, Rowland, Kroto, Curl, Smalley, Cram, Lehn, Pedersen, Binning, Rohrer, Zwill	FTIR, RMN multinuclear, Detector de captura de electrones, Fotólisis de destello con haz láser de Ti-Zafiro, Microscopio electrónico	Hapticidad, Compuestos clúster metálico, Fluxionalidad, Disminución de la capa de ozono, Sustentabilidad, Economía atómica, Ciclo de vida, Autoensamblaje, Autoorganización, Éteres de corona, Criptandos, Fullerenos	Química organometálica, Química verde, Química supramolecular, Nanoquímica, Femtoquímica	Nanopartículas

Nota. Tomado con algunas modificaciones de Chamizo, G., J. A. (2017a). La cuarta revolución química (1945-1966). De las sustancias a las especies químicas. *Educación Química*, 28, 202--210 y Chamizo, G., J. A. (2017b). The fifth chemical revolution: 1973–1999. Springer, Found Chem DOI 10.1007/s10698-017-9280-9. Organizado por María Victoria Alzate Cano.



Cuadro 5. Evolución del concepto sustancia a especies químicas según Schummer 2002



Nota. Elaborado por María Victoria Alzate Cano a partir de la lectura interpretativa de Schummer, J. (2002). The Impact of Instrumentation on Chemical Species Identity. From Chemical Substances to Molecular Species. In: Morris, P. (ed.). (2002). From Classical to Modern Chemistry: The Instrumental Revolution, Cambridge: The Royal Society of Chemistry, pages 188-211.

La química crea y transforma sustancias y actúa socialmente por y para un mundo sustentable

La química en Colombia se incorpora como programa de pregrado en las universidades desde 1936 en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, luego en las décadas 1960 y 1970 en las universidades de Antioquia, del Valle e Industrial de Santander, posteriormente hasta el presente en 15 universidades más, públicas y privadas. La institucionalización ha incorporado la formación posgraduada y la investigación en química interaccionando con diversas problemáticas y metodologías de frontera para la síntesis, análisis, transformación y modelación de sustancias, y estableciendo infraestructura administrativa y de gestión de proyectos y de innovación a nivel institucional e interinstitucional entre universidades y de estas con la industria y los servicios mediante convenios a nivel nacional e internacional. En esta dinámica, algunas industrias han incorporado la investigación y creados centros como el Centro Nacional de investigación de Café (CENICAFÉ); Centro Nacional de investigación de la Caña de Azúcar (CENICAÑA); el Instituto Colombiano del Petróleo; Instituto de Minerales CIMEX; Centro de Investigación en Palma de Aceite (CENIPALMA); Instituto CINARA, entre otros.

La Universidad de Antioquia centraliza la investigación en el Sistema Universitario de investigaciones (SIU), y centros de investigación adscritos a las facultades. La FCEN



nuclea 55 grupos de investigación, de los cuales 16 radican en el Instituto de Química, todos inscritos en la dinámica institucional, nacional e internacional de las políticas de investigación emanadas del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MinCiencia) y en interacción con grupos de investigación nacionales e internacionales, como también con algunas empresas industriales y de servicios.

Las Tecnociencias se instalan en todos los territorios según variadas y variables condiciones de contexto, y traen consigo beneficios y no beneficios, impactan la sociedad y el ambiente no solo en los dominios de la investigación, sino especialmente en la producción y en los modos de vida de hoy y mañana. La Química entre ellas, con gran impacto en la salud y la medicina, la producción de alimentos, medicamentos y vestuario, y en la electrónica entre otros, así como también en el cambio en la capa de ozono, en la acidez y contaminación de suelos y aguas, por ejemplo, que diversifican las problemáticas a enfrentar y resolver de modo razonable, considerando con mayor conciencia los riesgos y los grados de tolerancia de ellos, y la necesidad del ejercicio democrático y de los sistemas educativos de formar a los ciudadanos sobre las ventajas y desventajas, beneficios y riesgos, los controles y no controles de las sustancias y los materiales, en la perspectiva de estructurar los contenidos de la enseñanza y el aprendizaje en conceptuales, procedimentales y actitudinales, y diseñar la evaluación formativa, de modo que respondan, como afirma Romero (2019), por el saber, el saber pensar, el saber hacer y el saber emprender e innovar, el saber sentir y el saber convivir.

El Materialismo Racional de Bachelard, en la introducción, expresa la evolución de los conocimientos científicos acerca de las sustancias, la multiplicación y diversificación de los problemas considerados en la investigación, el devenir de su compleja y variable filosofía y los vínculos del compromiso cultural del químico de ayer, hoy y mañana:

...la producción de ideas y experiencias en la química contemporánea sobrepasa la memoria, la imaginación y el poder de comprensión de un hombre... La ciencia contemporánea hace entrar al hombre en un nuevo mundo... Ser un químico es ponerse en situación cultural, ocupando un lugar, un rango en una ciudad científica netamente determinada por la modernidad de la investigación... Se ha llegado a un punto de la historia en que el porvenir de la química compromete el porvenir del género humano, hasta tal punto es cierto que el destino del hombre está ligado al destino de sus pensamientos...". (Bachelard, 1976, pp. 7, 8, 9, 12).

3.2 Pertinencia social y científica

La Química como disciplina registra avances significativos desde muchos frentes. La manipulación de la materia como eje principal de esta ciencia permite generar un sinnúmero de productos que suplen las necesidades de la sociedad. Por tal motivo es importante tener en cuenta como se llevan a cabo todos esos procesos y se preparan las nuevas generaciones para abordar todo tipo de retos. El programa de química propende por la



articulación con estas ideas y relacionarse con enfoques desde el ámbito internacional, nacional, regional, local, universitario, facultad e instituto.

La química en la actual sociedad, desde una perspectiva global, se basa en el desarrollo sostenible, el cual es un proceso para garantizar el futuro y el potencial presente, a fin de satisfacer las necesidades y deseos humanos esenciales, dentro de los límites ecológicos y de recursos de nuestro planeta. La anterior descripción es relevante para todas las áreas, incluidas aquellas en las que se producen, comercializan, utilizan, procesan, reutilizan y reciclan, desechan y liberan materiales en el medio ambiente. Estas áreas relevantes para productos químicos deben alcanzar una comprensión común de cómo fomentar la sostenibilidad en la química, ya que el término química sostenible se ha utilizado con diferentes interpretaciones durante muchos años. Lo anterior se sustenta en diversas tecnologías emergentes en la química y demuestran cómo las ciencias químicas contribuyen al bienestar de la sociedad y la sostenibilidad del planeta tierra.

La Química es una ciencia transversal a la mayoría de las actividades económicas de un país. A esto apunta Colombia desde el Ministerio de Comercio y su Política de Desarrollo Productivo, CONPES 3866, y el Plan de Negocios del Sector Químico 2019-2032 (Colombia Productiva, 2019-2032 buscando generar esfuerzos concentrados en diferentes ejes con el ánimo de mejorar la inversión, rentabilidad, competitividad y responsabilidad de la industria química colombiana; y a su vez, responder a lo pactado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Agenda 2030, Rio de Janeiro, Brasil, 2012), donde se renuevan los compromisos en favor del desarrollo sostenible y de la promoción de un futuro sostenible desde el punto de vista económico, social y ambiental para nuestro planeta y para las generaciones presentes y futuras. Todos estos esfuerzos, sentimientos y pensamientos tienen un puesto en la química como uno de los ejes transversales de desarrollo e igualdad, y herramienta que proporciona un conjunto de instrumentos apropiados para evaluar las aproximaciones y soluciones a los objetivos planteados. Lo anterior se relaciona, en un primer momento, con los vínculos de dichos compromisos a la enseñanza y el aprendizaje en las Instituciones de Educación Superior, en un segundo, con la importancia y pertinencia de la profesión y, finalmente, la relevancia de la investigación y su aporte a la vida rutinaria en campos como la industria, la salud y la academia.

Esto se integra a la visión general del territorio nacional en cuanto a los recursos, reconocidos estos con criterios geográficos, como naturales y económicos. Particularmente, la región Antioqueña hace parte importante en las decisiones que se toman alrededor de estos dos renglones, además, del llamado generalizado en el país a la descentralización de recursos, salud, y educación. En términos del alcance de los ODS, Antioquia viene apuntando mediante la innovación Ruta N, Tecnova, y un esfuerzo por el desarrollo y actualización de su industria textil, automotora, lácteos, flores, cueros, turismo y transporte inteligente entre otras, las cuales demandan profesionales de diferentes especialidades altamente calificados en su área de experticia. La carrera de



química provee un número de estos actores y propende por la especialización considerando necesidades del sector de la industria antioqueña.

Es por lo anterior que, el programa de Química busca alinearse con los ODS, al tener en cuenta que la industria química puede contribuir globalmente al cumplimiento de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible a través de seis ejes principales (ICCA, 2017):

Eje 1 – Salud y bienestar (ODS 2 – Hambre cero, ODS 3 – Salud y bienestar, y ODS 6 – Agua limpia y saneamiento): Los avances en química son fundamentales para aumentar la producción agrícola que cumpla con las necesidades nutricionales de una población mundial en crecimiento. Los productos químicos protegen a las plantas de las plagas, aumentan la producción de cultivos mediante el uso de semillas y fertilizantes de alto rendimiento, y ralentizan la erosión del suelo. La química es esencial para la potabilización del agua y el saneamiento.

Eje 2 - Consumo sostenible y producción (ODS 12 – Producción y consumo responsables): La industria química global tiene un papel único en innovar y producir una amplia gama de productos, artículos y servicios que son esenciales para la vida cotidiana y que promueven el desarrollo sostenible y resultados ambientalmente racionales.

Eje 3 - Energía, medio ambiente y ciudades sostenibles (ODS 7 – Energía asequible y no contaminante, ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura, ODS 11 – Ciudades y comunidades sostenibles, ODS 12 – Producción y consumo responsables, y ODS 13 – Acción por el clima): El crecimiento sostenible está sustentado en un futuro energético inteligente, haciendo un mejor uso de los recursos y materias primas finitas, extendiendo la perspectiva del ciclo de vida del producto a la producción y a los patrones de consumo y uso, y desarrollando tecnologías de punta que mejoran la eficiencia energética a nivel global.

Eje 4 – Economías sostenibles (ODS 1 – Fin de la pobreza, y ODS 8 – Trabajo decente y crecimiento económico): Más del 95 por ciento de los productos manufacturados en el mundo están relacionados con la química, por lo cual la producción segura y la gestión racional de los productos químicos son claves para el crecimiento económico y la mejora de la calidad de vida de las personas.

Eje 5 – Aprendizaje y educación (ODS 4 – Educación de calidad, ODS 5 – Igualdad de género, y ODS 10 – Reducción de las desigualdades): En las comunidades una educación de calidad promueve un mayor crecimiento económico, mejora la salud pública y apoya la consecución de sociedades más estables.

Eje 6 – Asociaciones público-privadas (ODS 17 – Alianzas para lograr los objetivos): Los programas de gestión responsable de los productos químicos requieren de alianzas entre el sector público y el sector privado, que promuevan el desarrollo de capacidades conjuntas que permitan el avance significativo y la reducción o eliminación de los impactos sobre la salud humana y el medio ambiente.



El programa de pregrado en Química considera la anterior perspectiva y encamina la formación humanística y científica de excelencia mediante su oferta educativa en Medellín; comparte y acoge todos los temas y lineamientos propuestos en el vigente Plan de Desarrollo de la UdeA (2017-2026). Promueve la articulación de la docencia, la investigación y la extensión como propuesta académica fundamentada en principios de excelencia, flexibilidad, integralidad, pertinencia e interdisciplinariedad, para potenciar el desarrollo de las ciencias, su propia transformación y de la sociedad. En este sentido, el Programa se relaciona directamente con los siguientes temas y objetivos estratégicos:

- Tema estratégico 1: Formación integral de ciudadanos con la articulación y el desarrollo de las funciones misionales, desde los territorios y en conexión con el mundo. *Una universidad humanista, de investigación e innovadora, conectada con el mundo y comprometida con la transformación de sí misma y de la sociedad.*
- Tema estratégico 6: Contribuciones de la Universidad a la gestión del ambiente y la biodiversidad: *Una universidad bio diversa y ambientalmente responsable.*

El programa de pregrado en Química también se enmarca en las siguientes recomendaciones propuestas por la Agenda de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico para Medellín y Antioquia:

Área de formación: educación temprana para la ciencia y la tecnología, fomento a la investigación juvenil, formación masiva en una segunda lengua, fortalecimiento de la formación tecnológica con enfoque de formación por ciclos, fortalecimiento de la educación continua y desarrollo de proyectos regionales de doctorado.

Área de investigación: a) las Instituciones de Educación Superior –IES– deben crear condiciones favorables a la investigación para generar capacidades, interés y flujos de conocimiento en las actividades priorizadas en la Agenda por medio de convocatorias temáticas, convocatorias para investigación aplicada e innovación; convocatorias para la formación de jóvenes investigadores en sectores y productos de la Agenda y estímulos a grupos de investigación para su relacionamiento con el sector externo (Centros de Desarrollo Tecnológico –CDT–, empresas, grupos avanzados en la cadena de investigación, etc.); b) fortalecimiento y promoción de grupos en áreas transversales de conocimiento.

En el marco de la anterior direccionalidad, la UdeA ha logrado consolidar la investigación y realiza esfuerzos para avanzar y fortalecerla como el eje central del desarrollo de la actividad académica, y soporte fundamental del mejoramiento permanente de la calidad de los programas de formación en pregrado y posgrado y de la proyección social. La Universidad es reconocida en el contexto nacional como una institución con una alta vocación investigativa. Los programas de pregrado y posgrado en Química secundan esta cultura científica y tecnológica a través de sus grupos de investigación, muchos de estos destacados en los campos de la química sostenible y su impacto en el medio



ambiente, entre otros temas.

El programa de química de la universidad de Antioquia involucra saberes conectados con las intenciones a nivel mundial, nacional, departamental y local que aportan productos científicos y académicos con altos estándares de calidad, integrando herramientas como nanotecnología, biotecnología, síntesis química y química verde, con capacidad de atender las diversas demandas y contribuir al logro de los ODS.

El profesional Químico, egresado del programa de química, está fundamentado en las áreas de química básica, analítica, orgánica, inorgánica y fisicoquímica. Estas, también desarrollan líneas de énfasis con varias asignaturas electivas en correspondencia con los proyectos de los grupos de investigación y la inserción del trabajo de grado, entre ellas la de química industrial y la práctica profesional, y la práctica docente investigativa que aporta al vínculo a la docencia a nivel medio y superior en diferentes instituciones de formación técnica y profesional, impartiendo los fundamentos químicos necesarios en diversas carreras.

3.3 Tendencias en el desarrollo de la disciplina

La química se desarrolla constantemente desde los diversos frentes donde los químicos la ejercen (industria, academia, e investigación), pero también es influenciada por otras disciplinas con las cuales se interconecta permanentemente biología, medicina, física, ingeniería, matemáticas, por lo cual se suele aludir a la química como *la ciencia central*. También, la vida cotidiana trae nuevos retos que deben ser asumidos desde todas las disciplinas, como son la supervivencia, la sostenibilidad, el orden social, la justicia etc.

La vanguardia internacional de la disciplina está determinada por una combinación de impulsos propios, interdisciplinarios y transdisciplinarios. Durante la década 2010-2020 el cambio climático ha llevado a la investigación sobre cómo acceder al agua en territorios áridos (transformación fisicoquímica de aguas marinas, reciclaje, condensación de la humedad del aire), el desarrollo de energías limpias (obtención de materiales energéticos no fósiles y nuevas tecnologías que permitan una transición costo-efectiva, etc.), el mejoramiento de la calidad del aire y del agua, la solución al problema de proliferación de los plásticos. Estas y otras iniciativas de sostenibilidad son características de la denominada *Química verde*. También ha aumentado considerablemente el trabajo de separación e identificación de productos naturales con miras a la identificación de sustancias con propiedades farmacológicas o de otro interés industrial. Estos esfuerzos a su vez han empujado el desarrollo y perfeccionamiento de técnicas de separación y análisis químico, identificación de moléculas, y la sistematización de la información (atlas de productos naturales) para el entendimiento de procesos metabólicos. La nanotecnología ha crecido aceleradamente en esta década, extendiéndose desde la química hacia terrenos muy diversos de investigación en farmacología, electrónica, entre otros, e irradiándose a la catálisis, astroquímica, química de superficies y al desarrollo de nuevos materiales.



La necesidad de incrementar el poder de los métodos de análisis, síntesis y diseño de materiales ha disparado el interés de los químicos por usar las herramientas de sistematización, big data y modelación computacional. Hoy en día, los modelos numéricos estadísticos y/o de primeros principios, la minería de datos y el reconocimiento de patrones e inteligencia artificial, ya no son asunto de proyectos de investigación básica, sino componentes principales de procesos industriales de diseño de fármacos, síntesis in silicio y análisis químico de estructuras moleculares (Chemistry Trends you Should Know for 2020).

El otorgamiento del premio Nobel de Química 2018 a Frances Arnold Caltech⁴ por el desarrollo de enzimas dirigido, adaptado y optimizado para procesos industriales (ingeniería de enzimas), ha destacado también la importancia de la evolución de la biotecnología a un nivel sin precedentes, con múltiples aplicaciones como producción de detergentes biodegradables, desarrollo de medicamentos, biocombustibles, herramientas de diagnóstico clínico y catálisis de diversas reacciones desarrolladas por los químicos.

En 2020, el advenimiento de la pandemia del coronavirus (COVID19) ha sometido a tensión extrema los sistemas de salud, económicos y sociales de todo el mundo. De paso, ha desnudado las debilidades de nuestra actual organización de la producción y distribución de bienes de consumo básicos, medicamentos e insumos médicos, etc., y tendrá un impacto duradero en la formación y el ejercicio de nuestra disciplina. La recuperación ambiental, social y económica exigen la participación de los científicos: informando y asesorando los gobiernos en el desarrollo de políticas públicas, contribuyendo a la educación especializada y de la población general, reteniendo el talento y participando activamente en la investigación y solución de todos los problemas asociados con la pandemia (Chemistry Contribution, 2020).

Colombia Productiva, entidad del Ministerio de Comercio Industria y Turismo del Gobierno Nacional, propuso y publicó en noviembre de 2019 un Plan de Negocios para el sector químico del país, con iniciativas para desarrollar entre 2020 y 2032. Con base en criterios de índole económica dicho documento examina y caracteriza la industria química a nivel mundial y nacional entre 2000 y 2018 para identificar las mega tendencias que impactan su crecimiento y evolución, además de hacer su proyección a largo plazo.

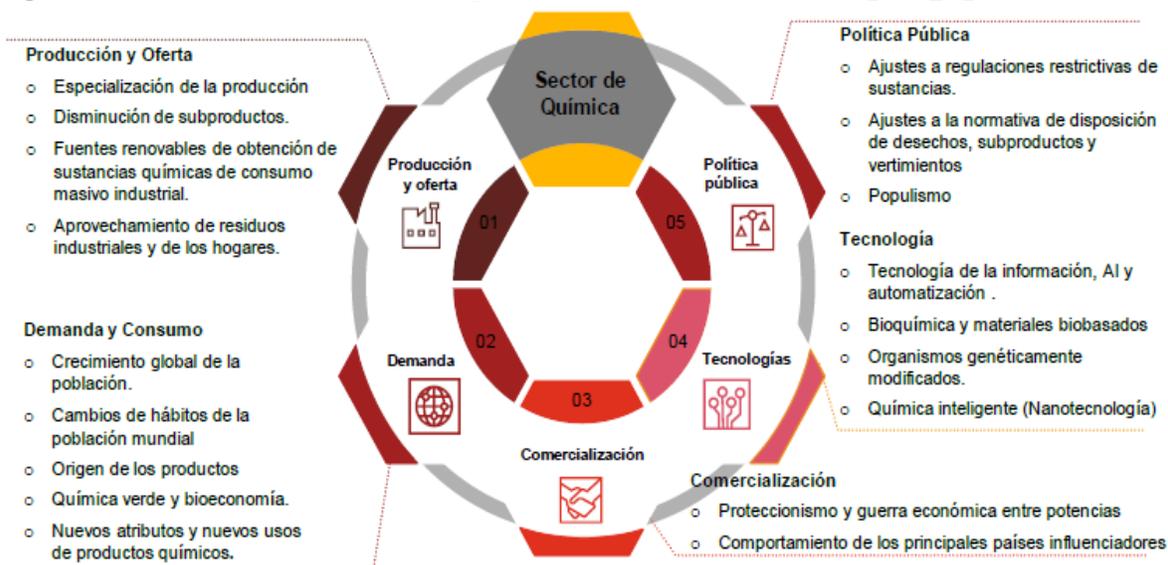
El análisis económico permite reconocer la industria química como una de las industrias manufactureras más grandes del mundo, con un crecimiento histórico de 6,6% en la tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR, por sus iniciales en inglés). El tamaño del mercado del sector químico es de \$3.760 billones de dólares. La región con mayor cuota en ese mercado (55%) y la de crecimiento más rápido es Asia y el Pacífico, destacándose el desempeño de China e India. América, con 20% viene en segundo lugar, mientras

⁴ Frances Arnold, Nobel Lecture, 8 de Diciembre de 2018, Estocolmo, <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2018/arnold/lecture/>

Europa sigue con un 19%. La figura 1, reproducida del Plan de Negocios, muestra los cinco pilares principales que soportan las principales tendencias del sector químico global: 1. Producción y oferta, 2. Demanda y consumo, 3. Comercialización, 4. Tecnologías (principalmente tecnologías de la información, inteligencia artificial y automatización; bioquímica y biotecnología, nanotecnología) y 5. Política pública.

El recién creado concepto de bioeconomía, que toma cada vez más auge, propone un modelo económico donde bienes y servicios se producen aprovechando de manera eficiente y sostenible los recursos biológicos, pero también reciclando los desechos generados en su transformación, reduciendo el uso de energías fósiles y contribuyendo a la descarbonización de la economía.

Figura 1. Pilares de las tendencias globales del sector de química básica



Nota. Figura 1 tomada de <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/sectoriales/publicaciones-quimica-basica/plan-de-negocio-industria-quimica-basica-2019-2032/resumen-plan-de-negocios-del-sector-quimicos>

En Colombia el mercado del sector de productos químicos tiene un tamaño de \$34,17 billones de pesos colombianos, con un crecimiento histórico de 11,7% CAGR entre 2000 y 2018. La evolución en ese período ha sido creciente en la producción a una tasa anual compuesta de 8,5%. La producción del mercado nacional de químicos es inferior a la demanda, lo cual ha generado un déficit creciente. El exceso de demanda se canaliza mediante importaciones de otros mercados internacionales. El sector se concentra en la producción de materiales para la industria (nafta, bencinas, ácidos, cetonas, sales, etc.) que requieren los productores de bienes intermedios (artículos de aseo, empaques y envases plásticos). Los establecimientos y el tamaño de la producción se concentran en y alrededor de Bogotá, Antioquia, Valle, Bolívar y Atlántico. El sector es altamente dependiente de los subproductos del petróleo y sus derivados. El valor agregado



generado dentro de la industria química nacional representa el 34% de la producción del sector.

El sector químico colombiano, para el 2030, estima un tamaño de mercado de 54,5 billones de pesos, con un crecimiento proyectado de 6,5% CAGR. Se prevé que en 2032 el sector de química básica nacional será capaz de responder a la demanda nacional e incrementar las exportaciones, estará especializado en producción y desarrollo de materiales siguiendo los estándares de calidad mundiales, para el encadenamiento productivo, integrando herramientas de nanotecnología, biotecnología, biorrefinerías, síntesis química y química verde. En la proyección futura se recomienda priorizar el desarrollo de productos con la calidad demandada por la industria nacional (pigmentos, extractos, alcoholes, glicerina), fortalecer la estructura y eficiencia de los institutos certificadores y reguladores y de innovación en química, acompañar la industria en la adaptación de nuevas regulaciones, entre los aspectos que competen a los profesionales químicos.

El plan de negocios del gobierno nacional para el sector químico del país contempla la priorización de varias iniciativas:

- A. Desarrollar propuestas de valor: proyectos de encadenamientos productivos hacia adelante e infraestructuras (biorrefinerías) para aumentar la producción de materia prima para sectores de bioactivos, esencias, oleoquímica, sucroquímica, sales; proyectos de aprovechamiento de residuos; síntesis de ingredientes activos para plaguicidas amigables con el medio ambiente, y producción de materiales básicos y especializados a partir de la minería (zeolitas, aluminosilicato, óxidos metálicos, cloruros, pirita, coltán, níquel, etc.)
- B. Fortalecer el acceso, promoción y venta: aprovechamiento de los TLC con países consumidores de productos de valor agregado, mejoramiento de la capacidad del subsistema nacional de calidad con laboratorios certificados para pruebas recurrentes y de alto impacto en la industria química. Apoyo de conglomerados productivos afines a los productos de exportación y consumo interno (Agroquímicos, polímeros, bioagroindustria, bioenergía).
- C. Aumentar la productividad: implementación de prácticas de mejoramiento continuo en la cadena de producción, digitalización del sector agroindustrial y manufacturero, creación de un observatorio estadístico del sector químico, desarrollo de proyectos de apadrinamiento para el desarrollo de proveedores locales, fomento a la generación y utilización de energías alternativas, etc.
- D. Desarrollar capital humano y conocimiento: cofinanciar al sector privado para la implementación de vigilancia tecnológica en la investigación desarrollo e innovación; formación en bilingüismo a nivel profesional, actualización de normas de competencia técnica laboral; fortalecimiento de la formación e investigación y desarrollo de biotecnología en las universidades; propuesta y desarrollo de proyectos de innovación para la mejora de rendimientos de materia prima, aprovechamiento de residuos, bioeconomía circular, etc.



- E. Apalancar el ambiente de negocios: creación de una comisión técnica experta de regulación para agilizar tiempos de trámites, permisos de producción y aprobación de cuotas de sustancias controladas; simplificación de trámites de exportación, promoción de la formalización de empresas y educación del consumidor; establecimiento de un marco regulatorio para la extracción verde de recursos naturales; modernización del marco regulatorio nacional; estudios de impacto regulatorio con insumos del sector privado.

Las anteriores consideraciones de carácter nacional, así como las regionales y municipales, constituyen directrices para la reflexión y siempre consideración para el desarrollo del programa de pregrado en química de la UdeA, en perspectiva de fortalecer las líneas de énfasis y de trabajo de grado, liderados por los grupos de investigación actuales, y prever y concretar nuevos en dirección al estudio y búsqueda de soluciones a problemáticas sociales y ambientales, tales como: promoción del uso y transformación responsable de los recursos naturales con minimización de la generación de residuos químicos peligrosos; la búsqueda de energías de fuentes renovables potenciando la investigación en el área de combustibles alternativos y de métodos de reciclaje del dióxido de carbono para transformarlo a moléculas de metanol o de diferentes ácidos orgánicos para su posterior utilización; síntesis, tratamiento y manejo de químicos menos contaminantes en la línea de la química verde; síntesis de nuevos materiales; analítica de datos químicos y computación; métodos más eficientes y baratos de potabilización del agua, e implementación de métodos alternativos de generación de electricidad para brindar este recurso a las zonas más apartadas de la sociedad.

También, la proyección nacional, regional y municipal del sector químico se integra a la política de ciencia, tecnología e innovación de la UdeA, en las trayectorias que esta adelanta en el Comité Universidad-Empresa-Estado, al cual están integrados varios grupos de investigación del instituto de química y constituido en un espacio que facilita la asociación y la sinergia de esfuerzos y proyectos en torno a temas de ciencia, tecnología e Innovación, para plantear y desarrollar acciones conjuntas de mejora tecnológica y científica en la productividad y competitividad de los sectores productivos estratégicos, construyendo caminos para la investigación de alto impacto que genere resultados benéficos a nivel social y ambiental. Este camino se desarrolla entrelazado con la creación de empresas spin-off, lo cual favorece la generación de productos y servicios basados en resultados de investigación y las alianzas entre la universidad y empresas productivas y de los servicios, creando un escalamiento de la investigación académica, aplicada e industrial, de la diversidad tecnológica y la transdisciplinariedad de acuerdo con las necesidades industriales, sociales y de otra índole.

3.4 Comparativo con programas afines a nivel nacional e internacional

La FCEN realiza en el período 2020-2021 el estudio de pertinencia de cada uno de sus



programas de pregrado Para el caso de química se localiza en él un comparativo de los doce programas nacionales acreditados de alta calidad y con quince a nivel internacional, según datos localizados respectivamente en la base de datos del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), y por búsqueda en diferentes páginas web a fin de localizar algunos programas similares o afines al programa de química a nivel nacional (Quintero y Mesa, 2021, pp. 9-31).

COMPARATIVO A NIVEL NACIONAL

En el año 2020 Colombia cuenta con diecinueve (19) instituciones de educación superior (IES), que ofrecen programas de pregrado en Química, todos en modalidad presencial y otorgan el título de Químico. Doce (12) de estos están acreditadas con alta calidad por el Ministerio de Educación Nacional como se detalla en el cuadro 6.

Cuadro 6. Programas nacionales de pregrado en Química con acreditación de alta calidad

Nota. Tomado de Quintero, Julián. (2021). *Estudio de pertinencia del programa de pregrado en Química*. Medellín: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia.

Universidad	Número de créditos	Duración (semestres)	Ubicación
Universidad de Antioquia	170	10	Medellín
Universidad de Cartagena	138	8	Cartagena
Universidad de la Amazonía	159	9	Florencia
Universidad de los Andes	130	8	Bogotá
Universidad del Atlántico	171	10	Barranquilla
Universidad del Cauca	172	10	Popayán
Universidad del Quindío	168	10	Armenia
Universidad Industrial de Santander	180	10	Bucaramanga
Universidad Nacional de Colombia	160	10	Bogotá
Universidad Santiago de Cali	155	10	Cali
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	170	10	Tunja
Universidad del Valle	168	10	Cali

Los programas nacionales de pregrado en Química tienen una duración de 8 a 10 semestres, con un número total de créditos que varía entre 130 (Universidad de los Andes) y 180 (Universidad Industrial de Santander y Universidad de Córdoba). El pregrado en Química de la Universidad de Antioquia es uno de los cuatro más antiguos a nivel nacional (junto con los de la Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Valle y Universidad Industrial de Santander) y tiene su origen y evolución muy ligadas al establecimiento y consolidación de la industria química en las escalas regional y nacional. La misma industria nacional y otras necesidades del país han servido de impulso para crear programas de pregrado en Química de Alimentos, Química Industrial y Química Ambiental, así como los de Técnica y Tecnología Química, todos regidos por la ley 53 de 1975 y controlados por el Consejo Profesional de Química de Colombia.



Los programas acreditados de pregrado en Química en Colombia son ofrecidos por instituciones universitarias, siendo un 83,3% de ellas de carácter público y el 16,7% de carácter privado (Universidad de los Andes y Universidad Santiago de Cali). La oferta privada es de origen más reciente. El 100% de estos pregrados se inscriben en el área de Ciencias Naturales y Exactas según la información del Sistema SNIES del MEN. En términos de cubrimiento nacional, los pregrados en Química están concentrados en las principales ciudades (Bogotá, Cali, Medellín), pero también tienen presencia en otras regiones (Santanderes, Costa Atlántica, Orinoquia y Amazonia, Cauca, Nariño, Boyacá y Quindío).

Los currículos de los pregrados nacionales en Química tienen en común una programación semestral de las asignaturas que pueden catalogarse en tres grupos:

- De formación básica en ciencias (matemáticas, física, biología, química).
- De formación en el campo profesional con el mayor contenido de laboratorios (Química orgánica, Química inorgánica, Química analítica, Fisicoquímica, Síntesis, Química Industrial).
- De profundización y formación para la investigación (electivas en Bioquímica, Química ambiental, Catálisis, Química computacional, Biotecnología, Enseñanza de la Química, etc.).

Complementan los pênsum asignaturas de formación socio-humanística (Historia de la Química, Epistemología y Filosofía de las Ciencias, Idiomas -generalmente inglés) y de apoyo multidisciplinario (sistemas y programación, administración, etc.).

La normativa, la estructura y los mecanismos de apoyo financiero a estudiantes de los programas de pregrado en Química en Colombia facilitan la movilidad de los estudiantes (pasantías, semestre de intercambio en otras universidades nacionales y/o internacionales, participación en eventos académicos interinstitucionales). También el trabajo multidisciplinario con la posibilidad de vincularse a grupos de investigación en química y otras áreas (ingeniería, ciencias farmacéuticas y alimentarias), o en la industria.

El pregrado en Química de la Universidad de Antioquia, al igual que la mayoría de los pregrados nacionales en Química, da especial importancia a la formación en y para la investigación, mediante cursos electivos, seminario de investigación y la realización del trabajo de grado, destacándose la organización de varios grupos de asignaturas electivas coordinadas con cinco modalidades de trabajo de grado. Con estas bases, los egresados están capacitados para el desempeño profesional y para presentarse a las convocatorias a maestrías y/o doctorados de investigación en prestigiosas instituciones nacionales e internacionales.

COMPARATIVO A NIVEL INTERNACIONAL

A nivel internacional, acorde con una búsqueda en diferentes páginas web se localizan



quince programas similares o afines al programa de química a nivel nacional, los cuales se presentan en el cuadro 7 (Quintero y Mesa, 2021, pp. 22-23), en el cual se identifica la característica de presencialidad y el número de periodos varía entre 6 y 11 semestres.

La búsqueda y selección de los quince programas internacionales tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- Los mejores 50 programas de química del mundo a 2020.
- El ranking QS para el área de química, coherente con el anterior, para seleccionar la mejor universidad en química de cada continente, excepto África, no reconocida en esta clasificación.

El ranking clasifica las universidades en química teniendo en cuenta: Reputación académica (40 %), reputación del empleador (20 %), citación por artículo (20 %) e índice H (20 %). La selección está basada en una comparación de rankings en el área de química y el peso que cada uno maneja respecto al sector empleador.

Al realizar una revisión de los planes de estudio de los programas se identifican las siguientes afinidades:

- Cursos similares en nombre:

Cursos Similares en nombre	
Química general	Química inorgánica
Química orgánica	Química analítica

Cuadro 7. Quince programas internacionales asociados al programa de Química

Denominación	Institución	País	Modalidad	Créditos	Duración
LICENCIATURA DE QUÍMICA	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	México	Presencial	397	9 semestres
LICENCIATURA DE QUÍMICA	UNIVERSIDAD DE CHILE	Chile	Presencial	300	11 semestres
QUÍMICA	UNIVERSIDAD DE SAO PAULO	Brasil	Presencial	151	7-8 semestres
QUÍMICA	INSTITUTO FEDERAL SUIZO DE TECNOLOGÍA DE ZÚRICH (ETHZ)	Suiza	Presencial	180 ECTS	3 años
LICENCIATURA DE QUÍMICA	UNIVERSIDAD DE MANCHESTER	Inglaterra	Presencial	370 Manchester créditos	4 años
LICENCIA DE QUÍMICA	UNIVERSIDAD DE ESTRASBURGO	Francia	Presencial	189 ECTS	6 semestres
QUÍMICA	UNIVERSIDAD TECNICA DE MUNICH	Alemania	Presencial		3 años



LICENCIATURA EN CIENCIAS EN QUÍMICA	UNIVERSIDAD DE TEXAS, AUSTIN	Estados Unidos	Presencial	124 hora crédito	4 años
LICENCIATURA EN CIENCIAS EN QUÍMICA	UNIVERSIDAD DE STANFORD	Estados Unidos	Presencial	180 unidad	4 años
QUÍMICA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SINGAPUR	Singapur	Presencial	120 MCS	3 años
QUÍMICA	THE UNIVERSITY OF HONG KONG	Hong Kong	Presencial	120-144 ECTS	4-3 años
QUÍMICA	UNIVERSIDAD DE MELBOURNE	Australia	Presencial	300 Points	3 años
QUÍMICA	UNIVERSIDAD DE AUCKLAND	Nueva Zelanda	Presencial	360 Points	3 años
LICENCIA DE QUÍMICA	UNIVERSIDAD DE PRETORIA	Sur África	Presencial	428	3 años
LICENCIA DE QUÍMICA	UNIVERSIDAD DE KWAZULU-NATAL	Sur África	Presencial	384	6 semestres

- Una coherencia en torno a los conocimientos disciplinares que se pretenden impartir, además de abordar las nuevas tendencias como desarrollo tecnológico, énfasis en programación, bioquímica y farmacia.
- Algunos espacios académicos pueden considerarse como únicos dentro de los programas analizados, generando un elemento diferenciador a los mismos en cuanto a la formación en líneas específicas de la química, como se detalla en el cuadro 8.

Cuadro 8. Espacios Académicos Únicos.

INSTITUCIONES	Espacio Académico
UNIVERSIDAD DE MELBOURNE	Farmacología; Genomas funcionales y bioinformáticas; señalización celular y neuroquímica
UNIVERSITY OF AUCKLAND	Química verde contemporánea; Química medicinal; Problemas en el diseño y desarrollo de fármacos.
THE UNIVERSITY OF HONG KONG	Programación
UNIVERSIDAD DE MUNICH	Ingeniería de reacción y catálisis
INSTITUTO FEDERAL SUIZO DE TECNOLOGÍA DE ZÚRICH (ETHZ)	Seguridad, aspectos ambientales y gestión de riesgos



UNIVERSIDAD DE CHILE	Procesos y formulación de proyectos en la industria química; Legislación ambiental;
UNIVERSIDAD DE SAO PAULO	Bioquímica metabólica
UNIVERSIDAD DE ESTRASBURGO	Computación par química
UNIVERSIDAD TENICA DE MUNICH	Toxicología y derecho especial para químicos
UNIVERSIDAD DE KWAZULU-NATAL	Computación para ciencias naturales

- los perfiles de egreso centrados en el desarrollo de competencias encaminadas a:
 - Química aplicada a la farmacéutica.
 - Investigación básica y aplicada y desarrollo y colaboración interdisciplinar.
 - Gestión de proyectos y sistemas de información.
 - Análisis crítico para la solución de problemas globales en química.
 - Aplicación del conocimiento científico e innovador.
 - Aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables.

De otra parte, un análisis de los perfiles de egreso (Quintero y Mesa, 2021, pp. 24-28) y de las asignaturas de los programas internacionales con respecto al programa de Química de la Universidad de Antioquia, permite visualizar, en primer lugar respecto al egreso, una concordancia en la certificación de competencias para el desarrollo de investigación básica y aplicada, compromiso con el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables, colaboración y desempeño interdisciplinar, comunicación en segunda lengua (inglés) y solución de problemas globales en química, afirmando el compromiso socioambiental que debe tener el profesional. En segundo lugar, de acuerdo con los cursos evaluados para las instituciones internacionales, se encuentra concordancia o similitud con la universidad de Antioquia en cursos como:

Cursos Similares
Química general y/o principios de química
Química orgánica
Química inorgánica
Química analítica
Análisis instrumental
Química cuántica
Termodinámica
Cinética química

Al realizar el cruce de asignaturas entre los programas nacionales e internacionales con el programa de Química de la Universidad de Antioquia se localizan varios cursos disciplinares similares presentados en el cuadro 9. En este se observa que la UdeA no presenta asignaturas únicas en comparación a las demás universidades nacionales estudiadas y la existencia de una correlación al 100% en las áreas de química general, química orgánica, inorgánica, analítica y fisicoquímica; muy alta en bioquímica y media



en análisis instrumental. Y cuando se comparan con las universidades internacionales estudiadas, se evidencia una correlación del 100% para cursos como química general, orgánica e inorgánica, una correlación media con fisicoquímica y bioquímica, y muy baja con el curso análisis instrumental.

Cuadro 9. Comparativa de cursos de química compartidos de similar denominación entre la UdeA, IES nacionales e internacionales

Cursos Similares	% IES Nacionales que comparten la asignatura	% IES Internacionales que Comparten la asignatura
Química general	100	100
Química orgánica	100	100
Química inorgánica	100	100
Análisis instrumental	55	21
Química analítica	100	71
Fisicoquímica (Termodinámica y cuántica)	100	64
Bioquímica	91	57

Con respecto a las asignaturas de otros campos disciplinares: matemáticas, física y biología, el cuadro 10 detalla una correspondencia del 100% entre IES nacionales en calculo, física y biología y moderada en ecuaciones diferenciales; y con respecto a la IES internacionales, alta para calculo y física, baja para biología y muy baja para ecuaciones diferenciales.

Cuadro 10. Comparativa de cursos compartidos de otras áreas de similar denominación entre la UdeA, IES nacionales e internacionales.

Curso	% IES Nacionales que comparten la asignatura	% IES Internacionales que comparten la asignatura	Área
Calculo	100	79	Matemática
Ecuaciones diferenciales	82	29	Matemática
Física y laboratorios	100	86	Física
Biología (general)	100	43	Biología

En esta mirada nacional e internacional, el programa de pregrado de Química de la UdeA se corresponde, acorde con el estudio realizado, con una estructuración de contenidos disciplinares en las áreas de química general o básica, analítica, orgánica e inorgánica y fisicoquímica, lo cual posibilita procesos de transferencia e intercambio entre programas; desarrolla con mayor énfasis la línea de análisis instrumental y destaca la diversidad de líneas de énfasis y de trabajo de grado en el nivel de profundización,



posibilitando miradas y acciones amplias para la formación integral y el desempeño profesional.

3.5 Rasgos distintivos del programa

El programa de Química de la UdeA fundamenta la organización de su contenido disciplinar en una estructura lógica del conocimiento químico, en la cual diferentes niveles o categorías de conocimientos dan cuenta del estudio de la estructura de las sustancias, sus propiedades químicas y físicas, biológicas, energéticas y cinéticas, sus transformaciones y síntesis, representaciones y modelaciones moleculares. Esta fundamentación toma en consideración los hechos y las teorías de la química en sus relaciones científicas e históricas, sin que necesariamente tenga que referirse a aplicaciones prácticas o de utilidad. Es así como se pretende que la fundamentación y dominio disciplinar den cuenta de la formación en Química mediante la comprensión de lo que es la sustancia en los diferentes niveles de conocimiento (molar, molecular y eléctrico) y en las dimensiones composición/estructura, energía y tiempo, y como o por qué ocurren sus transformaciones y la síntesis de nuevas sustancias, la creación de nuevas especies químicas, orientados con las ideas expresadas en el numeral 3.1 de este documento.

Teniendo presente lo anterior se propone un programa académico cuya estructura conceptual de la Química es parte de las consideraciones de un currículo integrado, cuya esencia radica en la formación humana como desarrollo cognitivo, socioafectivo y práxico. Al promover el desarrollo cognitivo de los estudiantes, se encuentran tres aspectos centrales para la enseñanza:

- Organización, secuenciación y jerarquización de contenidos viables y pertinentes.
- Estrategias didácticas para promover la comprensión, el aprendizaje significativo, la consolidación de éste y su transferencia a situaciones nuevas y novedosas.
- Evaluación del aprendizaje y de la enseñanza.

Se realizan esfuerzos en las áreas académicas para estructurar los microcurrículos con los referentes conceptuales, procedimentales y actitudinales, y la evaluación de los aprendizajes en la perspectiva formativa, considerados desde el año 2014. Igualmente, se intenta establecer interrelaciones con los resultados de la autoevaluación, las teorías que orientan el abordaje del currículo, la reflexión sistemática sobre el discurso que se expresa y la práctica docente, con el propósito de estimular y reordenar las prácticas discursivas y pedagógicas, y cualificar la formación de los profesores y de los profesionales en química: competentes, creativos e innovadores para proponer y ejecutar proyectos enmarcados en la actividad investigativa, industrial, docente y con proyección social, que contribuyan a la identificación y solución de problemas del entorno y a la preservación del medio ambiente.

En esta línea, además de los anteriores rasgos distintivos del programa de pregrado en



Química de la UdeA, un distintivo central manifiesto en el plan de estudios, se expresa en los tres ciclos de formación: fundamentación y profesionalización y profundización, y la estructuración de este último en la opción de grupos de electivas en líneas de énfasis, de acuerdo a los proyectos y propuestas académicas de los grupos de investigación del instituto de química, líneas que a su vez trazan las rutas de trabajo de grado en cinco opciones: investigación, práctica profesional, práctica educativa investigativa, pasantía y monografía.

Es pertinente insistir en las orientaciones anotadas y el trabajo con ellas en las áreas académicas y su actualización permanente, en particular en el hoy y en el futuro cercano, a la luz de la política educativa para la educación superior expresada en resultados de aprendizaje en el Decreto 1330 de julio 25 de 2019, del Acuerdo 02 de julio 11 de 2020 del CESU y del Acuerdo Académico 583 del 22 de julio de 2021, que establece la Política de Procesos y Resultados de Aprendizaje (PPRA) de la Universidad de Antioquia.

3.6 Perfiles

3.6.1 Perfil del egresado

El Químico egresado del Programa de Pregrado en Química de la UdeA se podrá desempeñar en:

- Procesos de generación, transferencia y aplicación de conocimientos para el avance científico, tecnológico o académico en el área de la química.
- Administración de laboratorios dedicados a la producción, el análisis químico, el control de la calidad, y laboratorios de investigación y desarrollo.
- Validación y desarrollo de métodos y técnicas de análisis químico.
- Actividades de emprendimiento empresarial y transferencia de tecnología.
- Asesorías, consultoría y actividades comerciales relacionadas con el sector químico.
- Asesoría en la implementación y cumplimiento de la normatividad legal y vigente, relacionada con la química.
- Desempeñarse como docente en el área de conocimiento.
- Asesoría en la formulación e implementación de políticas públicas y normas relacionadas con la química en un contexto mas amplio de ciencia y tecnología.

3.6.2 Perfil y evaluación de los docentes

Perfil de los docentes

El profesor del programa de química es un docente universitario de la UdeA, de modo



administrativo adscrito a la FCEN-Instituto de Química, bajo la dependencia del Decano y director respectivo, contratado para desarrollar de modo integrado actividades de investigación, docencia, extensión y administración académica, constituyendo un compromiso profesional, ético y dinámico con el proceso de formación integral de los estudiantes, como un funcionario público humanista, responsable, interdisciplinario, racional y democrático, comprometido con la solución de los problemas sociales que coadyuva, dentro de la autonomía universitaria, a la prestación de un servicio público, cultural, inherente a la finalidad social del Estado.

En el ejercicio del desempeño profesional el docente transmite y promueve valores universales: curiosidad intelectual, que le permite expandir el conocimiento por la propia búsqueda e investigación; respeto por los demás, expresado en la disposición para escucharlos y comprender sus puntos de vista; capacidad para manifestar el desacuerdo con otros mediante la argumentación en insaciable búsqueda y construcción de conocimientos en espacios contextualizados de libertad e igualdad; y la no discriminación por razones de raza, sexo, edad, religión, condición social, cultural y concepciones políticas.

Los profesores de Cátedra, Visitantes y Ocasionales se vinculan a la Institución mediante contratos por períodos académicos determinados. Los profesores de planta del Instituto de Química se vinculan mediante concurso público de méritos, siguiendo los lineamientos establecidos en el Estatuto Profesoral de la UdeA (Acuerdo Superior 083 de 1996) y el Acuerdo Superior 342 del 30 de octubre de 2007; sus perfiles se definen considerando, principalmente, las necesidades de docencia del Instituto en relación con las tendencias en investigación y las oportunidades en extensión. Igualmente, los profesores ocasionales y de cátedra se vinculan acatando la normatividad establecida en el Acuerdo Superior 253 del 18 de febrero de 2003.

Los profesores de planta y ocasionales del programa de química han participado de procesos de convocatoria pública cumpliendo requisitos de formación pre y posgraduada en química y/o áreas afines, con trayectoria investigativa en una de las líneas ya establecidas en el instituto de química y/o con nuevas propuestas, y en programas de proyección social, así como experiencia docente de nivel universitario en la enseñanza de la química.

La planta profesoral actual del Instituto de Química está conformada por 45 profesores de planta, de los cuales 42 completaron programas de posgrado en un campo de la química, alcanzando 40 el título de doctorado y 2 de maestría; 10 profesores ocasionales y 23 de cátedra. Los profesores de planta se encuentran clasificados en las categorías de Profesor Auxiliar, Asistente, Asociado y Titular, como se detalla en el cuadro 11.

Cuadro 11. Profesores adscritos al Instituto de Química

Nombre del profesor/ profesora	Categoría	Nombre del profesor/ profesora	Categoría
--------------------------------	-----------	--------------------------------	-----------



ADRIANA PATRICIA ECHAVARRÍA ISAZA	Asociado	JORGE ANDRÉS MORENO LOPERA	Asistente
ALBEIRO ALONSO RESTREPO COSSIO	Titular	JUAN FERNANDO ESPINAL LÓPEZ	Asociado
ALEJANDRO RAMÍREZ VÉLEZ	Asociado	JULIÁN ANDRÉS ZAPATA OCHOA	Asistente
ALEXANDER SANTAMARÍA PALACIO	Titular	KAREN EDILMA GARCÍA TELLEZ	Titular
ANDRÉS FELIPE YEPES PEREZ	Asociado	LEÓN FELIPE OTÁLVARO TAMAYO	Titular
BEATRIZ OMAIRA HINCAPIE PALACIO	Asociado	LUIS FERNANDO ECHEVERRI LÓPEZ	Titular
BETTY LUCY LÓPEZ OSORIO	Titular	LUIS FERNANDO TORRES ROLDÁN	Titular
CACIER ZILAHY HADAD ARRIAGADA	Titular	LUIS FERNANDO GIRALDO MORALES	Asistente
CARLOS ALBERTO PELÁEZ JARAMILLO	Asociado	LUIS HUMBERTO PÉREZ ATEHORTUA	Titular
CARLOS EDUARDO OSTOS ORTIZ	Asistente	LUIS JAVIER GARCÉS TRUJILLO	Asociado
CARLOS ALBERTO LÓPEZ CÓRDOBA	Asistente	MARCELA MARÍA MANRIQUE MORENO	Titular
DIANA PATRICIA LÓPEZ LÓPEZ	Titular	MARIA VICTORIA ALZATE CANO	Titular
EDWIN BAIRON PATIÑO GONZÁLEZ	Asociado	MARÍA CONSUELO PINILLA BARACALDO	Titular
FABIO DE JESÚS ZULUAGA ÁNGEL	Titular	MARIO VÍCTOR VAZQUEZ CEBALLOS	Titular
GLORIA ESPERANZA MOYANO	Asociado	MIGUÉL ÁNGEL PUERTAS MEJÍA	Titular
GUSTAVO ADOLFO ESCOBAR PELÁEZ	Asociado	MÓNICA MESA CADAVID	Titular
HERLEY FERNANDO CASANOVA YEPES	Titular	NORA EUGENIA RESTREPO SÁNCHEZ	Asistente
JAIME ANDRÉS GALLEGUO MARÍN	Asociado	RICARDO ANTONIO TORRES PALMA	Asociado
JAMES ANTHONY SMITH	Asistente	WALTER ALONSO SANTOS ABELLO	Asociado
JEANETH TERESA CORREDOR GONZÁLEZ	Asociado	WILSON ALONSO RUÍZ MACHADO	Asistente
JHON JAIRO FERNANDEZ HINCAPIÉ	Asistente	WILSON ISIDRO CARDONA GALEANO	Titular
JOHN JAIRO PARRA BOHORQUEZ	Titular	WISTON QUIÑONES FLETCHER	Titular
JUAN CARLOS MUÑOZ ACEVEDO	Asistente		

La mayoría de los cursos propios de formación en química son impartidos por los profesores de planta y ocasionales del Instituto de Química; un bajo porcentaje de dichos cursos se asignan a profesores de cátedra, bajo circunstancias especiales en las cuales los profesores de planta u ocasionales, debido a su carga académica semestral, compromisos de investigación y/o extensión, no los pueden asumir directamente. Los cursos de fundamentación en matemáticas y física son impartidos por profesores adscritos, en diferentes categorías, a los institutos de Matemáticas y Física, quienes también pertenecen a la FCEN.

La mayoría de los profesores vinculados al Instituto de Química participan en grupos de investigación reconocidos y categorizados ante MinCiencias y detallados en el cuadro 12. El conocimiento generado por la investigación, realizada por los profesores, alimenta y fortalece el trabajo de formación de los estudiantes del programa de pregrado en



química. Un número alto de estos contribuyen sustancialmente al desarrollo de los proyectos de investigación.

Cuadro 12. Grupos de investigación Instituto de Química

Nombre del Grupo	Coordinador	Clasificación MinCiencias
CATALIZADORES Y ADSORBENTES	Adriana Echavarría	A
GRUPO DE QUÍMICA-FÍSICA TEÓRICA	Albeiro Restrepo	B
CIENCIA DE LOS MATERIALES	Betty Lucy López	A1
ANÁLISIS DE RESIDUOS	Carlos López	C
GRUPO DE BIOQUÍMICA ESTRUCTURAL DE MACROMOLÉCULAS	Edwin Patiño	A
GRUPO DE COLOIDES	Herley Casanova	A1
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN COMPUESTOS FUNCIONALES	Miguel Ángel Puertas	B
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN REMEDIACIÓN AMBIENTAL Y BIOCÁTÁLISIS	Ricardo Torres	A1
GRUPO INTERDISCIPLINARIO DE ESTUDIOS MOLECULARES	Nora Restrepo	A
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN POLÍMEROS	Luis Fernando Giraldo	B
QUÍMICA DE PLANTAS COLOMBIANAS	Wilson Cardona	C
QUÍMICA DE RECURSOS ENERGÉTICOS Y MEDIO AMBIENTE	Diana López	A1
QUÍMICA ORGÁNICA DE PRODUCTOS NATURALES	Winston Quiñones	A1
SÍNTESIS Y BIOSÍNTESIS DE METABOLITOS NATURALES	Felipe Otálvaro	B
METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA.	María Victoria Alzate	No clasificado
SISTEMAS COMPLEJOS Y QUÍMICA DEL SILICIO	Alejandro Ramírez	No clasificado

La UdeA, en su propósito de incentivar la búsqueda constante de la calidad en los procesos de docencia, dispone para sus profesores de diversos programas de capacitación. El Programa de Desarrollo Pedagógico Docente forma el profesorado de la Universidad en temas afines con la educación, pedagogía, didáctica, currículo, análisis de las prácticas docentes, y procesos de investigación y extensión que apoyen la formación integral del profesor universitario. El Programa Integración de Tecnologías a la Docencia provee y promociona servicios de capacitación, asesoría y acompañamiento de la comunidad académica en relación con el uso de las nuevas tecnologías. El Programa de Capacitación Docente en lengua extranjera promueve la formación de los profesores en una segunda lengua, con el fin de prepararlos para enfrentar los retos académicos que exige la educación superior y fortalecer la política en lengua extranjera (Acuerdo 334 de 2008), la cual reglamenta las competencias a certificar para pregrado y posgrado.



Los profesores de la UdeA también disponen de un sistema de apoyo a su labor profesoral, el cual incluye: Comisión de estudios, Comisión de servicios, Dedicación exclusiva y el Fondo Patrimonial. Sistema gestionado por la Vicerrectoría de Docencia con el fin de promover la actualización e investigación de los docentes vinculados a nuestra Alma Máter.

Evaluación de los docentes

El Estatuto Profesoral de la UdeA (Acuerdo Superior 083 de 1996) regula las relaciones entre la Universidad y sus profesores. Contiene aspectos como el régimen de vinculación y promoción, las categorías, el retiro y demás situaciones administrativas; los derechos, las funciones y las obligaciones correspondientes a cada categoría y dedicación; las inhabilidades e incompatibilidades; un sistema de evaluación integral y periódico del desempeño; el régimen disciplinario; las distinciones y los estímulos académicos y económicos, en función de la excelencia académica; y las condiciones y los procedimientos para la renovación de la vinculación del profesor.

La evaluación profesoral es un proceso permanente, consolidado cada año, mediante la ponderación de las calificaciones obtenidas por el profesor en las diferentes funciones y actividades consignadas en su plan de trabajo. Se procura que la evaluación sea objetiva, imparcial, formativa e integral, y valore el cumplimiento y la calidad de las actividades desarrolladas por el profesor, ponderadas según la importancia de estas y el grado de responsabilidad del docente. La evaluación tiene como mayor finalidad conocer los niveles de desempeño de los profesores con el fin de adoptar las medidas necesarias que permitan alcanzar la excelencia. En este sentido, la evaluación está dirigida a: 1. Identificar los aciertos y desaciertos de la actividad académica. 2. Fijar políticas y estrategias para preservar y estimular los aciertos, y para corregir los desaciertos. 3. Mejorar el desempeño del profesor y de su respectiva unidad académica. Con base en los informes de evaluación, en los casos en que fuere pertinente, la Universidad programa cursos y actividades de perfeccionamiento para los profesores que presenten deficiencias.

La evaluación de los profesores de tiempo completo y medio tiempo se define en el Título Segundo, Capítulo IV, del Estatuto Profesoral, y es reglamentada por el Acuerdo Académico 111 del 19 de agosto de 1997 de la Universidad de Antioquia. Para los profesores de cátedra, la reglamentación se encuentra en el Título I, Capítulo V, del Estatuto del Profesor de Cátedra y Ocasional. Las competencias y el proceso de evaluación para los profesores vinculados de planta y para los profesores de cátedra y ocasionales están especificados en los Artículos del 82 a 88 del Estatuto Profesoral y Artículos del 18 al 20 del Estatuto del Profesor de Cátedra y Ocasional, respectivamente.

Según lo dispuesto en el Acuerdo Académico 0111 del 19 de agosto de 1997, la evaluación del desempeño docente se realiza cada vez que el profesor cumple un año de vinculación a la institución, mediante mecanismo estructurado y avalado en la FCEN. El resultado de la evaluación es condición para la ubicación y promoción de los



profesores en el escalafón, su permanencia en la Universidad y el otorgamiento de estímulos académicos. Los docentes son evaluados en las diferentes labores misionales de la Universidad de Antioquia, consignadas en el plan de trabajo de cada profesor. Una vez este ha sido aprobado por el Consejo de Facultad, se convierte en documento de referencia de las labores que desarrolla durante el semestre calendario. Al final de cada período se realiza una autoevaluación conjunta con la Dirección del Instituto y una evaluación por parte de los estudiantes en cada curso. El consolidado de los resultados de estas evaluaciones es procesado por el Comité de Evaluación Profesorado de la FCEN, y comunicado al docente, quien debe tener en cuenta las observaciones y sugerencias para mejorar su desempeño en el siguiente período.

De otra parte, para ser nombrado profesor de la Universidad de Antioquia se requiere tener título profesional universitario, formación de posgrado, experiencia docente y en investigación. La incorporación se efectúa previo concurso público de méritos, cuya reglamentación está a cargo del Consejo Superior y la Vicerrectoría de Docencia autoriza la convocatoria pública. La definición de los perfiles, la calificación de méritos y la escogencia de los candidatos elegibles son adelantadas por la Facultad interesada, con la participación de las Vicerrectorías de Docencia, Investigación y/o de Extensión, según el caso. El profesor ingresa clasificado en la categoría Período de Prueba y evaluado al concluir los primeros seis meses de su vinculación y al finalizar el primer año como aspirante a la carrera docente.

Para ingresar a la Carrera de Profesor Universitario es indispensable haber obtenido una evaluación favorable del desempeño docente, por parte del respectivo Consejo de Facultad durante el período de prueba. Evaluación realizada con base en la reglamentación expedida por el Consejo Académico. El ascenso a las diferentes categorías previstas en el Estatuto Docente está reglamentado por el Consejo Superior.

Respecto a los estímulos a los docentes, en concordancia con el artículo 71 de la Constitución Nacional, el Consejo Superior establece distinciones académicas y estímulos económicos, sin constituir estos un factor salarial y reglamenta su otorgamiento. Mediante los estímulos académicos, la Universidad propicia y exalta la excelencia académica de los profesores. Los estímulos académicos son: la capacitación institucional, el año sabático, las distinciones, los reconocimientos en la hoja de vida, y la asignación de recursos para el desarrollo de proyectos específicos. Todos son otorgados teniendo en cuenta los méritos académicos; adicionalmente, para la asignación del año sabático y de recursos al desarrollo de proyectos específicos, y para la capacitación institucional, se tienen en cuenta el área de competencia del profesor, y la relación de las actividades autorizadas y apoyadas, con los programas y planes de la dependencia respectiva y de la Universidad, si fuere del caso.

3.7 Coherencia del programa con los principios institucionales

La investigación, la docencia y la extensión, constituyen los ejes de la vida académica



de la UdeA, una tríada articulada para el logro de los objetivos institucionales de carácter académico y social. Las actividades académicas de investigación, docencia y extensión promueven, desde cada disciplina o profesión, la cooperación y el desarrollo recíproco en la búsqueda del conocimiento y en su aplicación.

En el Plan de Desarrollo 2017-2027, la UdeA reafirmar su carácter de institución pública de educación superior al servicio del avance del conocimiento, la formación integral y la promoción de las culturas. “La Alma Máter se proyecta internacionalmente y se compromete con la transformación de sí misma y de los territorios, contribuyendo a la equidad, la paz y la sostenibilidad ambiental”.

La misión del programa de Química en concordancia con la misión de la UdeA comparte el compromiso de la formación integral de talento humano, con criterios de excelencia académica y ética, para contribuir a la construcción del país, aportando al desarrollo científico, tecnológico y social.

Al igual que la misión, la visión del programa de Química propende, de modo coherente con la visión institucional, por la búsqueda permanente de la excelencia académica nacional e internacional, a través del liderazgo en la transformación socioeconómica del país y del respeto por el ambiente.

El programa de Química asume los principios y valores institucionales, particularmente aquellos relacionados con el fomento de la creación, el desarrollo, la búsqueda y adaptación del conocimiento en beneficio del crecimiento humano y científico, comprometidos con una especial responsabilidad con la sociedad. Aunado a la institución, el programa de Química se compromete con la reafirmación de los valores de la nacionalidad, en su diversidad étnica y cultural; el respeto a las diferentes ideologías; la expansión de las áreas de creación y disfrute de la cultura; la protección y el aprovechamiento nacional de los recursos naturales, en el horizonte de la ecoética.

El programa de Química se integra a la filosofía que la UdeA plantea en su Estatuto General, donde predomina la responsabilidad y la contribución social, al formar personas que aportan, con principios éticos, al desarrollo de la región y del país. Mediante los objetivos y el currículo, el programa de Química apoya la misión institucional, y se compromete a formar profesionales en Química:

- con dominio de su disciplina para comunicarla y aplicarla, y con un grado de autonomía suficiente para apropiarse de los desarrollos relacionados con su campo.
- con capacidad de liderazgo en la sociedad colombiana, mediante la investigación básica y aplicada, el desarrollo y optimización de la industria química, el peritazgo y asesoría en cuestiones químicas, la docencia y la extensión en química y áreas interdisciplinarias.
- con idoneidad para desarrollar investigación de altos estándares científicos y éticos sobre materiales y procesos de interés industrial, biológico-medicinal,



energético, ambiental y de aprovechamiento sostenible. También, que exploren ámbitos nuevos de investigación en química y áreas interdisciplinarias.

3.8 Resultados de aprendizaje

A partir del año 2019, la política nacional de educación superior reglamentada en el Decreto 1075 de 2015, fue modificada por el Decreto 1330 del 25 de julio de 2019, el cual actualiza el modelo de acreditación (o modelo de evaluación y autoevaluación) en alta calidad para los programas de pregrado y posgrado, e incorpora los resultados académicos y los resultados de aprendizaje a la normatividad que rige los procesos de calidad de la educación superior, como un componente inherente a la cultura de autoevaluación.

De acuerdo con este cambio, el Consejo Nacional de Educación Superior (CESU), mediante el Acuerdo 02 del 01 de julio de 2020, actualiza el modelo de acreditación en alta calidad e indica la incorporación de los Resultados de Aprendizaje como indicadores de logro de los procesos académicos. Y, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), mediante las Resoluciones 015224 del 24 de agosto de 2020 y 021795 del 19 de noviembre de 2020, establece los parámetros de evaluación, autoevaluación y verificación de las condiciones de calidad de un programa para la obtención y renovación del registro calificado; y, dispone que toda institución de educación superior (IES), establezca la existencia e implementación de las políticas académicas asociadas al currículo, las actividades académicas y los créditos, y los resultados de aprendizaje; además, que deben definir los resultados de aprendizaje, en coherencia con la modalidad y el contexto del programa.

En consonancia con estas modificaciones de política pública de la educación superior, el Acuerdo Académico 583 del 22 de julio de 2021, establece la Política de Procesos y Resultados de Aprendizaje (PPRA) de la Universidad de Antioquia, en coherencia con el Acuerdo Superior 444 del 25 de julio de 2017, por el cual se adopta el Plan de Desarrollo de la Universidad de Antioquia 2017-2027 “Una Universidad innovadora para la transformación de los territorios”, el cual considera entre sus objetivos estratégicos, el de articular la investigación y la extensión a la docencia para la formación integral y la excelencia académica mediante los lineamientos de *“políticas curriculares, con didácticas y pedagogías actualizadas, que atiendan al principio de excelencia académica a través del desarrollo de las disciplinas y las profesiones, la integración de saberes, la solución de problemas y la integración de los egresados a la sociedad”* y de una *“formación integral y humanista comprometida con la construcción de paz, la democracia, la justicia social, el bienestar y la responsabilidad con el ambiente y la biodiversidad.”*

Es así, como el Acuerdo Académico 583 del 22 de julio de 2021 y su documento anexo “Política Institucional de Procesos y Resultados de Aprendizaje -PPRA-“, como componente integrante de él, aportan orientaciones generales para el diseño,



implementación y valoración de los procesos de evaluación que configuran resultados de aprendizaje, desde una concepción de la evaluación como proceso articulado a los diseños pedagógicos, curriculares y didácticos de los diferentes programas académicos de la UdeA.

Es este Acuerdo Académico y en su documento anexo, se exponen el objeto de la PPRA, los propósitos, los fundamentos de la política, el alcance, la descripción para la enunciación de los procesos y/o los resultados de aprendizaje en el currículo, el mesocurrículo, los microcurrículos y en los perfiles planteados de cada programa, y la implementación y transición que debe adoptar cada programa.

En una perspectiva de futuro cercano, el programa de química debe organizar las estrategias de socialización para facilitación de la apropiación del Acuerdo Académico 583, por parte de las comunidades académicas de profesores, estudiantes y administrativos, así como elaborar el plan de implementación de la PPRA y de actualización del PEP, en la mira de los tiempos y condiciones legales para efecto de la renovación del registro calificado del programa, el cual en el presente, tiene una vigencia de 7 años a partir de mayo del año 2018. El cuadro 13 detalla una ruta para el abordaje del Acuerdo Académico 583 y su documento anexo PPRA, y la concreción en los microcurrículos.

Cuadro 13. Ruta para abordaje de resultados de aprendizaje

Fecha	Actividad	Documentos	Encargado	Tipo
Primera semana Noviembre	Socialización: Normatividad Sobre Resultados de aprendizaje.	AA583 de 2021 + Anexo, Decreto 1330 de 2019, Acuerdo 02 CESU.	Vicedocencia	Capacitación
Segunda semana Noviembre	Informe Rutas de Acreditación de los programas del instituto: Objetivos, Perfiles, Competencias, Resultados de Aprendizaje	PEP's, Planes de mejoramiento		
Resultado: Julio 2022	Identificar resultados de aprendizaje del programa y los microcurrículos y expresarlos de modo escrito. Definir cronograma de trabajo con vicedocencia y áreas	Planes de asignatura y Acuerdo de mínimos conceptuales (AF119), procedimentales y actitudinales	Asesor de vicedocencia	Curso-Taller in situ

Finalmente, tener presente que con un año de antelación al 2025, deberá estar elaborada y aprobada la actualización del presente documento PEP. Es decir, en pocos meses a partir de la fecha, deberá abordarse la transición y la implementación de la



PPRA para el programa de pregrado en química de la UdeA, a fin de cumplir con la renovación del registro calificado en el año 2025, y avanzar en el desarrollo progresivo de la formación integral, humanista y de excelencia académica de los estudiantes, comprometida con la construcción de paz, la democracia, la justicia social, el bienestar y la responsabilidad con el ambiente y la biodiversidad, como se enuncia en el plan de desarrollo institucional 2017-2027.

4. COMPONENTES PEDAGÓGICOS Y CURRICULARES

4.1 Componentes pedagógicos

El modelo pedagógico del pregrado en química tiene su fundamento en principios pedagógicos, curriculares y didácticos, manifiestos en los documentos rectores de la transformación curricular de los programas de pregrado en la FCEN (2013, versión 3) y del pregrado en química (2014), complementados con otros titulados: Hacia el modelo pedagógico–didáctico de la facultad de ciencias exactas y naturales, La evaluación de los procesos formativos y A propósito de la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en la docencia. Estos se entrelazan con los proyectos Cultura Académica, Cátedra Universitaria, Plan de Acompañamiento Permanente PAP y Currículo y Gestión Tecnológica. La interacción social entre profesores y estudiantes y entre estudiantes es favorecida con el uso de herramientas tecnológicas como: Moodle, Zoom, Suite Educativa de Google, OfficeTeams, Chat Institucional, Padlet, Miro, Mentimeter, Canva, entre otras.

4.1.1 Concepción de enseñanza y aprendizaje: fundamentación pedagógica

Los principios pedagógicos, curriculares y didácticos se sustentan en los enfoques cognitivo, social, enseñanza para la comprensión y aprendizaje significativo.

PRINCIPIOS PEDAGÓGICOS

LA FORMACIÓN INTEGRAL

La formación del químico está comprometida con favorecer y potenciar las capacidades y valores de un ser humano en las dimensiones: cognitiva, académica, profesional e interactiva en su comunidad química y con otros grupos de la ciencia, la tecnología, la industria, el comercio, los servicios y la educación. Un ser humano autónomo, con conciencia social, crítico, creativo e innovador, participativo y comunicativo,

Para esto, el currículo de química abarca los contenidos en términos de interacción social, gestión y modelo, para promover aprendizajes significativos de conceptos, metodologías experimentales y lenguajes científicos, de su transferencia a situaciones químicas conocidas y nuevas, de interpretaciones adecuadas de la realidad y de la cultura que cada ser humano colectiviza a fin de definir su estructura mental y sus



relaciones sociales.

LA INVESTIGACIÓN FORMATIVA

La formación del químico integral promueve e impulsa el espíritu investigador, emprendedor e innovador, el trabajo en grupo (colaborativo y cooperativo), la actitud crítica y la capacidad creativa para reconocer, indagar y auscultar alternativas a la solución de problemáticas del campo de la ciencia química, de sus aplicaciones y de otras implicadas en la industria, el ambiente, la educación y el análisis documental en química, en pro del bienestar humano. Es componente del trabajo de grado, de la participación en grupos de investigación y de asignaturas que planean y estimulan el espíritu y la capacidad investigativa por medio de actividades como formulación y análisis de problemas teóricos y experimentales; recolección, sistematización y transformación de datos, productos del trabajo experimental, a diversas formas representacionales; elaboración de explicaciones e interpretaciones y su exposición y diálogo en clase u otro modo público; la consulta bibliográfica, de bases de datos, software molecular y la manipulación de diversos recursos digitales.

PRINCIPIOS CURRICULARES

Seis principios curriculares orientan la formación integral en química: Pertinencia, flexibilidad, interdisciplinariedad, integralidad, inclusión e internacionalización.

PERTINENCIA CURRICULAR

Este principio se relaciona con el cómo el proceso formativo se vincula con la realidad social, ambiental, científica y tecnológica de la química en diversos ámbitos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y demás subregiones del departamento, así como a nivel nacional e internacional. Se expresa mediante la vinculación efectiva del instituto de química al entorno social y cultural a través de diferentes proyectos de investigación, de aula, trabajo de grado, educación continua y de proyección social.

FLEXIBILIDAD CURRICULAR

Este principio alude a las dinámicas pedagógicas y a la movilidad académica estudiantil tanto en el programa de química como en la interacción con otros afines, siempre direccionados a lograr y potenciar los propósitos de formación y el perfil del químico de modo abierto al mundo cambiante y de las complejidades del hoy y del mañana en la ciencia química, con su cada vez mayor impacto social en la vida humana, en la preservación del ambiente y de la biodiversidad, y en el desarrollo sustentable, así como en las conexiones con las expectativas personales y sociales del estudiante y del profesor.

INTERDISCIPLINARIEDAD

Este principio apunta al progresivo dominio del conocimiento químico en profundidad y complejidad, en su comprensión y argumentación, y su abordaje en el tratamiento de problemas teóricos y/o prácticos en perspectiva disciplinaria relacional de las áreas de



química e interdisciplinaria, a lo largo de los ciclos de formación, en las interacciones de estudiantes y profesores, que reconocen como cientos de especies químicas impactan la diversidad de la investigación química, la industria y el comercio, los servicios, la economía, el ambiente, la biodiversidad y la salud, entre otros contextos, y promueven la cooperación en los procesos de indagación del conocimiento y su aplicación.

INTEGRALIDAD

La formación integral del químico se expresa en conocimientos, actitudes, normas y valores interiorizados, constituyentes esenciales de la persona y guía de sus formas de pensar, sentir y actuar de modo reflexivo, crítico y autocrítico en las interacciones con la realidad y coherente con los principios éticos y del ejercicio de la profesión del químico. Esto implica a la facultad CEN, al instituto de química y al comité de pregrado de química, favorecer y desarrollar las capacidades humanas del estudiante de química, en todas sus dimensiones: socio-interactiva y comunicacional, cognitiva, actitudinal, práctica, académica y profesional.

INCLUSIÓN

La Universidad de Antioquia y en ella la FCEN y el programa de Química, reconocen la heterogeneidad cultural, social y de género de sus comunidades; la capacidad de potenciar y valorar la diversidad; el respeto a ser diferente y a promover en la estructura intercultural de la universidad y de sus procesos educativos, la participación con equidad, calidad y atención a las expectativas y necesidades de todos los estudiantes, examinando y procurando superar las barreras sociales y de bienestar, pedagógicas y didácticas para la participación, el aprendizaje significativo, la comprensión y la graduación.

INTERNACIONALIZACIÓN

La internacionalización en la UdeA, FCEN y en el programa de química tiene la misión de promover y favorecer mediante procesos de cooperación académica, científica y cultural, el quehacer de la Institución y contribuir al desarrollo de la región y del país. Busca fortalecer la investigación, docencia y extensión en el respectivo campo de conocimiento, mediante un contexto de calidad que le permita articularse con éxito en un mundo globalizado, teniendo en cuenta los principios que orientan el desarrollo de la Universidad, y de conformidad con el marco legal y filosófico de la Institución.

PRINCIPIOS DIDÁCTICOS

El enfoque cognitivo social o pedagógico constructivista, sustenta una didáctica de la enseñanza para la comprensión y el aprendizaje significativo como procesos de construcción social e individual del conocimiento. La enseñanza centrada en el aprendizaje de los alumnos, preocupada por el cómo enseñar, entusiasmar y la humanización en el aula presencial y/o virtual, por cómo aprenden nuestros estudiantes, y cómo diseñar y procesar la evaluación de los aprendizajes. Perspectiva fundamentada en los enfoques enseñanza para la comprensión y aprendizaje



significativo.

ENFOQUE PEDAGÓGICO CONSTRUCTIVISTA

El enfoque pedagógico constructivista es un pensamiento epistemológico que considera que el individuo en los aspectos cognitivos, afectivos y sociales del comportamiento humano no es un mero producto del ambiente, ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia y continua en el tiempo, producida en el día a día como resultado de la interacción entre el sujeto (disposiciones internas) y el contexto socio cultural. El conocimiento es una construcción del ser humano, realizada en un proceso continuo a partir de los esquemas (conocimientos, experiencias, lenguajes y representaciones) que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el contexto social y cultural que habita y con el cual interacciona a lo largo de la vida.

En esta mirada, el aprendizaje es un proceso dinámico y participativo, en el cual la persona que aprende es un sujeto activo y participativo de la construcción de su conocimiento mediante la interacción con una enseñanza (profesor) que gestiona la arquitectura del escenario de aprendizaje, en procura de que el estudiante elabore de modo consciente y ordenado, y de acuerdo con la lógica del conocimiento químico contemporáneo y de otros propios de la formación, la comprensión que se requiere del conocimiento teórico, experimental y simbólico. El alumno aprende constructivamente, con claridad y firmeza, en la medida que los métodos utilizados por el docente conduzcan a ello, para que el aprendizaje activo y significativo se dé y la meta de la comprensión se convierta en realidad.

ENSEÑANZA PARA LA COMPRENSIÓN

La segunda transformación curricular del programa de química (año 2012-2014) es el camino para propiciar una nueva concepción académica y pedagógica que favorezca la comprensión del conocimiento científico en química, sus métodos y lenguajes, y su utilización en acciones emprendedoras, innovadoras y productivas para el desarrollo sustentable, tecnocientífico, para la inserción de los egresados en los diferentes sectores ocupacionales de la química, para el bien social e individual.

El enfoque nombrado como “enseñanza para la comprensión” sitúa el énfasis del proceso educativo en la búsqueda y obtención de la comprensión por los estudiantes, entendida esta como la aptitud para realizar una amplia variedad de tareas que requieren pensamiento respecto a un tema, por ejemplo, razonar acerca de ello, percibirlo de modo crítico, relacionarlo con otros tópicos e ideas, explicarlo, localizar evidencias y ejemplos, generalizarlo, aplicarlo, presentar analogías y representarlo de una manera nueva, es decir, implica la realización de las actividades que no sólo demuestran la comprensión de un tema sino que, al mismo tiempo, la aumenten (Perkins, 2005).

La comprensión es una construcción intencionada del estudiante, que requiere de una



enseñanza (profesor) que diseña y promueve una pregunta significativa, un problema, un proyecto a desarrollar, una situación intelectualmente desafiante, de tal modo que ofrezcan un motivo y un significado al esfuerzo de pensar. El enfoque del aprendizaje significativo contribuye sustantivamente a visualizar la senda didáctica de la enseñanza para la comprensión.

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

El aprendizaje significativo es aprendizaje con significado, con comprensión y capacidad de interpretar, explicar y aplicar el conocimiento adquirido en la solución de situaciones o problemas nuevos. Es un proceso mental, no arbitrario y no literal, que crece de manera progresiva a lo largo del tiempo, mediante rupturas y filiaciones con ideas, representaciones y experiencias relevantes y pertinentes, previamente asimiladas o aprehendidas.

Ausubel (1982, 82) creador de este modelo cognitivo, expresa que “El significado no es una respuesta implícita, sino una experiencia consciente articulada de una manera clara y diferenciada con precisión que surge cuando se relacionan de una manera no arbitraria y no literal signos, símbolos, conceptos o proposiciones potencialmente significativos con componentes pertinentes de la estructura cognitiva de un individuo dado y se incorporan a ellos”.

La nueva información potencialmente significativa se corresponde con contenido conceptual, procedimental y/o actitudinal específico, y presentado por medio de formas simbólicas, para el caso de la química símbolos elementales, fórmulas químicas como unidades fórmula y moleculares, ecuaciones químicas, palabras químicas, conceptos o proposiciones, teorías, dibujos u otras formas de representar moléculas, gráficos, mapas conceptuales, diagramas de flujo entre otros.

El lenguaje químico es una actividad mental, se requiere ser consciente de él y como todo lenguaje interviene como mediador (Vygotsky, 1996) al igual que el profesor, ya que el lenguaje cumple tres funciones como diría Vergnaud (1990), acción de comunicación, acción de representación y acción de ayuda al pensamiento. Acciones llevadas a cabo mediante la interacción social como el trabajo colaborativo y debates, elaboración de informes de laboratorio y exposiciones en clase o en otros espacios. También, mediante el cuestionamiento, el planteamiento de preguntas, la búsqueda de respuestas, el intercambio de significados y su negociación, la resolución de problemas, todo lo cual se hace a través del lenguaje natural, del químico y de otros propios de las disciplinas científicas como la física, matemáticas y biología.

En la formación en química estos lenguajes deben aprenderse significativamente para seguir aprendiendo de manera significativa nueva información que la formación personal y la sociedad demandan. Aprender un contenido de una asignatura de manera significativa es aprender significativamente contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales y los lenguajes que los acompañan (Moreira, 2010).



Contenidos y estrategias didácticas son estructuradas en el plan de asignatura por el docente, con atención a los principios pedagógicos, didácticos y curriculares con la intencionalidad de facilitar aprendizajes significativos en diversos contextos químicos y con prácticas de evaluación que propicien el aprendizaje significativo y la comprensión, de modo que el estudiante pueda captar los conceptos nuevos y relacionarlos con lo que ya sabe, acepte aprender de manera comprensiva y avanzar a través de los ciclos formativos en profundidad y complejidad del conocimiento químico.

4.1.2 Modalidades y métodos docentes. Didácticas

Con la finalidad de facilitar aprendizajes significativos y la comprensión, el profesor del programa de Química tiene en cuenta para la estructuración de la enseñanza:

- La definición de los propósitos y el alcance general de la asignatura de acuerdo con los objetivos de formación, y coherente con ello, listar, seleccionar y estructurar los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, organizarlos y secuenciarlos.
- El conocimiento previo de los estudiantes: conceptos, experiencias, representaciones moleculares, lenguaje químico y de otras ciencias.
- La utilización del conocimiento previo del estudiante para la interacción con nuevos conceptos, experiencias y lenguaje de la química.
- La detección del error en los conocimientos y habilidades de los alumnos y la facilitación de actividades que promuevan su superación de modo consciente, como reelaboración de explicaciones y argumentaciones, de informes de laboratorio, de mapas conceptuales y representaciones moleculares, tablas de datos y resultados y su interpretación, entre otros.
- La estructuración lógica del conocimiento químico coherente con los enfoques contemporáneos y las relaciones con contenidos de la biología, la física y las matemáticas entre otros.
- La organización de los materiales y actividades a proponer a los estudiantes.
- Las actividades de consolidación del conocimiento asimilado por los alumnos.
- Las actividades de transferencia del conocimiento asimilado a la solución de problemas nuevos y novedosos, u otras situaciones consideradas relevantes y pertinentes para el aprendizaje del estudiante.
- El desarrollo de los laboratorios como espacios dinamizadores de aprendizaje significativo, donde el contenido debe ser objeto de reflexión, crítica y, seguramente, de modificación en perspectiva del modelo curricular integrado; el trabajo de laboratorio debe articularse con los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.
- El uso de las tecnologías de la información y la comunicación, en particular el manejo de bases de datos químicos y de software molecular, la consulta bibliográfica y cibergráfica.



Las anteriores consideraciones constituyen orientaciones para favorecer la puesta en acción de metodologías activas como: el aprendizaje basado en el planteamiento y resolución de problemas; trabajo experimental creativo; trabajo colaborativo mediante el desarrollo de proyectos; seminarios; paneles; estudio de casos; tutorías y asesorías entre otras. Ejercicio de la libertad de cátedra y la coordinación en el área.

La solución de problemas puede ser entendida, entre varias opciones didácticas, como una de las acciones más complejas del pensamiento (otra es la lectura y escritura a nivel meta-semántico). En la actividad de resolver problemas se centra la acción principal del científico y de diversos campos laborales, y en ella, el estudiante puede evidenciar logros de aprendizaje significativo y avanzar en el progreso de su estructura mental. La resolución de problemas en química es una actividad cognitiva, crítica y reflexiva, con demandas de dominio conceptual, experimental, representacional, de colaboración y comunicación en química.

En síntesis, el modelo pedagógico-didáctico basado en un aprendizaje significativo y en la enseñanza para la comprensión, problémico y desarrollador, es un aprendizaje vivencial e integrador que tiene para la enseñanza, como punto de partida, los conocimientos previos de los estudiantes y el trascender a modelar en el aula de clase, algunos problemas químicos manifiestos en la sociedad y el ambiente, a fin de conducir el encuentro, más significativo y fructífero posible, entre el estudiante y los contenidos de aprendizaje.

4.1.3 Evaluación de los aprendizajes

El Reglamento Estudiantil de Pregrado –Acuerdo Superior 1 de 1981–, establece en el Capítulo VII, Artículos 79 a 125, los lineamientos generales de la evaluación del aprendizaje. Parte del principio, “la evaluación debe ser un proceso continuo que busque no sólo apreciar las aptitudes, actitudes, conocimientos y destrezas del estudiante frente a un determinado programa académico, sino también lograr un seguimiento permanente que permita establecer el cumplimiento de los objetivos educacionales propuestos”. Y establece que es el Consejo de la Facultad que administra el respectivo Programa, quien fija las condiciones particulares de la evaluación, previa recomendación del Comité de Currículo, quien aprueba los planes de asignatura de cada uno de los cursos que se imparten semestralmente, y en estos se discriminan los lineamientos para la evaluación.

En esta perspectiva institucional de la evaluación, se trata de la evaluación del proceso formativo, de su regulación o evaluación formativa, y de su autorregulación o evaluación formadora, dirigidas a la formación integral del estudiante. Su sentido es el mejoramiento continuo, de modo intencionado, del proceso de la enseñanza y del aprendizaje, del perfeccionamiento y de la indagación de alternativas de enseñanza apoyadas en una diversidad de estrategias como: actividades colaborativas, seminarios, proyectos, investigaciones, resolución de problemas, discusiones y paneles, y menos



uso del tablero y de las filminas entre otras.

La evaluación formativa es la expresión de los procesos de regulación y se cataloga como diagnóstica, sumativa y recursiva; y la formadora, tiene sentido de autorregulación y se organiza como autoevaluación y coevaluación, ya sea en situación individual o compartida en grupos pequeños de estudiantes respectivamente.

La evaluación formativa y la formadora es una forma de incidir en el aprender a aprender, en el aprender a desaprender, en el potenciar el desarrollo de la crítica y la autocrítica y de las capacidades y actitudes intelectuales para el desempeño profesional en química, y al mismo tiempo, formar parte de la cultura y estar fuera de ella, capaz de cambiar y de adaptarse al cambio sin ser dominado, capaz de convivir con la incertidumbre, la recursividad de los conceptos y las representaciones, la relatividad, la probabilidad, la no dicotomía de las diferencias y el rechazo a las definiciones absolutas y a las acciones aisladas.

La evaluación de los aprendizajes en la formación en química se lleva a cabo de modo continuo, fundamentada en la reflexión y el establecimiento de consensos entre profesores respecto a qué evaluar. En este sentido se consideran aspectos en el diseño y proceso de evaluación como:

- Las concepciones o conocimientos previos de los alumnos sobre los conceptos, experiencias, lenguaje químico y representaciones moleculares.
- Los cambios que se presentan en las concepciones mediante la participación de los estudiantes durante la construcción y reconstrucción de los conocimientos.
- La comprensión de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales básicos en química, su progreso y complejidad.
- El estado de conceptualización alcanzado frente a los saberes de la química, la física, las matemáticas y otros.
- La capacidad para aplicar los conocimientos, representaciones moleculares y la utilización del lenguaje químico en el trabajo experimental.
- Las estrategias y procedimientos utilizados para plantear y resolver problemas teóricos y/o experimentales.
- Los estilos de trabajo individual y colectivo.
- La adquisición de destrezas y la participación individual en tareas colectivas.
- El interés por ampliar los conocimientos discutidos en el aula.
- La capacidad de lectura y escritura de temas relacionados con el área de la química y la acción recursiva para el aprender a aprender y a desaprender.
- La capacidad para interpretar, plantear y resolver problemas químicos.
- La capacidad de reflexionar, críticamente, sobre lo que se le enseña, escucha, lee, escribe o argumenta.
- Las formas de comunicación de: concepciones y conceptos; de procedimientos, datos y resultados experimentales; y de las diversas representaciones



moleculares.

- El desarrollo de cualidades socioafectivas: actitudes, comportamientos, valores y principios.
- Las expectativas, la motivación, el interés y la participación en las actividades experimentales y de conceptualización.
- La formación en relación con el compromiso con la comunidad de acuerdo con las actividades planeadas ya sea en una dada asignatura y/o de proyección social.
- La inserción de las TIC, (bases de datos químicos, software molecular, cibergrafía) en la enseñanza y la apropiación de estas por los estudiantes en sus explicaciones y argumentaciones, e informes de laboratorio entre otros.

Para llevar a cabo la evaluación en el programa de química se consideran varias estrategias como: el trabajo de laboratorio y en talleres, los cursos teóricos, la consulta bibliográfica, la resolución de problemas y simulaciones moleculares. Estas estrategias se apoyan en instrumentos evaluativos como:

- Exámenes parciales y quises escritos.
- Exposiciones orales.
- Informes de laboratorio.
- Formulación y reformulación de preguntas, representaciones moleculares, ecuaciones químicas, datos y resultados experimentales.
- Sustentaciones de tarea, consulta o de contenidos desarrollados.
- Mapas conceptuales y/o mentales.
- Resumen de lectura.
- Reelaboración y/o afinación de respuestas a preguntas y de solución a problemas.
- Reescritura de texto.
- Síntesis de las clases de la semana presentada de modo escrito y socializada.
- Cuestionarios.
- Valoración interactiva utilizando las TIC.
- Evaluación por pareja, en grupo, o en equipos colaborativos de trabajo.
- Portafolio de evidencias.
- Rúbrica de evaluación.

De otra parte, se considera como un componente básico de la evaluación de los aprendizajes en el programa de pregrado en química, la presentación del Trabajo de Grado, requisito para recibir el título de Químico. El Acuerdo de Facultad 189 del 2 de agosto de 2017 define como Trabajo de Grado: “el proceso académico de aprendizaje orientado a la búsqueda, construcción, creación o aplicación del conocimiento, en torno a un tema, actividad o problema específico contemplado en el proceso de formación. Su desarrollo estará a cargo del estudiante, con la orientación, asesoría, control y



evaluación de las instancias académicas definidas, con miras a lograr un documento escrito ajustado a las teorías, métodos, técnicas y procedimientos legitimados por la comunidad científica y académica”.

Para cumplir con esta disposición normativa los estudiantes pueden acogerse a una de las siguientes modalidades: Investigación, Monografía, Práctica profesional, Práctica docente-investigativa y Pasantía. Independiente de la modalidad, el estudiante con el acompañamiento de un profesor organiza el desarrollo de su Trabajo de Grado en dos cursos y en coherencia con la línea de énfasis de acuerdo con las electivas cursadas. Para la aprobación final, entrega un manuscrito o informe final en medio digital y en idioma español, acompañado de una carta de aval del asesor, y realiza una presentación oral pública en el simposio de presentación de trabajos de grado que organiza el Comité de Currículo de la FCEN.

Finalmente, de acuerdo con la política nacional del MEN, los estudiantes al finalizar su formación de pregrado en química presentan las pruebas Saber Pro (Examen de Calidad de la Educación Superior), cuyos resultados son un motivo para analizar, validar y reconsiderar las competencias desarrolladas en el Programa.

4.2 Componentes curriculares

4.2.1 Organización de los contenidos curriculares

La organización de los contenidos curriculares del pregrado en Química corresponde a una estructuración en tres ciclos formativos: fundamentación, profesionalización y profundización, y en cada uno de estos se organizan tres tipos de contenidos, a saber: conceptuales, procedimentales y actitudinales en las áreas de analítica, fisicoquímica, inorgánica y orgánica, mediante asignaturas integradas teoría-práctica.

Ciclos y asignaturas integradas se expresan en el microcurrículo o plan de estudios de diez semestres, con un total de 170 créditos. El desarrollo de los ciclos formativos se apoya en los siguientes proyectos académicos establecidos en el marco general de la propuesta de transformación curricular (2013): Plan de acompañamiento permanente a los estudiantes-PAP; Cátedra Universitaria; Lectura y escritura, Currículo y gestión tecnológica. Tecnologías de la información y la comunicación y cultura académica.

DESCRIPCIÓN DE LOS CICLOS

CICLO DE FUNDAMENTACIÓN

Primer ciclo formativo para el inicio de la preparación del estudiante en la comprensión del universo de las ciencias naturales y la matemática y de sus nexos; de las tramas de los conceptos básicos, del trabajo experimental, del lenguaje y de los fenómenos químicos, de sus interrelaciones y formas representacionales; y empiece a recorrer el camino de la formación en la cultura académica universitaria y química, mediante la



participación en actividades que favorezcan la interacción social en el aula y fuera de ella, el trabajo colaborativo e individual con énfasis en el otorgamiento al trabajo experimental de significado y coherencia con las discusiones realizadas en las sesiones magistrales y de resolución de problemas.

CICLO DE PROFESIONALIZACIÓN

Este segundo ciclo formativo trata de la profundización y complejización de los conceptos y relaciones fundamentales del conocimiento químico, de la apropiación de nuevas herramientas lingüísticas y metodológicas propias de esta ciencia, y su integración con el trabajo de laboratorio, así como de avanzar a nuevos conceptos, metodologías experimentales y modelos químicos, y en sus correlaciones con nuevas situaciones químicas problematizadoras.

La formación en este ciclo orienta al estudiante, con el acompañamiento de un profesor asesor, a definir su participación en semilleros de investigación, joven investigador o en actividades de proyección social, así como a orientarse a la decisión de su área de actuación profesional y optar por una Línea de Énfasis (investigación, industria, docencia) que guíe su accionar para el registro de los respectivos cursos en el ciclo de profundización y del trabajo de grado.

CICLO DE PROFUNDIZACIÓN

Este tercer ciclo formativo tiene como propósito orientar la formación del estudiante de modo correlativo entre un área específica de la ciencia química (analítica, inorgánica, fisicoquímica, orgánica) y una línea de énfasis (investigación, industria, servicios, educación), según su interés y visión personal sobre los posibles campos de desempeño profesional. Facilita al estudiante instalarse sólidamente en una problemática inscrita en un área de la Química y/o de alcance interdisciplinario, a fin de aproximarse a desarrollos posibles de esta con aplicaciones e implicaciones que demandan profundizar y complejizar conocimientos, diseños experimentales y moleculares; así como el registro de asignaturas que propicien el tránsito a un posgrado en química, u otros afines de modo inter y/o transdisciplinario.

El ciclo de profundización es una oportunidad para establecer una conexión significativa entre la docencia del pregrado y la investigación formativa en la disciplina, o en la industria química o en los servicios, o en el campo educativo, o entre disciplinas afines o no, mediante el seminario de metodología y el trabajo de grado. Este es una consonancia entre un área de la química y una línea de énfasis, expresada en las modalidades: investigación, práctica profesional, práctica educativa investigativa, pasantía y monografía.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

Los contenidos en química y de otras ciencias implicadas en el currículo, representan el conjunto de saberes que se desean enseñar - aprender para lograr los objetivos de una formación integral. Constituyen un tejido como medio para el desarrollo de las



capacidades o competencias de los alumnos que les permitan explicar, interpretar, diseñar, ejecutar, modelar y controlar las transformaciones de las sustancias, y desempeñarse profesionalmente como un ser humano que no solo conoce y razona, sino que siente, imagina, crea, propone, comparte, aprecia e intuye, y como profesional actuante, aporta a la construcción de la sociedad. a la convivencia, al ejercicio de la democracia, de la crítica racional, al espíritu propositivo y de preocupación por las condiciones de vida en el planeta.

Los contenidos son plurales, diferenciables, interconectados y clasificados como conceptuales, procedimentales y actitudinales, y se estructuran de modo integrado en el plan de cada asignatura. Están presentes en cualquier actividad de la enseñanza y el aprendizaje y las condiciones de su puesta en acción son diferentes en cada curso y espacio de aula, físico y/o virtual.

Contenidos Conceptuales (denominados el Saber)

Corresponden al conjunto de conocimientos químicos y de otros que implican el compromiso con tramas de conceptos, teorías y diversidad de metodologías experimentales, modelos y lenguajes, datos e información sobre fenómenos y vivencias químicas, y en la interacción con otros campos de conocimiento considerados para la formación integral del estudiante y el fortalecimiento de las conexiones de la nueva información con el conocimiento previo. Entre ellos se consideran:

- Redes de conceptos, teorías, modelos moleculares, lenguaje químico y tendencias de los saberes relacionados con la química.
- Conocimientos tecnológicos del campo químico y sus nexos con otros.
- Saberes administrativos, organizativos e investigativos propios en la industria química, en los servicios y en los grupos y centros de investigación.
- Otros saberes de formación artística, estética, del comportamiento ético y del saber ancestral y/o basado en experiencia.
- Cultura de la convivencia, formación ciudadana democrática, participativa y para la paz.
- Dimensión contextual de los conocimientos. Retos y desafíos de la química en el mundo globalizado de hoy, en nuestros territorios a nivel nacional, regional y en subregiones.

Contenidos Procedimentales (denominados el Saber hacer)

Aluden al conjunto de acciones ordenadas y orientadas a que el estudiante, en primer lugar, alcance metas en el orden cognitivo, operacional y comunicacional, y de otra parte, a que detecte las rutas inadecuadas y otras alternativas posibles, así como a que incorpore la reflexión y el análisis en su propia actuación. Son destrezas o habilidades para ayudar a que él construya conocimiento, lenguaje y experiencias, críticas y autocríticas en el campo del análisis, la síntesis, la transformación de las sustancias, la



modelación molecular y la resolución de problemas en química. Entre ellos se destacan:

Un saber hacer cognitivo en química donde los procedimientos implicados en el razonamiento o las llamadas habilidades mentales superiores tales como seleccionar, describir, comparar, diferenciar, sistematizar, clasificar, inducir, deducir, explicar, interpretar, organizar jerárquicamente datos e ideas o conceptos, inferir, predecir, argumentar, concluir, diseñar experimentos, modificar y utilizar modelos químicos.

Un saber hacer operacional en química abarca desde habilidades manuales simples, hasta la manipulación de algoritmos de diferentes grados de abstracción y complejidad, pasando por la manipulación de instrumentos y de materiales orgánicos e inorgánicos de diferente complejidad por acciones de percepción, medición, toma y organización de datos, y diseño y desarrollo experimental y molecular.

Un saber hacer de comunicación de representación, de modelación y simulación en química. Este saber hacer se refiere a la manipulación del lenguaje natural (español) u otro (inglés, francés, italiano, por ejemplo), del lenguaje químico y demás creados y utilizados por las ciencias naturales y las matemáticas en el planteamiento y solución de problemas y en la simulación de fenómenos químicos y de otros de naturaleza inter y transdisciplinaria que potencian y desarrollan las habilidades de escritura, lectura y escucha en química, biología, física y matemáticas.

Contenidos Actitudinales (denominados el Saber ser y convivir)

Las sustancias, sus transformaciones y los nuevos materiales, impactan y tienen consecuencias socioculturales en los territorios, en las personas, en los sistemas ecológicos en la atmósfera, en la industria y en la economía y en las decisiones políticas de los gobiernos, lo cual compromete con una ciudadanía democrática y participativa, con una formación integral que aporta y potencia la capacidad social de los estudiantes de participar en diversos contextos socioculturales ya sean académicos, investigativos, industriales, de los servicios e inter y transdisciplinarios, cotidianos y no cotidianos, en los cuales se expresan con intereses, motivaciones, responsabilidades, comportamientos éticos, estéticos, dialogantes y respetuosos de los otros.

Los contenidos actitudinales se orientan en el programa de química, de modo coherente con lo propuesto en la FCEN, en dos direcciones, desde el núcleo de proyectos y desde la cotidianidad formativa. Los proyectos orientan desde varios ángulos a la formación integral del estudiante, a que acepte y construya responsablemente su autonomía, y que el egresado sea capaz de desenvolverse socialmente como sujeto activo del saber químico y de su gestión. Los proyectos son: Plan de acompañamiento permanente a los estudiantes PAP; Cátedra universitaria; Lectura y escritura "Cultura académica"; Gestión tecnológica.

Desde la cotidianidad formativa lo actitudinal se asienta en tres aspectos: a) en el respeto por la vida, el compromiso con el entorno natural y social, la promoción y el



refuerzo por la sensibilidad hacia la vida de los distintos seres vivos y hacia la preservación del medio ambiente, la solución de los problemas y la identificación con el progreso de la región y del país; b) la afirmación de la racionalidad como uno de los valores esenciales a la convivencia y al desarrollo social y humano. Esforzarse en habituar a los estudiantes en el ejercicio de la reflexión, la discusión argumentada, el pensamiento crítico, el respeto por la diversidad de opiniones y credos, por la libertad individual y colectiva; c) despertar el espíritu de indagación o investigativo y de aprendizaje autónomo, la vocación y las habilidades requeridas en el trabajo interdisciplinario y en la actividad creativa, así como la puesta en práctica de rasgos personales asociados con la paciencia y la perseverancia en la resolución de los problemas químicos e interdisciplinarios. Finalmente, el desarrollo de la sensibilidad estética desde la química: la belleza de sus teorías, diseños moleculares, su instrumentación y métodos experimentales, y la riqueza del lenguaje químico y de los modelos moleculares, representan una línea de orientación actitudinal.

4.2.2 Plan de estudios expresado en créditos

Las figuras y cuadros detalladas a continuación expresan la estructura de la versión 7 del plan de estudios. El cuadro 14 expresa la estructuración de los tres ciclos de formación: fundamentación, profesionalización y profundización, el área, el número de cursos, de créditos y el porcentaje respectivo. La figura 2 detalla el porcentaje de créditos por ciclo de formación. El cuadro 15 representa la organización de 170 créditos en diez semestres con 47 asignaturas obligatorias e integradas teoría-laboratorio en las diversas áreas, y el cuadro 16 el banco de asignaturas electivas que enrutan la formación en una línea de énfasis y el trabajo de grado.



Cuadro 14. Estructuración de los tres ciclos de formación del plan de estudios versión 7

Versión 7 del Plan de estudios por ciclos de formación					
Ciclos de formación	Área	Número de cursos	Créditos	Créditos en porcentaje	Porcentaje total créditos por ciclos
Fundamentación	Química	4	21	12%	32%
	Física	4	11	6%	
	Matemáticas	4	17	10%	
	Ciencias	1	4	2%	
	Biología	1	2	1%	
Profesionalización	Química	13	48	28%	31%
	Bioquímica	1	4	2%	
Profundización	Área	4	16	9%	25%
	Énfasis	3	12	7%	
	Trabajo de grado	2	15	9%	
Socio humanísticas y segunda lengua	Cátedra Universitaria	7	10	6%	12%
	Inglés	5	10	6%	
TOTAL	-	49	170	100%	100%

Figura 2. Porcentaje de créditos por ciclo de formación del plan de estudios versión 7





Cuadro 15. Plan de estudios con identificación de asignaturas, áreas y créditos

Código	Asignatura	Área	Intensidad horaria semanal				Cr	CO	PR	HVC	CL/C
			H.A.D			H.T.I					
			HT	HP	HTP						
Nivel 1											
304559	Química I	Química	0	0	10	5	5	-	-	HV	
303118	Matemáticas Básicas	Matemáticas	6	0	0	6	4	-	-	HVC	
305115	Fundamentación en Ciencias	Ciencias	6	0	0	6	4	-	-	-	
305120	Cátedra Universitaria I	Socio humanística	4	0	0	2	2	-	-	-	
910310 1	English I	Idiomas	4	0	0	2	2	-	-	VC	
Número total de créditos:							17				
Nivel 2											
303151	Matemáticas I	Matemáticas	6	0	9	5	5	-	303118	HV	
302168	Física I	Física	6	0	3	3	3	-	303118	H	
304560	Química II	Química	0	0	6	6	6	-	304559	HV	
305121	Cátedra Universitaria II	Socio humanística	2	0	1	1	1	-	305120	-	
910310 2	English II	Idiomas	4	0	2	2	2	-	910310 1	VC	
Número total de créditos:							17				
Nivel 3											
303211	Matemáticas II	Matemáticas	6	0	0	9	5	-	303151	HV	
302153	Física II	Física	6	0	0	3	3	30321 1	302168	H	
304561	Química III	Química	0	0	12	6	6	30215 3 30321 1	304560 303151 302168	-	
305122	Cátedra Universitaria III	Socio humanística	2	0	0	1	1	-	305121	-	
910310 3	English III	Idiomas	4	0	0	2	2	-	910310 2	VC	
Número total de créditos:							17				
Nivel 4											
303251	Matemáticas III	Matemáticas	6	0	0	3	3	-	303211	HV	
302154	Física III	Física	6	0	0	3	3	-	302153	H	
304573	Fisicoquímica	Química	0	0	6	6	4	30325 1	304561	-	
304574	Cuántica	Química	6	0	0	6	4	30325 1 30215 4	304561	-	
304575	Analítica I	Química	0	0	6	6	4	30325 1	304561	H	
Número total de créditos:							18				
Nivel 5											
304576	Inorgánica I	Química	6	0	0	3	3	-	304573	H	
304168	Laboratorio de Física	Física	0	2	0	4	2	-	302154	-	
304577	Orgánica I	Química	0	0	6	6	4	-	304574	H	
304578	Estructura molecular	Química	6	0	0	6	4	-	304574	-	
304579	Analítica II	Química	0	0	6	6	4	-	304575	H	
910310 4	English IV	Idiomas	4	0	0	2	2	-	910310 3	VC	
Número total de créditos:							19				



Nivel 6											
304580	Inorgánica II	Química	5	0	0	4	3	-	304576 304578	H	
304581	Biología	Bioquímica	2	0	0	4	2	-	304577	H	
304582	Orgánica II	Química	0	0	6	6	4	-	304577	H	
304583	Administración y Gestión Empresarial	Química	4	0	0	2	2	-	303251	H	
304584	Analítica III	Química	0	0	6	6	4	-	304579	H	
910310 5	English V	Idiomas	4	0	0	2	2	-	910310 4	VC	
Número total de créditos:							17				
Nivel 7											
304684	Inorgánica III	Química	0	6	0	3	3	-	304580	-	
304586	Bioquímica	Bioquímica	0	0	8	4	4	-	304581 304582	H	
304587	Síntesis Química	Química	0	0	8	7	5	30458 8	-	-	
304588	Orgánica III	Química	0	0	6	6	4	-	304582	H	
305123	Cátedra Universitaria IV	Socio humanística	4	0	0	2	2	-	305122	-	
Número total de créditos:							18				
Nivel 8											
9001	Electiva de área I	Química	0	0	4	8	4	120	-	-	
	Electiva de área II	Química	0	0	4	8	4		-	-	
	Electiva de área III	Química	0	0	4	8	4		-	-	
	Electiva de área IV	Química	0	0	4	8	4		-	-	
305124	Cátedra Universitaria V	Socio humanística	4	0	0	2	2	-	305123	-	
Número total de créditos:							18				
Nivel 9											
304647	Seminario de Trabajo de Grado	Química	2	0	0	4	2	135	-	-	
9002	Electiva énfasis I	Química	0	0	4	8	4	135	-	-	
	Electiva énfasis II	Química	0	0	4	8	4		-	-	
	Electiva énfasis III	Química	0	0	4	8	4		-	-	
305125	Cátedra Universitaria VI	Socio humanística	2	0	0	1	1	30512 4	-	-	
Número total de créditos:							18				
Nivel 10											
304102	Trabajo de Grado	Química	5	0	0	34	13	-	304647	-	
305002	Cátedra Universitaria VII	Socio humanística	2	0	0	1	1	-	305125	-	
Número total de créditos:							14				
Número total de créditos académicos:							170				

Nota: Detalle del significado de las abreviaturas a continuación.

Abreviatura		Abreviatura	
H.A.D	Horas acompañamiento directo	PR	Prerrequisito
HT	Hora teórica	HVC	Habilitable/Validable/Calificable
HP	Hora práctica	CL/C	Ciclo o curso
HTP	Hora teórica práctica		Ciclo Fundamentación
H.T.I	Hora de trabajo independiente		Ciclo Profesional
Cr	Créditos		Ciclo Profundización
CO	Correquisito		Socio humanísticas y segunda lengua



Cuadro 16. Banco de asignaturas electivas

Banco de Asignaturas Electivas 9001															
Electivas de área	Código	Nombre Asignatura	Área	Semanas	Intensidad horaria semanal			H.T.I.	CRED	Correquisitos (CO) Prerrequisitos (PRE) Créditos (CR)	Habilitable (H) Validable (V) Clasificable (C)	Faltas	Tipo de curso		
					H.A.D		T-P						BÁSIC	PROF	COMP
					T	P									
Electivas del área de Analítica e Instrumental															
Electiva de área I	304599	Cromatografía Básica y Laboratorio	Química	16	-	-	4	8	4	(PRE) 0304584	-	13	-	-	X
	304600	Química ambiental	Química	16	-	-	4	8	4	(PRE) 0304584	-	13	-	-	X
	304665	Electroquímica	Química	16	-	-	4	8	4	(PRE) 0304584	-	13	-	-	X
	304666	Quimiometría	Química	16	-	-	4	8	4	(PRE) 0304584	-	13	-	-	X
	304644	Administración y finanzas	Química	16	4	-	-	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
	304606	Electiva del área	Química	16	-	-	4	8	4		-	13	-	-	X
Electivas del área de Orgánica y Bioquímica															
Electiva de área II	304570	Polímeros	Química	16	-	-	4	8	4	(PRE) 0304588	-	13	-	-	X
	304661	Síntesis orgánica	Química	16	-	-	4	8	4	(PRE) 0304588	-	13	-	-	X
	304662	Análisis orgánico	Química	16	-	-	4	8	4	(PRE) 0304588	-	13	-	-	X
		Electiva del área	Química	16	-	-	4	8	4	(PRE) 0304588	-	13	-	-	X
		Enzimología													
		Biotecnología													
		Electiva del área	Química	16	-	-	4	8	4		-	13	-	-	X
Electivas del área de Inorgánica															
Electiva de área III	304640	Híbridos bioinorgánicos	Química	16	-	-	4	8	4	(PRE) 0304684	-	13	-	-	X
	304667	Nanomateriales	Química	16	-	-	4	8	4	(PRE) 0304684	-	13	-	-	X
		Electiva del área	Química	16	-	-	4	8	4	(PRE) 0304684	-	13	-	-	X
Electivas del área de Fisicoquímica															
	304603	Reología y coloides	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 120 aprobados	-	13	-	-	X



Electiva de área IV	304641	Dinámica de las reacciones químicas	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 120 aprobados	-	13	-	-	X
	304672	Termodinámica estadística	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 120 aprobados	-	13			X
	304670	Química computacional	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 120 aprobados	-	13	-	-	X
		Electiva del área	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 120 aprobados	-	13	-	-	X

Banco de Asignaturas Electivas 9002														
Código	Nombre Asignatura	Area	Semanas	Intensidad horaria semanal				CRED	Correquisitos (CO) Prerrequisitos (PRE) Créditos (CR)	Habilitable (H) Validable (V) Clasificable (C)	Faltas	Tipo de curso		
				H.A.D		H.T.I.	BÁSIC					PROF	COMP	
				T	P									T-P
Electivas énfasis industrial														
304645	Gestión tecnológica	Química	16	4	-	-	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304653	Estructura y economía en la industria química	Química	16	4	-	-	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304655	Diseño de procesos químicos	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304657	Seguridad en la industria química	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304437	Química Industrial y Laboratorio	Química	16	-	-	6	6	4	(CR) 135 aprobados (EN ESTUDIO DE ACTUALIZACIÓN E INCORPORACIÓN)	-	20	-	-	X
Electivas énfasis investigación														
304642	Bioquímica Molecular	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304643	Bioquímica Estructural	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
	Química de metabolitos secundarios	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304663	Productos naturales	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X



304671	Espectroscopía	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304673	Química del estado sólido	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304674	Orgánica avanzada	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304675	Cristalografía	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304676	Simulación computacional de nanomateriales y biomoléculas	Química	16	-	-	4	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
Electivas énfasis docencia														
304607	Desarrollo histórico de la química	Química	16	4	-	-	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304608	Fundamentos de pedagogía	Química	16	4	-	-	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
304609	Didáctica de la química	Química	16	4	-	-	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X
	Electiva del área	Química	16	4	-	-	8	4	(CR) 135 aprobados	-	13	-	-	X

4.2.3 Estrategias para el desarrollo de los principios curriculares

En el programa de pregrado en Química, los principios curriculares se desarrollan mediante un conjunto de estrategias que permiten a los estudiantes lograr el perfil de egreso de modo coherente con los lineamientos trazados en el proceso de la segunda transformación curricular. Dichas estrategias son para:

LA FORMACIÓN INTEGRAL

Se traduce en la formación en valores y en conceptos y teorías, metodologías de análisis y síntesis en química, lenguaje químico, estructura molecular y reactividad, se propicia mediante el trasegar por los ciclos formativos con la construcción de conocimiento químico, teórico y experimental, en las áreas de analítica, inorgánica, fisicoquímica y orgánica, la definición de líneas de énfasis y del trabajo de grado, a través de la formación en las diversas asignaturas de carácter obligatorio y electivas, acorde con las estrategias didácticas diseñadas para la comprensión y el aprendizaje significativo.

La formación y reflexión humanista, la ciudadanía, la ética y la comunicación se nutren y promueven en las asignaturas de Cátedra Universitaria por medio de trabajos y exposiciones individuales y en grupo, y estimulando la participación en la variada programación cultural de la universidad y de la facultad (conferencias, proyectos socio políticos en función de la paz, teatro, cine, conciertos, exposiciones artísticas entre



otras), y en las actividades deportivas y recreativas organizadas por el programa de bienestar universitario.

LA INTERDISCIPLINARIEDAD

Se explicita en la integración del plan de estudios mediante la articulación de los ciclos formativos y las áreas químicas, constituye el espacio de progresivo dominio del conocimiento químico en profundidad y complejidad, en su comprensión y argumentación, mediado por la interacción social de profesores y estudiantes, de los lenguajes científicos y las TIC, y las interrelaciones con la matemática, la física y la biología, con la administración y gestión empresarial, con la investigación formativa, la resolución de problemas y el trabajo de grado en las modalidades: investigación, práctica profesional, práctica educativa investigativa, monografía y pasantía, que potencian el trabajo en grupo y colaborativo en torno a fenómenos ambientales y de biodiversidad, industriales y de educación en química entre otros, que invitan a la interacción con otras disciplinas y con diversos modos de percibir el mundo, de resolver problemas complejos y de reconocer la pluralidad de pensamientos y de metodologías científicas al interactuar con la realidad y transformarla

LA FLEXIBILIDAD

Se expresa en la incorporación de nuevos enfoques y estrategias didácticas acorde con el área de la química, los métodos e intereses y necesidades de la formación en química; en la diversidad de los trabajos académicos en las asignaturas con el acompañamiento del docente; en los espacios de asesoría del profesor incluidos en el plan de trabajo; en las relaciones con otros programas de la FCEN y entre facultades internas o externas a la universidad y favorecedoras de matricular cursos en otras áreas de interés, de la doble titulación y la realización de estudios de posgrado en ciencias químicas o áreas afines a nivel de maestría y doctorado; en acompañar la decisión de la línea de énfasis, mediante asignaturas electivas, y el vínculo de esta con el trabajo de grado en investigación, la industria, los servicios, la educación o la pasantía; y en la participación en actividades como semilleros, joven investigador, y otras de proyección social como las olimpiadas de química.

LA INTEGRALIDAD

La integración entre los ciclos de formación, las áreas de conocimiento químico, físico, matemático y biológico, y la formación en valores y actitudes que estructuran el plan de estudios, se logra a través de las estrategias didácticas puestas en acción por los profesores, como por ejemplo la resolución de problemas, lo cual permite a los estudiantes al transitar de un ciclo a otro y de una asignatura a otra, avanzar en profundidad y complejidad de los saberes, en el progreso de sus capacidades y habilidades de pensamiento y transferencia del conocimiento, y en la completación del perfil del egresado.

LA INCLUSIÓN



El principio de inclusión en la Universidad de Antioquia y en el programa de Química, se expresa en los procesos de admisión con asignación de cupos a las minorías étnicas y de diseño de estrategias pedagógicas para estos y la población discapacitada, así como en la adaptación de la infraestructura física; en el programa de bienestar universitario “Plan de acompañamiento permanente a los estudiantes” (PAP) para atención psicosocial, recreacional y pedagógica; en los espacios de los profesores de atención y asesoría personalizada a estudiantes; en el programa de apoyo a la permanencia y la graduación, Centro de lecturas, escrituras y oralidades CLEO; en los programas de formación docente como diplomatura y cursos que contemplan la apropiación de estrategias para la docencia inclusiva. La FCEN y el instituto de Química brindan, de acuerdo con la normatividad, ofertas de monitor y de auxiliar administrativo como formas de apoyo a estudiantes de bajos recursos económicos y con buen rendimiento académico.

LA INTERNACIONALIZACIÓN

La Universidad de Antioquia dispone de una oficina de relaciones internacionales, a la cual se integra la FCEN a través de un profesor coordinador para la promoción, facilitación y acceso al intercambio de estudiantes de pregrado y posgrado con otras universidades y centros de investigación del mundo. Apoya la realización de eventos internacionales en la universidad y la participación de esta en encuentros en otros países, la realización de actividades de investigación conjunta, el intercambio de docentes y de experiencias en las áreas de investigación, docencia, proyección social y en el amplio campo de la cultura.

Para cumplir sus objetivos, la Dirección de Relaciones Internacionales proyecta internacionalmente la UdeA, mediante convenios e intercambios de colaboración científica, académica y cultural, ante organismos de la comunidad internacional y universidades extranjeras. Estos convenios facilitan la formación e intercambio de estudiantes, docentes, investigadores, personal administrativo, instalaciones y material bibliográfico.

Desde el año 2016, el Consejo de Facultad de la FCEN creó la bolsa de apoyo para la movilidad, la cual tiene el propósito de patrocinar y promover la participación de los estudiantes de pregrado a nivel nacional e internacional, en actividades científicas, académicas y en representación de la UdeA. A estos fondos pueden acceder los estudiantes con matrícula vigente, un promedio crédito acumulado igual o superior a 3,5 (Tres, Cinco) y quienes hayan cursado el 40% de los créditos correspondientes a su programa académico. También el Instituto de Química aporta, desde su fondo especial, recursos económicos para la movilidad de sus estudiantes de pregrado.

El programa de química incluye en el plan de estudios la formación en una segunda lengua, el inglés, y los estudiantes, profesores y egresados pueden incursionar en una tercera a través del programa Multilingua. En el momento actual y hacia el futuro, las TIC abren las fronteras que permiten a los estudiantes acceder a un mundo globalizado



y a las diversas formas de la información y la actividad en química a nivel nacional, latinoamericano y mundial.

En síntesis, las estrategias antes mencionadas constituyen un todo de acciones interconectadas que contribuyen a la realización de los principios curriculares y permiten al estudiante los aprendizajes significativos en el Programa de Química y una mayor movilidad entre los diferentes programas de la FCEN o entre Facultades de la Universidad, o matricular cursos en otras universidades a nivel local, nacional o internacional, siempre y cuando haya convenios vigentes y se cuente con el visto bueno del Comité de Pregrado del programa.

La Universidad cuenta con el convenio Marco de Colaboración para la Movilidad Nacional Estudiantil de Estudiantes de Pregrado, dados los acuerdos bilaterales firmados entre la UdeA y otras instituciones de educación superior con la finalidad de cursar hasta tres asignaturas en Universidades del Valle de Aburrá y semestre completo con las universidades ubicadas en cualquier municipio del País. Además, la UdeA hace parte del convenio Sígueme (Sistema Interinstitucional de un Grupo de Universidades Encaminado a la Movilidad Estudiantil), creado para la movilidad estudiantil entre las universidades de Antioquia, Pontificia Bolivariana, EAFIT, Externado de Colombia, Industrial de Santander, Pontificia Universidad Javeriana, Nacional de Colombia, del Norte, Valle, y Pontificia Universidad Javeriana - seccional Cali.

4.2.4 Estrategias materiales para el desarrollo de los principios curriculares

La Universidad de Antioquia, sede central, Ciudad Universitaria, dispone de infraestructura física, áreas abiertas y zonas verdes que sirven a la comunidad universitaria para las actividades laborales, de descanso, recreación, culturales, estudio e investigación, con una red de conexión a Internet en oficinas de profesores y administrativas, en laboratorios de docencia y de investigación, en aulas de clase y espacios culturales.

Los estudiantes del programa de química utilizan las diferentes instalaciones deportivas y culturales, y demás facilidades que ofrece el campus universitario, como: Coliseo deportivo multipropósito, piscina semiolímpica, canchas de fútbol, baloncesto y tenis, pista atlética, Teatro al Aire Libre, Teatro Universitario Camilo Torres, 35 cafeterías, heladerías y restaurantes, librería, papelerías y centros de copiado. En el área circundante se encuentran centros de conocimiento en ciencias naturales, tecnología y gestión como el Planetario Municipal, El Jardín Botánico, El Parque Explora, el Parque del Emprendimiento, Ruta N, el Edificio de Extensión y la Sede de Investigación Universitaria (SIU). Cuenta con acceso directo al sistema integrado de transporte del Valle de Aburra con una estación del Metro de Medellín y una del Metroplús.

En ciudad universitaria se localiza la infraestructura física de la FCEN, distribuida en los bloques 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7, cada uno de cuatro niveles con la dotación física,



instrumental y audiovisual necesaria para impartir la docencia. Cuenta con seis salas de cómputo para satisfacer las necesidades de estudiantes y profesores en aquellas actividades que involucran herramientas tecnológicas propias de las ciencias naturales y las matemáticas, acceso a internet, correo electrónico, cursos con componentes virtuales, entre otros.

El Instituto de Química ubicado en los bloques 1 y 2, dispone de dos oficinas de administración; aulas para impartir la mayoría de los cursos del programa de química, teóricos y prácticos; los laboratorios de investigación de varios grupos clasificados por MinCiencias en categoría B y C, y los A1 y A, están instalados en la SIU. Esta sede brinda apoyo a estudiantes y profesores que realizan prácticas, pasantías y trabajos de grado.

En el cuadro 17 se detalla la infraestructura física del Instituto de Química en el campus universitario de la ciudad de Medellín.

Cuadro 17. Infraestructura física del Instituto de Química

Destinación	Cantidad	Área m ²
Aulas de clase	4	265,31
Aulas especiales	2	305,00
Aulas compartidas con la FCEN	5	400
Laboratorios	35	4.136,28
Sala de computo	1	77,10
Sala de profesores	1	17,71
Oficinas	28	741,01
Baños y servicios sanitarios	23	307,42

En la Ciudad Universitaria se localizan otras dependencias relevantes de apoyo a la formación integral de los estudiantes, a la investigación y a la proyección social en las diferentes áreas académicas:

El Museo Universitario de la UdeA (MUUA). Referente cultural de Colombia donde el patrimonio, la memoria, la ciencia, la educación y la recreación se conjugan para brindar una excelente atención al público y construir conocimiento a partir de diferentes estrategias de formación, divulgación y estímulo a la creación. Cuenta con un invaluable acervo patrimonial representado en, aproximadamente, sesenta mil objetos pertenecientes a sus colecciones de Artes Visuales, Ciencias Naturales, Historia, Antropología, y a su Sala Galileo Interactiva.

El Sistema de Bibliotecas. Al cual tienen acceso los estudiantes, profesores, investigadores y personal administrativo, con salas de estudio individual y colectivo. Cuenta con un grupo de 16 Bibliotecas distribuidas en varias sedes, incluida la sede central Carlos Gaviria Díaz en Ciudad Universitaria. Sistema integrado y coordinado para



facilitar el acceso a la información por medio de colecciones bibliográficas físicas y electrónicas, y servicios de información que apoyan los procesos de investigación, docencia, extensión y aprendizaje de la comunidad académica de la UdeA y de la sociedad local y regional. Dispone de una amplia Base de Datos Bibliográficos, que abarcan prácticamente todas las áreas del conocimiento, un directorio significativo de enlaces electrónicos, una colección de libros electrónicos compuesta exclusivamente por bibliografía básica de los programas académicos que ofrece la universidad a los cuales se puede acceder por préstamo electrónico o mediante consulta en línea.

La Cinemateca Luis Alberto Álvarez Córdoba. Es la sede principal de la Red de Cineclubes de la Universidad de Antioquia, acoge programas como Encuentro con el Cine, Ciclos Especiales, clases magistrales, conversatorios, cine foros y talleres, entre otros.

4.2.5 Uso de TIC para el desarrollo de los contenidos curriculares

Las tecnologías de la información y la comunicación –TIC– abren importantes posibilidades al aprender a aprender en química, al posibilitar la interacción con textos electrónicos, laboratorios virtuales, bases de datos. Software molecular y diversas herramientas digitales para apoyar y recrear el conocimiento, la enseñanza, el aprendizaje y la investigación.

El Programa Integración de Tecnologías a la Docencia, adscrito a la Vicerrectoría de Docencia de la UdeA desde 1995, apoya los procesos de docencia, extensión e investigación, con tecnologías de la información y la comunicación, buscando que los docentes innoven y transformen sus acciones pedagógicas y didácticas, desarrollen proyectos educativos, transformen su rol considerando las condiciones de un ambiente virtual de aprendizaje, en el cual aspectos como el acompañamiento a estudiantes, el fomento del trabajo colaborativo, y la utilización oportuna de los medios de comunicación, sean las piezas fundamentales para construir un aprendizaje integral, e introduzcan y dinamicen cambios en la cultura digital en la UdeA.

El programa Integración de Tecnologías a la Docencia provee y promueve servicios de capacitación, asesoría y acompañamiento a la comunidad académica y administrativa. Cuenta con recursos y contenidos educativos digitales, cursos virtuales y revistas electrónicas, a las cuales se puede acceder mediante el portal “Aprende en Línea” (<http://aprendeonline.udea.edu.co/portal/cursos/>). Cuenta con un portafolio de servicios para docentes, estudiantes y administrativos en los que se incluye:

- Formación de usuarios en el uso de TIC.
- Producción de materiales educativos digitales.
- Asesoría y consultoría para el uso y aprovechamiento de tecnologías de la información y la comunicación en docencia e investigación.
- Investigación y socialización del uso educativo de TIC.



- Implementación y mejora de entornos tecnológicos para apoyar los procesos de enseñanza y de aprendizaje.
- Prográmate con Ude@ Educación virtual.
- Cursos y talleres para docentes orientados al uso de herramientas tecnológicas como: Integración de tecnologías a la docencia; Formación de tutores para ambientes virtuales; y Moodle para docentes. Además de la plataforma “Aprende en Línea”, el Programa dispone de la Plataforma MEN, en alianza estratégica con el Ministerio de Educación Nacional, para el desarrollo de proyectos orientados a fortalecer las competencias de los docentes en el uso y apropiación de las TIC en los procesos de formación.

Los profesores del Instituto de Química incorporan paulatinamente el uso de TIC en las clases del pregrado. Así mismo, a través de la biblioteca central se facilita el acceso a la literatura científica a través de la suscripción a revistas de divulgación científica nacionales e internacionales. Esto brinda a los estudiantes la oportunidad de acceder a información actualizada en las distintas áreas de la química. Los profesores además motivan la búsqueda de información científica actualizada integrando en los programas de asignatura la organización de foros y debates basados en exposiciones estudiantiles de temas específicos.

En la actualidad, los programas de inserción de docentes nuevos en la UdeA cuentan con un curso de obligatorio cumplimiento en el que los profesores elaboran dos módulos de sus cursos en la plataforma Moodle. Así, un grupo de profesores ha trabajado con la plataforma y ha venido construyendo unidades en algunos cursos y puestas a disposición de los estudiantes en la red.

Por otro lado, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales se encuentra desarrollando el proyecto Creación de la Unidad de Educación Digital, la cual se tendrá a su cargo los siguientes ejes de trabajo:

- *Gestión de la virtualidad.* Definición de los lineamientos y políticas que orienten la virtualidad en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- *Diseño de cursos virtuales.* Impulso al diseño de cursos virtuales como apoyo a los programas de pregrado, posgrado y educación continua. Basado en el modelo ADDIE, el cual permite trabajar a partir de diferentes concepciones pedagógicas gracias a su flexibilidad y su orientación hacia el proceso, desde los enfoques, teorías del aprendizaje y estrategias didácticas descritas previamente.
- *Capacitación de profesores.* Inducción, reinducción y capacitación permanente en el desarrollo de competencias en virtualidad de los profesores.
- *Capacitación de estudiantes.* Inducción, reinducción y capacitación permanente en el desarrollo de competencias en virtualidad de los estudiantes.
- *Gestión de recursos educativos digitales.* Capacitación en el uso de recursos educativos digitales u su gestión como apoyo a la presencialidad y mediadoras en los procesos de la enseñanza y el aprendizaje significativo.



4.2.6 Investigación formativa

La investigación formativa en la FCEN y en específico en el Instituto de Química, se considera un principio pedagógico, que, para la formación integral del químico, se explicita de modo intencionado en espacios curriculares en el ciclo de profundización, como son los cursos de metodología de la investigación y trabajo de grado, que favorecen la interacción con los procesos investigativos: elaboración de propuesta investigativa, ejecución e informe final con presentación oral pública en el simposio de trabajos de grado de la FCEN, el cual se lleva a cabo en el período de finalización de cada semestre.

El trabajo de grado ofrece cinco líneas de intervención que abarca el espectro social de la investigación, la industria y los servicios, la educación en química y la indagación bibliográfica, denominadas: investigación, práctica profesional, práctica docente investigativa, monografía y pasantía, las cuales están integradas con las líneas de énfasis ofrecidas desde el ciclo profesional, y la proyección del estudiante de química a optar por una de ellas con el acompañamiento de un profesor.

La formación del espíritu investigativo también se promueve y fortalece con rigor metodológico, mediante la participación de estudiantes en programas de extensión como el Semillero de Química y las Olimpiadas de Química. Y, en las varias estrategias puestas en acción en el desarrollo de las asignaturas, como son la resolución de problemas, seminarios, debates, indagaciones y su exposición en el aula u otro espacio público físico o virtual, entre otras. Los cursos de laboratorio, a lo largo del currículo, constituyen un camino de formación investigativa en el trabajo experimental de análisis y síntesis química, de correlaciones de la conceptualización y la transformación de las sustancias y su modelación, y la solución a problemas prácticos de la vida.

Los grupos de investigación del instituto de química y demás dependencias de la FCEN, en su mayoría son reconocidos a nivel nacional e internacional, desarrollan proyectos en los cuales participan estudiantes de trabajo de grado, o como joven investigador, o auxiliar. La mayoría de los docentes integrantes de los grupos de investigación participan de la docencia del pregrado en química, la cual, como sus productos científicos, son contribuciones a la formación integral del estudiante.

4.2.7 Extensión, prácticas y proyección social

El relacionamiento del Pregrado en Química con el entorno social y económico contribuye a la formación integral de los estudiantes, a la formación continua de sus egresados, a la solución de diversas problemáticas en contextos diversos y a la transformación de la sociedad, y para ello correlaciona los tres ejes misionales de la universidad: docencia, investigación y extensión, y se proyecta de este modo a los ámbitos regional y nacional mediante:



Trabajo de grado como investigación, prácticas profesionales y pasantía

Los estudiantes del programa tienen la posibilidad del trabajo grado, bajo la figura de proyecto de investigación o en la modalidad de pasantía o práctica profesional en Química en industrias y laboratorios externos, lo que les permite conocer y afrontar los retos inherentes del sector productivo y la empresa fortalece sus procesos de investigación y desarrollo.

Formación continua, convenios y asesorías

En la mira del relacionamiento permanente con los egresados de química de la UdeA y el entorno social y económico, el Instituto de Química ha construido un portafolio de cursos de formación continua que apuntan a suplir necesidades propias de profesionales químicos y afines, y de algunos sectores productivos. Con ellos se busca impartir conocimiento especializado de carácter interdisciplinario y fortalecer los vínculos profesionales y empresariales mediante convenios y asesorías. En este sentido, los 16 grupos de investigación del Instituto cuentan con un portafolio de servicios de extensión, cada uno especializado en su área, lo cual deriva en oportunidades de proyectos, convenios interadministrativos y de cooperación y relacionamiento con los egresados. El cuadro 18 detalla los eventos de formación continua llevados a cabo en los últimos dos años, de los cuales se han beneficiado químicos egresados de la UdeA, de otras universidades del país, profesionales de otros campos de la ciencia, de la ingeniería y la tecnología química.

Cuadro 18. Eventos de formación continua ofrecidos en los últimos dos años

Actividad de formación continua	Público objetivo	Sector
Curso de Nanotecnología: materiales nano y su caracterización	Ciencias e ingeniería	Manufactura Industria 4.0
Curso de Cannabis medicinal fundamentos técnicos, normativa y oportunidad	Público general	Agrotecnología Medicina
Curso de Modelación de la calidad del agua y contaminantes emergentes	Ciencias e ingeniería	Medio ambiente Sociedad
Curso Movilidad cero emisiones y almacenamiento energético	Ciencias e Ingeniería	Medio ambiente Energía
Diplomado en polímeros: Síntesis, caracterización y procesamiento.	Ciencias e Ingeniería Tecnólogos	Manufactura Industria

Laboratorio de Análisis Fisicoquímico-LAFQ

El Laboratorio de Análisis Fisicoquímico (LAFQ) del Instituto de Química- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales- presta servicios al sector medio ambiental e industrial, a los grupos de investigación, a estudiantes y a la comunidad en general. Entre los análisis que se realizan está la determinación de metales por absorción atómica en aguas potables, residuales y superficiales y en diversas matrices según lo requieran los usuarios de los servicios. Además, se analizan otros parámetros fisicoquímicos de las



aguas como acidez, alcalinidad, conductividad, demanda química de oxígeno, etc.

Vinculación de Estudiantes de Química en Laboratorios y Grupos de Investigación de la Universidad de Antioquia

Los estudiantes de Química pueden realizar actividades en los diferentes grupos de investigación de la Universidad de Antioquia (de todas las unidades académicas), en el LAFQ como monitores o como auxiliares administrativos si cumplen con los requisitos que la Universidad establece para este fin y también como analistas, o como estudiantes practicantes. Acá tienen la posibilidad de aprender no solo sobre los análisis que se llevan a cabo a las muestras recibidas, sino también a desarrollar y validar métodos, a documentar los procesos que ejecutan, a realizar el manejo y disposición segura de los residuos generados, entre otros. Los estudiantes desarrollan destrezas en esta parte de la química analítica que los habilita a estar más preparados para el ámbito laboral.

Olimpiadas de Química, promoción del programa de Química y divulgación científica

Esta actividad de realización anual tiene como objetivo principal generar un espacio para los jóvenes de décimo y onceavo grado interesados en la química y en el cual se les brinda la oportunidad de potenciar su interés por esta ciencia, y de medir y confrontar sus conocimientos químicos básicos en un ambiente de sana competencia y disfrute de la resolución de los problemas químicos propuestos.

Es de interés fomentar la participación de instituciones educativas del Área Metropolitana Valle de Aburrá y demás subregiones del departamento de Antioquia y del nivel nacional; hacer de la Olimpiada de Química un encuentro de tradición, que propicie el aprendizaje significativo de los conceptos químicos y redunde en beneficio de la calidad de la educación básica y media; y servir como escenario de preparación para las Pruebas-Saber 11° del ICFES.

De forma indirecta las Olimpiadas de Química coadyuvan a elevar la calidad de los procesos de admisión a la universidad, posibilitando estudiantes mejor preparados y motivados por la ciencia, lo cual contribuye a su permanencia con calidad.

Las Olimpiadas de Química también son una estrategia de promoción de los programas de pregrado, Química y Tecnología Química, hacia los cuales se aspira a atraer un número creciente de estudiantes y profesores motivados por la ciencia química y que vean en el Instituto de Química de la Universidad de Antioquia una plataforma de apoyo para el fortalecimiento de la educación básica y media. En esta dirección, también, el Instituto de Química recibe visitas de diferentes instituciones educativas, colegios y universidades de Antioquia y de la Costa Atlántica, para lo cual se cuenta con un plan detallado para atender la interacción con estudiantes y docentes visitantes.

De otra parte, desde el punto de vista de la divulgación científica, el Instituto de Química cuenta con un programa radial, en la Emisora Cultural de la Universidad de Antioquia titulado *El Laboratorio*, liderado por uno de sus docentes y un grupo de estudiantes del



pregrado de Química. También, algunos docentes participan como conferencistas en los programas abiertos al público: *Lunes de la Ciencia* de la FCEN y *Jueves de la Ciencia*, desarrollado este por convenio con la Biblioteca Pública Piloto y llevado a cabo en sus instalaciones; así como con la contribución de artículos para la Revista Experimenta, editada por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Antioquia, con el propósito de presentar a la comunidad los conocimientos producidos por los diferentes proyectos de investigación y los eventos científicos.

Semillero de Química y formación de maestros

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales cuenta con el programa de extensión Semilleros, Acuerdo Superior N° 257 de mayo 25 de 1993, dirigidos semestralmente a estudiantes de educación básica y media de todos los municipios del departamento de Antioquia. En ella, el Instituto de Química participa con el Semillero de Química, con el propósito de apoyar el aprendizaje significativo de conceptos básicos de la química, el desarrollo de habilidades experimentales y el interés por las ciencias naturales.

De otra parte, se ejerce la formación de docentes de educación básica y media en ciencias naturales, y en específico en química, mediante el encuentro anual de Maestros MEQ, por contrato interadministrativo y/o convenio de cooperación con las secretarías de educación de Medellín y Antioquia, y se articulan con las Olimpiadas de Química, talleres de capacitación para los docentes acompañantes de los estudiantes participantes.

4.2.8 Gestión del currículo

La gestión curricular comprendida como un proceso dinámico, continuo y permanente se ocupa de la articulación entre las estructuras académico-administrativas, las normas universitarias y el plan de desarrollo institucional, con el objeto de implementar el currículo integrado y los principios pedagógicos, curriculares y didácticos que lo acompañan, de modo coherente con los procesos de autoevaluación, reacreditación y autorregulación y con los objetivos misionales, a fin de cualificar la acción educativa y pedagógica. Se fundamenta en las especificidades de la misión académica y científica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y en los principios de la transformación curricular de FCEN (2013) y demás explicitados en este proyecto educativo.

En la perspectiva curricular de la FCEN, el currículo además de integrado es *integral* e *integrador*: integral, porque es completo en su estructura y trata de abarcar la globalidad del problema curricular, en términos de interacción social, de gestión y de modelo; integrador, porque pretende que todos los actores constituyan una comunidad académica diferenciada, configurada bajo un proyecto pedagógico colectivo. De acá que el diálogo y la relación entre las disciplinas en la docencia, la investigación y la proyección social, sean explícitas como relaciones de colaboración, de inter y transdisciplinariedad, para lo cual se asume una organización de los saberes, los cursos



y las metodologías de tal modo que posibilite y sean realidad los cambios educativos.

Asentados en esta mirada curricular, la gestión en el pregrado involucra a los estamentos de la Facultad, en particular a los del Instituto de Química, en una perspectiva de participación cualificada basada en el conocimiento, la experiencia y la capacitación de profesores y administradores en la conducción de la gestión curricular del pregrado de Química y demás de la Facultad. Los diferentes actores participan en aquellos procesos donde su intervención se considere significativa, pertinente y relevante para el logro de los objetivos específicos y el logro de las competencias y del perfil de egreso por los estudiantes.

En este proceso participativo, docentes y administradores, se organizan en estructuras administrativas jerarquizadas de acuerdo con el nivel de gestión, el alcance de las decisiones que pueden tomar y las funciones que desempeñan. El Consejo de Facultad, el Consejo de Instituto y el Comité de Pregrado en Química, son los responsables de dirigir la gestión curricular y tomar las decisiones necesarias para el avance del proyecto formativo y sus ajustes acordes con el segundo proceso de autoevaluación 2016, la segunda reacreditación y el plan de mejoramiento y mantenimiento, para potenciar su impacto en las actividades de docencia, investigación y extensión.

Impacto que alude a la prioridad que la gestión curricular y la administración académica, deben adoptar con respecto a un mayor énfasis: al intercambio académico en la formación de los estudiantes, mediante las articulaciones y coherencias con los cambios pedagógicos, las nuevas didácticas y el uso de las TIC en el currículo de química; a la flexibilidad académica y normativa para acceder a los programas de posgrado en ciencias químicas y afines a nivel nacional e internacional; a la movilidad de los estudiantes entre diferentes instituciones regionales, nacionales e internacionales, utilizando los programas de movilidad existentes y proyectando esfuerzos por la creación de nuevos convenios en esta dirección, con programas de ciencias y/o afines, de interés para la formación de los estudiantes de química propiciando la participación con equidad, calidad y atención a sus expectativas y necesidades, según lo establecido en el currículo.

La prioridad también abarca que la Facultad continúe profundizando el vínculo con el Estado, la empresa pública y la privada y con otras organizaciones sociales, y hacer que estas relaciones se transformen en acciones concretas que demanden recurso humano calificado (pregrado) y altamente competente (posgrado), y que se proyecten en el currículo integrado para incidir positivamente en la transformación de la realidad sociocultural, es decir, posibilitar la recreación y aplicación de los conocimientos adquiridos y potenciar el desarrollo de las habilidades profesionales.

En esta perspectiva toma sentido, en primer lugar, el constante esfuerzo por conseguir alianzas entre dependencias de la Universidad para concretar opciones tales como la doble titulación y la creación de grupos interdisciplinarios con capacidad de articular acciones entre instituciones y entre diversos sectores sociales. En segundo lugar,



ampliar el espectro social y las opciones de la práctica profesional y la pasantía como trabajo de grado. Esto se facilita con el fomento al intercambio de experiencias y el impulso a los programas de emprendimiento liderados por la Universidad y otras entidades académicas e industriales a través del Parque Tecnológico de Antioquia, el programa Universidad-Empresa-Estado y otras opciones, en procura de facilitar la cultura emprendedora.

La administración y organización académica

En la perspectiva de las dinámicas nuevas de la gestión universitaria y de los lineamientos propuestos en el proceso de transformación curricular (2013), la administración y la organización académica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales se adecuan a nuevos estilos de gestión en el marco de la flexibilidad, la interdisciplinariedad, la racionalización, la planificación y la evaluación administrativa, para propiciar y facilitar la ejecución de las funciones vitales de docencia, investigación y extensión, con el apoyo de la informática como herramienta básica de trabajo en todas las actividades y trámites administrativo-académicos.

La administración y la organización académica han avanzado en su capacidad instalada, en la agilidad y calidad de los procesos procurando que directores y coordinadores académicos desplieguen su actividad y dediquen menos tiempo a cuestiones rutinarias administrativas, aun cuando esto es dominante aún en un grado alto: igualmente se requiere de mayor flexibilidad a las estructuras organizativas y administrativas para permitir la adecuación en tiempos plausibles de los cambios que exige un currículo en constante transformación y desarrollo.

Aún los avances de infraestructura y mecanismos de reordenamiento y agilización administrativa a la fecha, es vital que el Consejo de Facultad y los Consejos de Instituto de Biología, Física, Matemáticas y Química, consideren el cómo avanzar a una mayor integración y articulación de los diferentes comités de apoyo⁵, diseñar estrategias para enfrentar los problemas de manera integral y coordinada y garantizar la participación propositiva de los miembros de estas corporaciones en los grupos de profesores que trabajan directamente sobre los problemas.

También urge centrar una mayor atención en la profundización de los cambios en los procesos pedagógicos, en la enseñanza para la comprensión, el aprendizaje significativo y el uso de las TIC, en el trabajo colaborativo y cooperativo, en la planeación y organización académica, en la transición del profesor transmisor hacia un profesor mediador y facilitador del aprendizaje, y en el desarrollo del currículo verdaderamente flexible e interdisciplinario.

⁵ Son comités de apoyo al consejo de facultad: Currículo, cursos de servicio, posgrados, evaluación profesoral, prácticas, calidad y autoevaluación, clima y ambiente organizacional, bienestar universitario, gestión del riesgo. La investigación y la extensión se administran y gestionan en el centro de investigaciones y en el centro de extensión respectivamente.



En la organización académica los profesores realizan su labor en dos núcleos organizativos no excluyentes: el área académica y el grupo de investigación, que a su vez se articulan en el cumplimiento de la función social de extensión.

Por área académica se entiende la unidad básica del trabajo docente en el pregrado, y por grupo de investigación la unidad básica en el trabajo de formación avanzada e investigación.

El área académica

El área académica en la FCEN es una comunidad de profesores que interactúa con otras áreas y con los grupos de investigación en cada instituto y en la facultad. Es un proyecto científico y pedagógico en un saber específico que a su vez se enmarca en un contexto interdisciplinario y se complementa con la capacitación profesoral en la disciplina, en la pedagogía y en las didácticas específicas del saber y en la evaluación de los procesos de aprendizaje.

El área académica en química se constituye a partir de la organización de los saberes en cinco unidades: Básica, Analítica, Físicoquímica, Inorgánica, Orgánica y Bioquímica. Estas áreas con el propósito de fortalecer la instauración de un currículo integrado y de los principios de flexibilidad e interdisciplinariedad, se conciben en íntima conexión unas con otras, con el fin de articular e integrar los saberes y hacer efectiva la necesaria interacción entre las diferentes áreas académicas del Instituto de Química, con las de los institutos de Biología, Física y Matemáticas y de otras facultades para el caso de la formación en ciudadanía, de una segunda lengua y en escritura académica.

El área académica se ocupa de facilitar la apropiación, por parte de los estudiantes, de los conceptos, modelos y del lenguaje químico; de desarrollar en ellos las capacidades de representación y de modelación molecular; y de contribuir al desarrollo de sus capacidades de comunicación en química: escritura, lectura y oralidad. Cada área se ocupa de estructurar los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en su ámbito específico y coherente con el ciclo de formación y los niveles de profundización de los conceptos con base a la estructura lógica de la disciplina.

El grupo de profesores que integran un área académica tiene como funciones centrales:

- Estructurar los ciclos de fundamentación, profesionalización y profundización, y los respectivos contenidos conceptuales procedimentales y actitudinales.
- Diseñar, planificar y poner en acción en el aula física o virtual, las actividades curriculares propias para el aprendizaje de los estudiantes, de acuerdo con los principios del modelo de currículo integrado.
- Diseñar, revisar e impartir los planes de asignatura del respectivo saber químico.
- Diseñar situaciones problema, actividades de investigación formativa y el uso de herramientas TIC para favorecer la comprensión del conocimiento químico y su aprendizaje significativo.
- Planear y evaluar el proceso de aprendizaje significativo de los estudiantes.



- Elaborar y organizar textos y demás materiales didácticos para las asignaturas de la respectiva área.

La organización del trabajo de los profesores en el área académica se estructura en concordancia con el escalafón docente y las tareas que debe desempeñar cada profesor de acuerdo con las funciones asignadas a cada categoría docente según lo establecido en el Estatuto Profesorial en los artículos 54, 56, 58 y 60. Cuenta, por lo menos, con un profesor titular para coordinar el trabajo con el fin de implementar diversas modalidades didácticas, tales como clases magistrales, clases teóricas y prácticas, talleres de resolución de problemas, laboratorios, seminarios y actividades investigativas, y velar por la producción y organización de materiales educativos adecuados para los estudiantes y la coherencia entre la teoría y la práctica. Los profesores de cátedra trabajan bajo la coordinación de los profesores de tiempo completo que integran el área académica,

El grupo de investigación

Los grupos de investigación son entidades académicas creadas con la finalidad de desarrollar, de modo integrado con la docencia y la proyección social en perspectiva interdisciplinaria, la práctica científica y producir aportes al conocimiento a partir de proyectos de investigación y/o de la solución a problemas de interés social en el ámbito de la química. Varios de estos grupos cuentan con reconocimiento nacional e internacional e imparten la docencia en pregrado lo cual contribuye a la formación química en el campo teórico y experimental.

El trabajo de estos grupos impacta la docencia mediante la participación en el diseño y puesta en acción de asignaturas avanzadas en el ciclo de profundización con el desarrollo de diversas líneas de énfasis estructuradas con diversos cursos optativos y la dirección y acompañamiento al estudiante durante la realización del seminario de investigación y del trabajo de grado. Es una comunidad académica que, en coordinación con el área disciplinaria, acoge a los estudiantes para proyectarlos en actividades de investigación y de proyección social, de intercambio nacional e internacional, y facilitarles la realización de pasantías y la continuidad de estudios de posgrado.

Durante los tres ciclos formativos (fundamentación, profesionalización, profundización) varios profesores ponen en acción, en cursos teóricos y experimentales, prácticas investigativas formativas como el trabajo colaborativo mediante la consulta bibliográfica y la elaboración de resumen de lectura, infografía, video, exposición y debate, diseño de experimentos y la organización y socialización de datos y resultados de estos,

Los estudiantes y la gestión curricular

La gestión curricular, aun siendo responsabilidad fundamentalmente de docentes y personal administrativo, requiere de una actitud participativa y crítica del estudiantado de la Facultad y en cada Instituto. Los diferentes procesos de autoevaluación, acreditación y reacreditación de los programas de la Facultad han señalado como una



debilidad la poca participación de los estudiantes en la definición de los propósitos, metas y objetivos de los programas. Aunque los estudiantes tienen derecho a la representación en los comités de pregrado, no es activa su participación en la organización y en la administración académica.

La gestión del currículo al ser un proceso en permanente desarrollo y en constante revisión en sus propósitos y estrategias, requiere de la participación entusiasta, propositiva y crítica de los estudiantes, argumentando a la comunidad académica de cada instituto cómo el currículo afecta su desempeño académico, permite la inclusión y la formación del perfil de egreso.

El modelo de currículo integrado también requiere que los estudiantes dejen de ser pasivos receptores de información y comencen a desempeñar un papel más activo en su aprendizaje para potenciar el diálogo entre profesor y estudiante y realmente procesar la comprensión y el aprendizaje significativo del conocimiento químico.

5. EVALUACIÓN Y AUTOEVALUACIÓN

5.1 Los procesos de evaluación

Evaluación de la gestión del programa y del plan de estudios

En la FCEN, la evaluación considerada como un componente fundamental del proceso de transformación curricular, se procura relacionarla de modo dialéctico y permanente con los elementos de la interacción social, de la gestión curricular y del modelo curricular. Inicia con el comienzo del semestre, continúa durante su desarrollo y termina de modo parcial al final de este. En la evaluación participan todos los actores del programa de Química, se consideran los objetivos de la transformación curricular, la estructura curricular, los procesos académicos, los resultados obtenidos y las relaciones con el contexto, con la investigación y con la práctica académica.

En relación con la evaluación del proceso de transformación curricular, los objetivos específicos de evaluación del programa de Química incluyen entre otros:

- Diseñar los programas de asignatura para cumplir con los objetivos establecidos en el cambio curricular.
- Preparar los programas para cumplir las recomendaciones del Consejo Nacional de Acreditación, según los parámetros consensuados para el cambio curricular.
- Asegurar el papel mediador del profesor y el desarrollo de didácticas activas.

Para lograr estos objetivos y a su vez mantener un seguimiento y evaluación continua del proceso curricular, el Instituto de Química, mediante su organización en grupos de trabajo, dispone de espacios académicos y administrativos que permiten la discusión



continúa de los aspectos, tanto positivos como negativos que contribuyan a un mejor direccionamiento de las funciones y actividades de los programas de asignatura. El coordinador del programa de Química en conjunto con el director del Instituto de Química y los profesores representantes de cada área académica, como Comité de Pregrado, vigilan las relaciones horizontales y verticales de la malla curricular.

El Comité de Pregrado se reúne semanalmente con el objetivo de evaluar y facilitar los canales de comunicación, agilizar el recibo de sugerencias, aportes y solicitudes de profesores, estudiantes y directivas. Este mismo Comité presenta los informes respectivos al Comité de Currículo de la FCEN quienes aunados al Consejo de Facultad, son los administradores del Programa de Química.

Las reuniones de los profesores en cada una de sus áreas académicas son el espacio para discutir los aspectos relacionados con los contenidos, las metodologías o didácticas y la evaluación, enunciados en los planes de asignatura, así como informar las necesidades propias en cuanto a recursos y personal docente, y comunicar las dificultades que se presentan, particularmente en sus cursos y en sus grupos de investigación; todo lo anterior es informado al Comité de Pregrado para la realización de los ajustes necesarios a través del Consejo de Instituto.

Políticas y estrategias de seguimiento a los egresados

El Programa de Egresados de la UdeA fue creado en 1997 como una dependencia administrativa adscrita a la Vicerrectoría de Extensión. Su objetivo es crear, mantener, mejorar y promocionar las relaciones de la Universidad con sus egresados, en la búsqueda de fines académicos, laborales y culturales. Para lograr esto, el Programa de Egresados mantiene comunicación permanente y construye una relación de mutuo beneficio con los egresados; lidera estrategias y acciones para vincularlos a la vida universitaria, en las transformaciones curriculares y en iniciativas que contribuyan a la proyección de su quehacer profesional y ciudadano y el de la Universidad en la sociedad.

El Programa de Egresados desarrolla actividades académicas, artísticas y culturales, realiza la convocatoria para la producción de memorias, se comunica permanentemente con los más de 79 mil egresados registrados en su base de datos y promueve las actividades de 44 asociaciones de egresados. El 90% de los consejos de las unidades académicas tienen representante de egresados. El Consejo de la FCEN cuenta con la participación de un Representante de Egresados con voz y voto en las decisiones administrativas de la Facultad, con un comité de apoyo para el fortalecimiento de la comunidad de egresados de la facultad, y este organiza cada año el encuentro de egresados, y trabaja en dirección a la conformación de redes de profesionales químicos y de otros con intereses afines. También, el programa de divulgación científica, Lunes de Ciencia, invita de modo periódico a egresados con la finalidad de compartir sus experiencias profesionales y el instituto de química organiza cursos de educación continua para sus egresados y profesionales de campos afines a la química



Es un reto adelantar de modo sistemático en el futuro cercano, el trabajo con planes fundamentados en la elaboración y desarrollo de un proyecto de indagación sobre la valoración del impacto del egresado del pregrado de química en el medio y su forma de retroalimentar al programa; así como de un plan definido por periodos de tiempo para fomentar la formación continua a lo largo de la vida.

Estructura administrativa y académica del Instituto de Química

Los Acuerdos Superiores 192 y 193 del 2 de abril de 2001 reglamentan la estructura académica y administrativa de la FCEN en Institutos a partir de dicho año: Biología, Física y Química y Matemáticas en el 2011. El Instituto de química es responsable de ofertar los programas de pregrado en Química y Tecnología Química y el posgrado en Ciencias Químicas.

La FCEN mediante el Acuerdo de Facultad 005 del 10 de abril de 2002, define en primer lugar, su estructura principal según el artículo 1° en: Decanato, Consejo de Facultad y Comités Asesores: Currículo, Extensión e Investigación; los cuales se han ampliado a otros más con el desarrollo de la facultad: Posgrados, Cursos de Servicio, Calidad y Autoevaluación, Evaluación Profesoral, Prácticas, Relaciones internacionales, Egresados, Gestión del Riesgo, Clima y Ambiente Organizacional,

En segundo lugar, define la estructura de cada Instituto, la cual está encabezada por el Consejo de Instituto, conformado a su vez por un representante de los profesores del instituto, los coordinadores de los programas de Extensión, Cursos de Servicio, Prácticas, Posgrado y Pregrado, y presidido por el director de Instituto.

También el Acuerdo de Facultad 005, en concordancia con el Acuerdo Académico 0069 de 1996, define la creación del Comité de Pregrado en el cual se concentran las funciones académicas para los programas de Química y Tecnología Química. Está conformado por el coordinador de pregrado, el director de instituto, y los coordinadores de áreas académicas, las cuales fueron establecidas mediante el Acuerdo de Facultad 191 de 2017 y denominadas: Química Analítica, Química Básica, Química Inorgánica, Fisicoquímica y Química Orgánica y Bioquímica.

El cuadro 19 detalla la Estructura administrativa y académica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y del Instituto de Química, de la universidad de Antioquia.

Políticas y estrategias de Bienestar Universitario

La UdeA como institución de educación superior de servicio público, en cumplimiento de su función social, será siempre un centro de cultura y ciencia que imparta a los estudiantes una formación integral y los capacite para el ejercicio profesional en las diferentes áreas del quehacer humano. Con esta misión, la Universidad reconoce que “el bienestar universitario no consiste solamente en garantizar las protecciones legales en salud y en riesgos económicos. Este debe posibilitar que los estudiantes provenientes de los sectores socioeconómicos más vulnerables dediquen la mayor parte de su tiempo y energías a su formación, sin las angustias más protuberantes debidas a su condición;



garantizar un ambiente seguro y favorable para la actividad intelectual; complementar la formación profesional con actividades culturales, artísticas, recreativas y deportivas, y promover la salud espiritual, síquica y afectiva de los universitarios”.

Para lograr este propósito, la UdeA dispone del Sistema de Bienestar Universitario (SBU), el cual se rige por el Acuerdo Superior 173 del 13 de julio de 2000. El SBU se fundamenta en los lineamientos del Consejo Nacional de Acreditación, en la Ley 100 de 1993 de Seguridad Social, en la Ley 181 de 1995 del Deporte, en la Ley 375 de 1997 de la Juventud, en sus respectivos decretos reglamentarios, y en los Planes de Desarrollo Institucional.

Para atender con mejores estándares de oportunidad, pertinencia y calidad la demanda de la comunidad universitaria, los procedimientos de Bienestar se desarrollan mediante la Norma Técnica Colombiana ISO 9001 versión 2000 y su actualización en 2008. Todas las acciones están documentadas en el Sistema de Gestión de la Calidad, acoge las quejas y las asume como oportunidades permanentes de mejora, y descentraliza los servicios con miras a generar un mayor impacto, derivando la gestión por procesos en tres líneas: Formación, Orientación-Asistencia y Apoyo Social.

Esto ha permitido que la UdeA sea la única institución pública en sostener la exoneración en el pago de la matrícula a los estudiantes de estratos socioeconómicos 1 y 2. Además, brinda apoyo alimenticio a estudiantes de escasos recursos, con el concurso del sector privado; genera posibilidades de ingreso económico para los estudiantes, mediante su incorporación como monitores y auxiliares en actividades académicas y administrativas; y apoya la creación de pequeñas empresas que prestan servicios a la comunidad universitaria mediante el Programa Empresarial de Servicios Estudiantiles.

La Dirección de Bienestar Universitario es el eje del SBU, es la encargada de promover y desarrollar actividades y programas para la formación intelectual, académica, afectiva, social y física afín de mejorar la calidad de vida, contribuir a la formación ciudadana y a la construcción de la comunidad universitaria, direccionada con un conjunto de políticas, principios, valores, normas y procedimientos expresados conceptualmente en su carta organizativa. Ofrece a las personas y grupos de la comunidad universitaria beneficios en el campo de la salud, el deporte, la cultura y el desarrollo humano. Coordina programas y proyectos con las diferentes unidades académicas para generar y sostener bienestar mediante programas y servicios que favorecen el desempeño académico de los estudiantes, y ofrece a los empleados y docentes alternativas de uso del tiempo libre en actividades recreo-deportivas, así como el acceso a créditos del Fondo de Bienestar Universitario, que inciden en el mejoramiento de sus condiciones socioeconómicas.

El SBU está conformado por los Departamentos de Deportes, Promoción de la Salud y Prevención de la Enfermedad, y Desarrollo Humano. Adicionalmente, la Dirección de Bienestar tiene adscrito el Fondo de Bienestar Universitario.

El *Departamento de Deportes* orienta actividades de carácter formativo, recreativo y

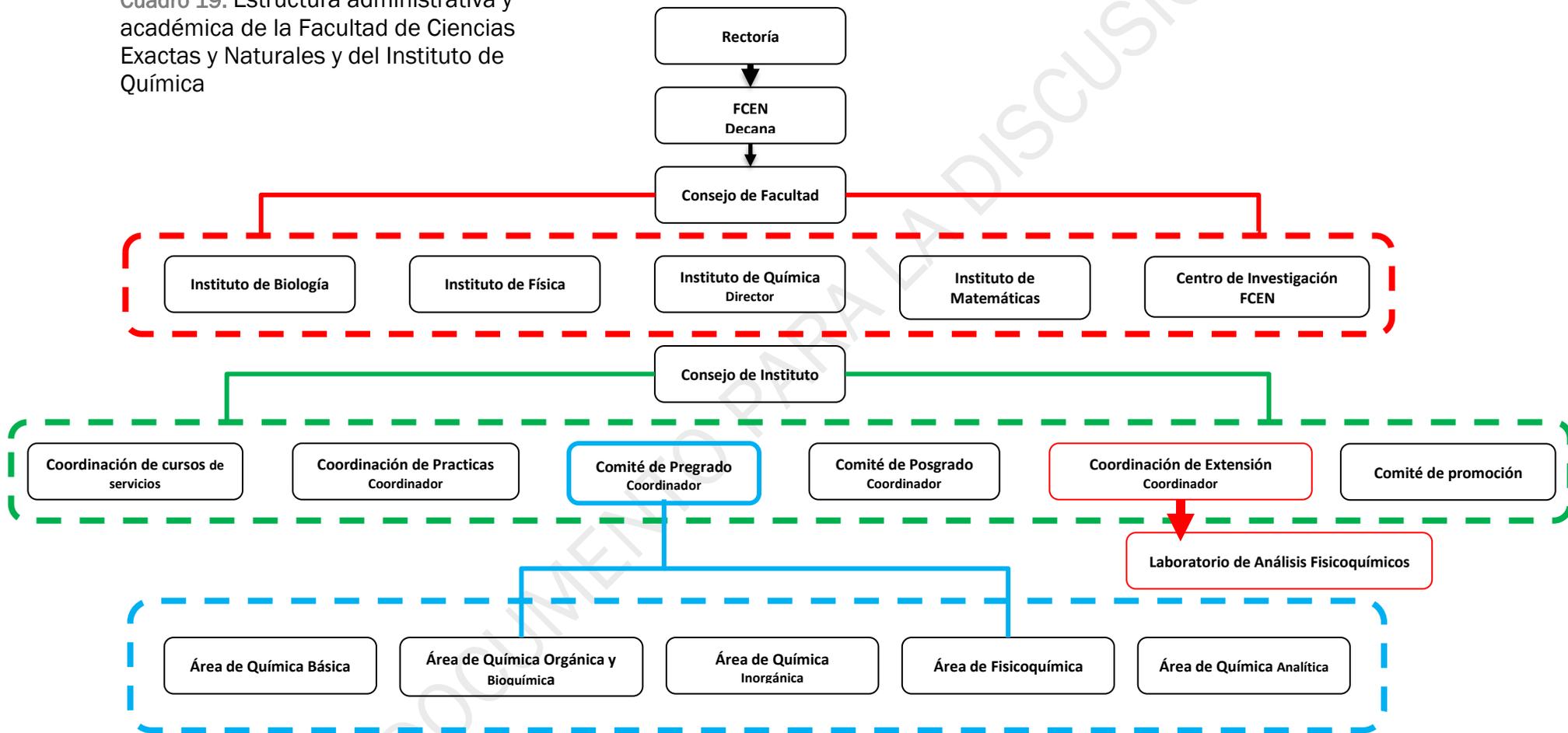


representativo. Estimula la práctica del deporte, propiciando el desarrollo de aptitudes deportivas y la formación en valores como disciplina, lealtad y solidaridad. Administra los escenarios deportivos, organiza eventos y gestiona recursos para las prácticas deportivas y recreativas.

DOCUMENTO PARA LA DISCUSIÓN



Cuadro 19. Estructura administrativa y académica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y del Instituto de Química





El *Departamento de Promoción de la Salud y Prevención de la Enfermedad* fomenta y promueve hábitos y estilos de vida saludables, y la prevención de enfermedades, situaciones críticas y factores de riesgo de la población universitaria. Las acciones de promoción y prevención dirigidas a los estudiantes procuran por el mejoramiento permanente de sus condiciones psíquicas, físicas y ambientales. Y, las acciones de promoción y prevención orientadas a los empleados complementan los programas de beneficios propios a su vinculación con el sistema general de seguridad social en salud.

El *Departamento de Desarrollo Humano* elabora y ejecuta programas que facilitan la realización de los proyectos de vida de los estudiantes en lo personal, académico y laboral. Fomenta el sentido de pertenencia y fortalece las relaciones humanas, la adaptabilidad, y el desempeño de las personas en la comunidad.

Aunado a esta oferta general de servicios de bienestar, la FCEN de la UdeA en el marco del proceso de transformación curricular, creó desde hace 6 años una unidad propia de Bienestar Universitario, que tiene a su cargo el acompañamiento académico, social, familiar y personal del estudiante como apoyo a su proceso de inserción en la vida universitaria, y el Programa de Acompañamiento Permanente de los estudiantes (PAP), cuyo objetivo general es propiciar una permanencia con bienestar durante su vida universitaria. Las principales actividades que se desarrollan en este programa son:

- **Promoción de la salud y prevención de la enfermedad:** oferta de talleres de reflexión para la asimilación de la vida universitaria, apoyo psicopedagógico, hábitos y técnicas de estudio, y manejo de la ansiedad en pruebas académicas, entre otros.
- **Deporte y tiempo libre:** realiza actividades deportivas Inter facultades (organizadas anualmente por la Dirección de Bienestar Universitario), y mediante oferta interna se promueven deportes de competencia y recreación entre el personal administrativo y docente de la Facultad y los estudiantes.
- **Feria De Bienestar:** realiza cada año un encuentro con la prioridad de mostrar los programas, propuestas y diversas actividades del interés de los estudiantes, como: trueque de libros y feria de emprendimiento entre otros.
- **Cultura:** realiza talleres artísticos de dibujo, fotografía, pintura, teatro y Tejiendo Redes. Es liderada por los practicantes de artes de la UdeA.
- **Laboratorio de orientación vocacional:** promueve encuentros semestrales con estudiantes que voluntariamente asistan al llamado. En ellos se tratan temas que contribuyan a una toma de decisión reflexiva y consciente frente a lo profesional.
- **Estudiantes Pares Académicos Solidarios PAS:** selecciona estudiantes voluntarios de acuerdo con el cumplimiento del requisito del conocimiento disciplinar, que aportan en lo académico y como consejero a los estudiantes que se encuentran en un estado mínimo de vulnerabilidad.
- **Talleres de lectura y escritura:** potencia la cultura académica y el desarrollo de las habilidades discursivas en ciencias naturales y matemáticas.



- **Exactamente familia:** vincula a los padres de familia al proceso de inserción a la vida universitaria de sus hijos, brindándoles herramientas que les permitan realizar un adecuado acompañamiento.
- **Qué nota estar en Medellín:** genera un espacio de conocimiento y apoyo entre estudiantes oriundos de otras regiones y subregiones fuera del Área Metropolitana, construyendo una red de apoyo para una mejor adaptabilidad a la vida universitaria.
- **Monitorías:** activa el papel del estudiante como protagonista de su propio proceso de aprendizaje. Las monitorías son el conjunto de estrategias y actividades orientadoras que desarrollan los estudiantes monitores con otros estudiantes, con el fin de planificar y apoyar su desarrollo personal y profesional durante un período de tiempo.
- **Alimentación:** asigna una cantidad de cupos de alimentación con la Dirección de Bienestar Universitario para cada facultad.
- **Transporte:** asigna un apoyo a los estudiantes de los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3 para sufragar el 50% de la tarifa establecida.
- **Convenio de apoyo económico:** otorgado por el Fondo Sapiencia Pregrados/EPM.
- **Póliza de seguro estudiantil para estudiantes que no tienen servicio de EPS:** acceso al servicio, cubre gastos médicos o de curación por accidente, invalidez (incapacidad total o permanente), muerte accidental o muerte por cualquier causa,
- auxilio funerario, cobertura a nivel nacional de riesgo biológico, auxilio por maternidad, desmembración, incapacidad total o permanente por accidente, rehabilitación integral por invalidez accidental, auxilio por muerte de uno de los padres, reembolso de matrícula por accidente.

Los profesores de la FCEN pueden vincularse a la unidad de Bienestar Universitario mediante el programa de **Docentes tutores**. En este programa la participación de los profesores puede ser como:

- **Tutor académico:** presta asesoría académica a estudiantes repitentes.
- **Consultoría académica:** presta asesoría académica, individual o grupal, a estudiantes que lo requieran y soliciten.
- **Consejero:** aborda aspectos del ser y asuntos normativos, dirigido a estudiantes matriculados en los primeros semestres de su programa académico.
- **Taller:** permite reforzar o aclarar los conceptos presentados en clase, según metodología propia del taller.

5.2 Los procesos de autoevaluación

Ante el crecimiento de la matrícula, la diversificación de los programas de estudio, las metodologías de enseñanza y los actuales niveles de financiamiento, la calidad de la educación es motivo de preocupación en el mundo. Esto ha conducido al desarrollo de programas de evaluación de la calidad de las distintas actividades universitarias.



Actualmente, toda institución de educación superior debe centrar su accionar en los procedimientos, acciones y estrategias que conduzcan al alcance de los estándares internacionales de la calidad educativa.

La autoevaluación, la actualización científica y pedagógica, el mejoramiento continuo de la calidad y la pertinencia social de los programas universitarios son tareas permanentes de la UdeA en el marco de la acreditación de alta calidad. La Institución asume el liderazgo de estos procesos y propicia la participación amplia de la comunidad académica en él. La UdeA acoge y participa en el Sistema Nacional de Acreditación. El Consejo Nacional de Acreditación-CNA, mediante Resolución 16516 del 14 de diciembre de 2012, reacreditó a la UdeA por 10 años, reconociendo nuevamente la alta calidad de los programas, procesos y servicios de la Institución. En el informe presentado por el CNA, se exaltan "los avances generados a partir de acciones de mejoramiento, incorporadas y consolidadas desde la primera acreditación". En el mismo documento, el corporado resalta las virtudes de la institución y hace recomendaciones frente a las debilidades evidenciadas en los informes de los pares.

La cultura de la autoevaluación es desarrollada y asumida en todas las unidades académicas y administrativas de la Universidad. El Plan de Desarrollo Institucional vigente de la UdeA, define como uno de sus principios: "La autoevaluación, la actualización científica y pedagógica, el mejoramiento continuo de la calidad y la pertinencia social de los programas universitarios, son tareas permanentes de la Universidad y parte del proceso de acreditación. La Institución acoge y participa en el Sistema Nacional de Acreditación". Adicionalmente, el objetivo estratégico 1, del tema estratégico 1, propone "articular la investigación y la extensión a la docencia para la formación integral de excelencia académica".

Entre los lineamientos propuestos para lograr este objetivo se destaca el asumir los procesos de autoevaluación como parte de la cultura universitaria e incluir los planes de mejoramiento en los procesos académicos.

Los resultados de la autoevaluación institucional unidos a los de la autoevaluación y autoevaluación externa del sistema de investigación, de los programas de pregrado y posgrado, del sistema de bibliotecas, de la Vicerrectoría Administrativa, sí son apropiados por los alumnos, profesores, investigadores y directivos, en tanto realizadores de las actividades sustantivas de la Universidad, desarrollarán la voluntad, la participación y el compromiso para hacer de la Universidad una institución autorregulada, capaz del ejercicio de la plena autonomía, en pos, cada vez con mayor fuerza y certeza, de la realización de su autorregulación, erigiéndola como una institución innovadora, pertinente, conocedora de su pasado, preocupada por su presente y anticipadora de su futuro.

Bien asumidos los resultados de este ejercicio de autoevaluación y regida por el principio simple de "evaluar para mejorar", la UdeA hace de él una de sus guías para la transformación de sus estructuras, de su organización, de sus modos de operar, de sus



estrategias pedagógicas y bajo una mirada proactiva, puede responder a las demandas y al desarrollo de las políticas de investigación, posgrados, ofertas curriculares, ampliación de cobertura, regionalización, extensión, bienestar universitario, gestión financiera y administrativa, aseguramiento de la calidad, entre otras, y poder así responder a las exigencias de diversificación de ofertas, equidad en el acceso y en la permanencia, mayor incorporación de la información, la ciencia y la tecnología en sus procesos académicos, y por tanto, mayor pertinencia en sus aportes, para hacer de la nuestra, una sociedad más digna en medio de una economía que cada día es más abierta, globalizada y competitiva.

La Vicerrectoría de Docencia, mediante su Comité Central de Autoevaluación y Acreditación, ofrece a la comunidad académica de la UdeA, una estrategia de sensibilización en el proceso de autoevaluación de programas académicos llevados a cabo en la Universidad, con el fin no sólo de difundir una información completa y acertada a todos y cada uno de los actores, sino también, buscando educar en un proceso que constantemente está actualizándose y requiere crear conciencia de Calidad y Excelencia, bajo la expectativa de que este merezca ser discutido, subrayado, siempre transformado y nunca archivado.

La Universidad dispone de un material web, informativo y formativo, tipo tutorial, que permite guiar procedimental y metodológicamente el proceso de autoevaluación con miras a la acreditación de programas académicos de la UdeA.

Las directivas de la FCEN y del Instituto de Química, están comprometidas con los procesos de autoevaluación y la implementación de las propuestas de mejoramiento de la calidad que resultan de este proceso. El Plan de Acción de la FCEN considera la reacreditación y acreditación de todos sus programas de pregrado.

El Instituto de Química, adopta la cultura de autoevaluación asumida por la Universidad y realiza periódicamente procesos internos de autoevaluación de sus programas de pregrado y posgrado. En el pregrado, estos procesos son coordinados por los Comités de Currículo y de Autoevaluación de la FCEN, y de Autoevaluación y Pregrado del Instituto de Química, y puestos en debate, en las reuniones de los profesores en cada área académica y de estudiantes y administrativos citados para el caso.

El programa de Química en el marco de la acreditación de alta calidad de los programas de pregrado fue reacreditado por segunda vez por parte del Consejo Nacional de Acreditación, por un periodo de seis años (Resolución 23755 del 22 de diciembre de 2016). Este reconocimiento garantiza que es un programa de alta calidad y cumple con sus propósitos y objetivos en la formación de Químicos. El programa de Química propende por el mantenimiento de sus fortalezas y trabaja permanentemente en la búsqueda de estrategias que le permitan minimizar sus debilidades, considerando siempre el objetivo de alcanzar mayores niveles de calidad que impacten a sus estudiantes, egresados, profesores, empleados, a la UdeA y a la sociedad en general.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agenda 2030, Rio de Janeiro, Brasil. (2012). Recuperado de <https://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/sustainable-development-goals.html>

American Chemical Society, C&EN Media Group, *Chemistry Trends you Should Know for 2020*. Recuperado de [https://acsmediakit.org/blog/chemistry-trends-you-should-know-for-2020/14 January 2020](https://acsmediakit.org/blog/chemistry-trends-you-should-know-for-2020/14-January-2020).

Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución política de Colombia*. Recuperado de: <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia.pdf>

Ausubel, D., Novak, J, Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo* (2da Ed.). México: Editorial Trillas.

Bachelard, G. (1976). *Materialismo Racional*. Buenos Aires: Editorial Paidós.

Bermejo, D. (2008). *En las Fronteras de la Ciencia*. Barcelona: Editorial Anthropos.

Chemistry Trends you Should Know for 2020, <https://acsmediakit.org/blog/chemistry-trends-you-should-know-for-2020/> 14 January 2020, C&EN Media Group, American Chemical Society

Colombia Productiva. (2019). Plan de Negocios, Sector Químicos -visión a 2032-, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia <https://www.colombiaproductiva.com/ptpcapacita/publicaciones/sectoriales/publicaciones-quimica-basica/plan-de-negocio-industria-quimica-basica-2019-2032>

Chemistry Contribution: Workforce Trends and Economic Impact, Royal Society of Chemistry, Report, 2020 <https://www.rsc.org/new-perspectives/talent/chemistrys-contribution-workforce-trends-and-economic-impact/>

Acuerdo de Facultad No. 123 del 31 de julio de 2013. Transformación Curricular Documento Rector (Versión 3). Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Grupo de Transformación Curricular Química. (2012). Documento Rector del Programa de Química. Medellín: Universidad de Antioquia, Instituto de Química.

Comité de Pregrado de Química. (2014). Informe Renovación Registro Calificado del Programa de Química. Medellín: Universidad de Antioquia, Instituto de Química.



International Council of Chemical Associations (ICCA). (2017). Global Chemistry Industry Contributions to the Sustainable Development Goals. Recuperado de <https://www.icca.chem.org/wp-content/uploads/2017/02/Global-Chemistry-Industry-Contributions-to-the-UN-sustainable-Development-Goals.pdf>

Jacob, K. (2001). Analysis and Synthesis, Interdependent Operations in Chemical Language and Practice. *HYLE - International for Philosophy of Chemistry*, 7, 1, 31-50.

Kuhn, T. S. (1976). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Moreira, M. A. (2010). *Aprendizaje Significativo Crítico*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

Quintero, Z. J., Mesa, E. S. (2021). Estudio de pertinencia del programa de pregrado en Química, Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Romero, I., P. (2019). *¿Cómo Liberarse de una Educación Equivocada?* Bogotá, D.C.: Magisterio Editorial.

Royal Society of Chemistry (2020), Chemistry Contribution: Workforce Trends and Economic Impact, Report, 2020, UK <https://www.rsc.org/new-perspectives/talent/chemistrys-contribution-workforce-trends-and-economic-impact/>

Universidad de Antioquia (1981) Acuerdo 1 de febrero 15 de 1981 por el cual se expide el reglamento estudiantil y de normas académicas. Medellín. Recuperado de: <http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/8d7b1dff-c78a-42f7-a475-2f2511d463c0/reglamentoestudiantilpregrado.pdf?MOD=AJPERES&CVID=lgcJNxb&CVID=lgcJNxb&CVID=lgcJNxb&CVID=lgcJNxb&CVID=lgcJNxb&CVID=lgcJNxb&CVID=lgcJNxb&CVID=lgcJNxb&CVID=lgcJNxb>

Universidad de Antioquia. (1994). Acuerdo Superior 1 del 5 de marzo de 1994 por el cual se expide el Estatuto General de la Universidad de Antioquia. Medellín. Recuperado de <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/institucional/normativa>

Universidad de Antioquia. (1996). Acuerdo Superior 083 del 22 de julio de 1996 por el cual se expide el Estatuto profesoral de la Universidad de Antioquia. Medellín. Recuperado de: [http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/1354a728-5c11-4b0f-9232-e5a5369b159e/estatuto-profesoral-as-083.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m6bAP.2&CVID=m6bAP.2&CVID=m6bAP.2&CVID=m5DqRns&CVID=m5DqRns&CVID=lgcK6ui&CVID=lgcK6ui&CVID=lgcK6ui&CVID=lgcK6ui&CVID=lgcK6ui&CVID=lgcK6ui](http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/1354a728-5c11-4b0f-9232-e5a5369b159e/estatuto-profesoral-as-083.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m6bAP.2&CVID=m6bAP.2&CVID=m6bAP.2&CVID=m5DqRns&CVID=m5DqRns&CVID=lgcK6ui&CVID=lgcK6ui&CVID=lgcK6ui&CVID=lgcK6ui&CVID=lgcK6ui&CVID=lgcK6ui&CVID=lgcK6ui)

Universidad de Antioquia (2003) Acuerdo Superior 253 del 18 de febrero de 2003 por el cual se expide el estatuto del profesor de cátedra y ocasional. Medellín. Recuperado de: <http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/3bb010b9-eaff-4f8c-8657->



4a0951af1162/estatuto-profesor-catedra-ocasional-AS-253.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m6bzXqL&CVID=m6bzXqL&CVID=m6bzXqL&CVID=m5DqBLE&CVID=m5DqBLE&CVID=m5DqBLE&CVID=lgcKhMP&CVID=lgcKhMP&CVID=lgcKhMP&CVID=lgcKhMP&CVID=lgcKhMP&CVID=lgcKhMP

Universidad de Antioquia. (2014). Acuerdo superior 418 del 29 de abril de 2014 por el cual se crea y se define la Política Integral de Prácticas para los programas de pregrado de la Universidad de Antioquia. Medellín. Recuperado de: <http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/1ef6a59d-69d6-47d7-a156-926aa8a34c3c/acuerdo+superior++418+2014.pdf?MOD=AJPERES>

Universidad de Antioquia. (2016). Glosario. En: Plan de Desarrollo 2017-2027. Medellín. Recuperado de:

<http://www2.udea.edu.co/webmaster/multimedia/plan-desarrollo-udea/plan-desarrollo-udea.pdf>

Vergnaud, G. (1990). La Théorie des Campo Conceptuels, Recherches en Didactique des Mathématiques, 10, 23, 133-170.

Vygotsky, L. (1996). Pensamiento y Lenguaje. Buenos Aires: Ediciones Paidós.

DOCUMENTO PARA LA DISCUSIÓN



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales