

COLECCIÓN



INVESTIGACIÓN

# **Coherencia curricular**

## **Profesores que viven el currículo**

**Curriculum Coherence**  
**Teachers living curriculum**

Sulma Paola Vera-Monroy  
María Cristina Gamboa Mora



Puede usar el siguiente menú para navegar el documento





COLECCIÓN  
INVESTIGACIÓN

# Coherencia curricular

Profesores que viven el currículo

SULMA PAOLA VERA-MONROY  
MARÍA CRISTINA GAMBOA MORA



Universidad de  
La Sabana

Vera-Monroy, Sulma Paola, autor

Coherencia curricular: profesores que viven el currículo / Sulma Paola Vera-Monroy y María Cristina Gamboa Mora. -- Chía: Universidad de La Sabana, 2022  
206 páginas; 17 x 24 cm. (Colección Investigación)

Incluye bibliografía

ISBN 978-958-12-0614-8

e-ISBN 978-958-12-0615-5

Doi: 10.5294/978-958-12-0614-8

1. Educación (Currículo) 2. Evaluación curricular 3. Educación superior I. Vera-Monroy, Sulma Paola II. Gamboa Mora, María Cristina III. Universidad de La Sabana (Colombia). IV. Tit.

CDD 375.001

CO-ChULS



#### RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

© Universidad de La Sabana

Facultad de Ingeniería

© Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela Ciencias de la Educación

© Sulma Paola Vera-Monroy

© María Cristina Gamboa Mora

Primera edición: octubre de 2022

ISBN 978-958-12-0614-8

e-ISBN 978-958-12-0615-5

doi: 10.5294/978-958-12-0614-8

50 ejemplares

Impreso y hecho en Colombia

#### EDICIÓN

Dirección de Publicaciones

Campus del Puente del Común

Km 7 Autopista Norte de Bogotá

Chía, Cundinamarca, Colombia

Tels.: 861 5555 / 861 6666, ext. 45101

[www.unisabana.edu.co](http://www.unisabana.edu.co)

<https://publicaciones.unisabana.edu.co>

[publicaciones@unisabana.edu.co](mailto:publicaciones@unisabana.edu.co)

#### DIAGRAMACIÓN

Kilka Diseño Gráfico

#### ILUSTRACIÓN Y MONTAJE DE CUBIERTA

Kilka Diseño Gráfico

#### CORRECCIÓN DE ESTILO

María José Díaz Granados

#### IMPRESIÓN

Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S.

Hecho el depósito que exige la ley.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este libro, sin la autorización de los titulares del copyright, por cualquier medio, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático. Esta edición y sus características gráficas son propiedad de la Universidad de La Sabana.

“Coherencia curricular: profesores que viven el currículo” es producto de un proyecto de investigación financiado por la Vicerrectoría de Procesos Académicos, la Dirección de Currículo, Desarrollo Profesional y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Sabana, en cooperación con la Escuela de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

# Contenido

<b>Prólogo</b>	<b>9</b>
<b>Introducción</b>	<b>11</b>
<b>Capítulo 1. Los cimientos</b>	<b>13</b>
El currículo: un compromiso público de formación integral en la universidad	19
Un ejercicio de coherencia curricular	21
<b>Capítulo 2. Convencer a los profesores</b>	<b>23</b>
<b>Capítulo 3. Alineación de saberes</b>	<b>26</b>
<b>Capítulo 4. Profesores que viven el currículo</b>	<b>31</b>
<b>Capítulo 5. Ejecución de la coherencia curricular</b>	<b>43</b>
Resultados previstos de aprendizaje	44
Formulación de los RPA	46
El verbo	46
El objeto	47
El contexto	47
Rúbricas de evaluación	50
Construcción de las rúbricas	52
Lectura de las rúbricas	60
Experiencias de aprendizaje	62
Portafolio	62
Exposición	63
Estudio de caso	64
Simulación o aprendizaje basado en simuladores	65

Aprendizaje basado en problemas	65
Aprendizaje basado en el entorno	66
Aprendizaje basado en retos	67
Aprendizaje basado en tareas	67
Aprendizaje basado en escenarios T2	68
Syllabus	69
Elementos consignados en el syllabus	72
Los resultados	72
Syllabus	73
Competencias	75
<b>Capítulo 6. Resultados previstos de aprendizaje</b>	<b>76</b>
Estrategia de aprendizaje	76
Rúbrica de evaluación	80
<b>Capítulo 7. Aplicación de lo aprendido</b>	<b>84</b>
<b>Referencias</b>	<b>101</b>
<b>AUTORES</b>	<b>108</b>
María Cristina Gamboa Mora	108
Sulma Paola Mora-Monroy	109

# Content

<b>Foreword</b>	<b>112</b>
<b>Introduction</b>	<b>114</b>
<b>Foundations</b>	<b>116</b>
The curriculum: a public commitment to comprehensive university education	121
An exercise in curriculum coherence	124
<b>Persuading teachers</b>	<b>125</b>
<b>Aligning Knowledge</b>	<b>128</b>
<b>Teachers living curriculum</b>	<b>132</b>
<b>Implementing curriculum coherence</b>	<b>143</b>
Intended Learning Outcomes	144
ILO Formulation	146
The verb	146
The object	147
The context	147
Evaluation Rubrics	150
Rubric development	152
Rubric reading	158
Learning experiences	160
Portfolio	160
Presentation	160
Case study	161

Simulation or simulator-based learning	162
Problem-Based Learning	162
Environment-Based Learning	163
Challenge-Based Learning	164
Task-Based Learning	164
Scenario-Based Learning	165
Syllabus	166
Elements included in the syllabus	168
Results	169
Syllabus	170
Competences	172
<b>Intended Learning Outcomes</b>	<b>173</b>
Learning Strategy	173
Evaluation Rubric	177
<b>Applying what has been learned</b>	<b>181</b>
<b>References</b>	<b>198</b>



# Prólogo

En su obra, Paulo Freire menciona que “enseñar no es transferir conocimiento”, es decir, se debe iniciar una reflexión sobre si es correcto creer que, porque alguien brinda una sesión de clase a otra persona, esa persona aprende algo; esto en realidad es un problema mucho más complejo. De hecho, después de haber dictado clase algunos años, creo que dentro del proceso enseñanza-aprendizaje la etapa más sencilla es precisamente dictar la clase, lo complicado es planificar, ejecutar una estrategia apropiada, evaluar de manera asertiva y recoger evidencias que permitan tomar decisiones para mejorar el proceso.

Dicho lo anterior, la obra *Coherencia Curricular - Profesores que viven el currículo* es una propuesta para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje buscando el aseguramiento de la calidad educativa, mediante la incorporación de diferentes herramientas curriculares como son el syllabus, la experiencia de aprendizaje y la rúbrica. En el texto se muestra un ejercicio práctico realizado en el programa de Ingeniería Química, que inició con una fase de sensibilización en donde los profesores nos cuestionamos y polemizamos sobre la necesidad de transformar nuestras prácticas docentes; en esta etapa fue fundamental para todo el grupo de profesores y administrativos entender que no sería posible completar la invitación a vivir el currículo sin la colaboración de todos y cada uno de los participantes: “la sensibilización es la base de la solidaridad”.

Posteriormente, evaluamos la pertinencia de los contenidos relacionados en el programa con el propósito de legitimar el plan de estudios, analizando el contexto nacional e internacional. La experiencia continuó con la comprensión y la declaración colectiva de las competencias para el programa, seguido del reconocimiento del valor y el significado del syllabus y los resultados previstos de aprendizaje del curso (RPA), partiendo de la base de que un RPA es lo que se espera que el estudiante sea capaz de hacer al finalizar la asignatura.

A continuación, como profesor-ingeniero comprendí la importancia del diseño de estrategias basadas en criterios de aprendizaje experiencial, en el que se

aprende a través de la experiencia o de la práctica; a partir de lo anterior diseñé una experiencia para una situación problemática en Fenómenos de Transporte tipo Aprendizaje Basado en Problemas (PBL), caracterizada por el aprendizaje autodirigido y el pensamiento crítico. Luego, logré suprimir la subjetividad en el proceso de evaluación elaborando e implementando rúbricas.

Finalmente, la metodología implementada en el programa de la Facultad de Ingeniería se validó mediante la réplica en un programa de educación a nivel de maestría, en el que se corroboró que la ruta trazada --viviendo currículo-- se puede aplicar en otros escenarios formativos.

Manuel Fernando Valero  
Ingeniero Químico - Jefe del Departamento de Procesos  
Químicos y Biotecnológicos  
Profesor que aprendió a vivir el currículo

# Introducción

El libro *Coherencia Curricular - Profesores que viven el currículo* invita a la comunidad académica a reflexionar sobre el quehacer docente en torno a la calidad educativa y los elementos que se pueden articular para asegurar el aprendizaje de los estudiantes. El estudio implementó un proceso dialógico en el que los profesores se reconocieron como gestores y comprendieron el valor de los ejes curriculares para mejorar sus prácticas al interior de las aulas.

La investigación devela sus resultados a través de una obra narrada brevemente, concisa y metodológicamente práctica y replicable, con la intención de que sea debatida por los lectores, con el fin de que se convierta en una construcción viva, susceptible de mejoras que pueden depender de los diferentes contextos y actores desde donde se explore.

La ruta inicia con el capítulo 1, “Los cimientos”, en el que se relata el desarrollo de las políticas de calidad educativa implementadas en Colombia desde 1986 hasta la actualidad, finalizando con el reconocimiento del currículo como un compromiso público de formación integral en la universidad.

Posteriormente, el capítulo 2, “Un ejercicio de coherencia curricular”, es una pequeña reflexión en la que se expone la necesidad de alinear todos los elementos asociados al currículo con los actores del proceso para lograr la mejora permanente de un programa de formación.

En el capítulo 3, “Convencer a los profesores”, se presenta la importancia de transitar de un proceso de evaluación tradicional a uno formativo, con el uso de rúbricas.

El capítulo 4, “Alineación de saberes”, muestra el ejercicio realizado en las asignaturas del subcampo profesional del programa con el propósito de evaluar la pertinencia de los contenidos asociados a cada curso, a fin de obtener un plan de estudios ordenado y alineado con los estándares nacionales e internacionales.

El capítulo 5, “Profesores que viven el currículo”, es la columna del libro, en él se describe la forma en la que los profesores reconocieron la importancia del

aprendizaje por competencias, consideraron los procesos cognitivos como precursores de su desarrollo, y declararon las competencias para el programa y sus niveles.

Seguidamente, el capítulo 6, “Ejecución de la coherencia curricular”, pormenoriza la apropiación por parte de los profesores de los elementos curriculares: RPA, experiencia de aprendizaje, rúbrica y syllabus, desde su conceptualización y formulación hasta su declaración y aplicación.

En el capítulo 7, “Resultados previstos de aprendizaje”, se ejemplifica –con la asignatura Química General– el fruto del ejercicio de coherencia curricular.

Finalmente, el capítulo 8, “Aplicación de lo aprendido”, exhibe el reto final que consistió en evaluar la reproducibilidad de la ruta en un ambiente de enseñanza diferente, trabajo desarrollado con la Maestría en Educación del programa de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

# Capítulo 1. Los cimientos

La educación es el trampolín que proyecta las metas que se proponen las personas, es la oportunidad para mejorar la calidad de vida y cumplir sueños, es una forma de hacer la diferencia, de cambiar el mundo. La decisión que toman los jóvenes de estudiar en una determinada institución depende de las expectativas que se han planteado y de las condiciones que se ofrecen; de esta manera, las instituciones de educación superior (IES) deben presentar de forma confiable y llamativa los planes de estudio de sus programas, en donde se resalten las características más relevantes, entre ellas el perfil del graduado, la promesa de valor que los distingue, asignaturas atractivas, entre otras. En la actualidad, se pretende fortalecer adicionalmente competencias blandas que permitan que los profesionales logren enfrentar situaciones adversas, es decir, se incorporan mecanismos para reconocer qué motiva la satisfacción en el ámbito personal y profesional. En una sociedad en la que existen numerosas instituciones formativas que compiten por prestar el servicio educativo a la comunidad, es necesario garantizar que lo que se ofrece, se cumpla; por este motivo, los Estados encargan esa responsabilidad a organismos gubernamentales, en el caso de Colombia, al Ministerio de Educación Nacional (MEN) institución que, como cabeza del proceso, delega el seguimiento a diferentes entidades, las cuales trabajan por asegurar la calidad de la educación.

13

Históricamente, el MEN incursionó en los sistemas de evaluación y aseguramiento de la calidad educativa en el año 1994, pese a que su creación data de 1986, cuando se estableció como institución a través de Ley 7 del 25 de agosto (Ministerio de Educación Nacional, 1986). Respecto a la calidad en la educación superior, el MEN ha sido riguroso y trabaja arduamente para garantizar el proceso formativo; de esta manera, en la actualidad, la política de calidad de la educación superior busca que todos los estudiantes, sin importar la procedencia, situación social, económica y cultural, tengan las mismas oportunidades para aprender y desarrollar competencias, por lo cual, en el plan sectorial de educación 2006-2010, se propuso la articulación de todos los niveles educativos de manera que a medida

que los estudiantes asciendan en la escalera formativa, obtengan la mejor preparación que asegure que al final del proceso se ofrezca a la sociedad profesionales competentes, aptos para solucionar los problemas del entorno, que aporten al crecimiento del país (Ministerio de Educación Nacional, 2008a).

El sistema de aseguramiento de la calidad propuesto por el MEN evalúa el desempeño de las IES con la ayuda de cuatro sistemas de información, que proporcionan los datos. En primer lugar, el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies), entidad que recopila los datos sobre las IES y los programas que ofrecen. En segundo lugar, el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), que realiza el seguimiento a los graduados de los programas de las IES, e identifica el papel de los profesionales en el entorno laboral. En tercer lugar, el Sistema de Información para el Aseguramiento de la Calidad (Saces), que levanta la información necesaria para gestionar el registro calificado y, finalmente, el Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (Spadies), que realiza el análisis de las características de los estudiantes para estimar el riesgo de la deserción y prevenirlo (Ministerio de Educación Nacional, 2010a).

De otra parte, el MEN ha propiciado la creación de varias entidades con el fin de apoyar el aseguramiento de la calidad, entre ellas, el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), entidad que desde su gestión promueve los procesos de autoevaluación, autorregulación y mejoramiento de las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión, además de participar en el ejercicio de definir el marco normativo sobre el cual se evalúa la calidad. Por otro lado, se encuentra el Consejo Nacional de Educación Superior (CESU), organismo encargado de coordinar, planificar, recomendar, asesorar y proponer políticas y planes para la marcha de la educación superior, ayudando a estructurar el sistema nacional de información, además de organizar los exámenes de Estado y establecer los requisitos de creación de programas e instituciones educativas (Ministerio de Educación Nacional, 2021a). La Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (Conaces) es un órgano de asesoría que se encarga de verificar el cumplimiento de los requisitos para la creación de IES, además evaluar que los programas educativos cumplan con las especificaciones de calidad, y emite el concepto para la obtención del registro calificado (Ministerio de Educación Nacional, 2020).

En enero de 2013, el MEN organizó el Sistema de Aseguramiento de la Calidad para la Educación Superior, a partir de la definición de un documento final con las especificaciones relacionadas con la evaluación de la calidad de la educación superior, declarando que el objetivo principal del Sistema de Aseguramiento es que las IES rindan cuentas sobre el servicio que prestan, otorgando información confiable y realizando autoevaluaciones permanentes. En el mismo documento, estableció que el proceso de evaluación se realiza principalmente en tres momentos: la *creación de los programas*, la *obtención o renovación del registro calificado* y la *solicitud de acreditación de alta calidad* (Ministerio de Educación Nacional, 2013a).

En consonancia con lo anterior, cuando un programa o institución se encuentra en funcionamiento, el mayor logro al que se puede aspirar es la acreditación de alta calidad, reconocimiento que indica que se cumple con los más altos criterios esperados; este se otorga por un periodo determinado, y tanto los programas como las instituciones deben trabajar permanentemente para demostrar que cumplen con los requisitos y, de esta forma, mantener la distinción.

Entre 2019 y 2020, se realizaron grandes cambios al Sistema de Aseguramiento, así, en julio de 2019 el MEN expidió el Decreto 1330, con el que se sustituye el Decreto 1075 de 2015, un documento en el que se regulan los procesos de obtención del registro calificado y la calidad académica, alineando el modelo colombiano con los estándares internacionales; incorpora el concepto de resultado de aprendizaje (RA), declarando que el desarrollo de las competencias por parte de los estudiantes debe hacerse en términos de RA, en el entendido de que evaluar una competencia en el periodo de tiempo de un ciclo académico es muy difícil, ya que una competencia es un proceso que se realiza durante toda la vida. Los RA son declaraciones expresas de lo que se espera que los estudiantes demuestren en el momento de finalizar su programa académico y deben ser coherentes con los propósitos de formación y las necesidades que la sociedad tiene de los profesionales; por esta razón, los RA deben estar alineados con el programa académico y el perfil del graduado (Ministerio de Educación Nacional, 2019a).

De otro lado, el Acuerdo 002, por el cual se actualiza el modelo en alta calidad, publicado por el CESU en julio de 2020, es un documento en el que se articula el Decreto 1330 con la necesidad de lograr una formación integral y para toda la vida, alineando los RA con el propósito de formación, por lo que se

incluyeron nuevos factores y características de evaluación (Ministerio de Educación Nacional, 2021b).

La Universidad de La Sabana ha trabajado arduamente para garantizar la calidad de sus programas académicos. De esta manera, en sus diferentes planes estratégicos se ha propuesto implementar programas de aseguramiento del aprendizaje que involucran a todas las unidades institucionales y que promueven la participación de todos los actores del proceso: estudiantes, profesores, administrativos y comunidad.

El camino que ha recorrido La Sabana en busca de la calidad de la educación ha sido nutrido con grandes aprendizajes. En los últimos 10 años implementó la educación por competencias con el fin de monitorear la adquisición de conocimientos, según lo establecido por el MEN (2008b), de tal forma que en el plan estratégico 2011-2019, se propuso desarrollar el programa de aseguramiento de la calidad de los procesos académicos para la formación integral y la globalización, en donde se privilegió la flexibilidad curricular, el bilingüismo y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (Dirección de Planeación, 2011). Más adelante, en 2017, en el plan estratégico 2018-2029, se planteó fortalecer el programa de aseguramiento del aprendizaje en dos grandes frentes: por un lado, *evaluar la coherencia curricular*, que permita la formación integral a fin de responder al perfil profesional de los graduados y, por el otro, *el desarrollo de estrategias* por parte de las diferentes unidades que conforman la Universidad, que permitan el cumplimiento de los objetivos propuestos (Universidad de La Sabana, 2017).

16

En 2019, la Facultad de Ingeniería decide adentrarse en el ejercicio de coherencia curricular, con el apoyo de la Dirección de Currículo, la Dirección de Desarrollo Profesional y la Vicerrectoría de Procesos Académicos; para ello realiza un piloto en el programa de Ingeniería Química (IQ), e involucra las asignaturas del subcampo troncal.

Para entender el trabajo realizado es importante reconocer lo que representa y los alcances que conlleva realizar un ejercicio de coherencia curricular. Para empezar, vale la pena recordar que currículo es un concepto polisémico y difícil de definir, según la Real Academia de la Lengua, el currículo es el conjunto de estudios y prácticas destinadas a que los estudiantes desarrollen plenamente sus posibilidades (Bovill y Woolmer, 2019).



En términos de otros autores, el currículo es el producto de un diálogo continuo con los contextos histórico, cultural y social, lo que implica cambios permanentes en la práctica educativa, así como la generación de dinámicas participativas para conocer las expectativas de los actores, mediante un intercambio constante, lo cual constituye en un tema relevante para las instituciones educativas, porque a través de este se definen las ideas para organizar adecuadamente la actividad formadora que gira alrededor de qué enseñar y para qué hacerlo. A través del tiempo, el currículo se ha abordado desde diversas perspectivas y epistemologías, se reconocen principalmente las que hacen referencia al currículo como un aspecto didáctico en el proceso enseñanza-aprendizaje, a fin de resolver cuestiones prácticas por medio de la articulación entre el plan de estudios, el programa y sus recursos (Stenhouse, 1984).

Desde la perspectiva social y sus prácticas, el currículo es más que contenidos; en este se inicia una crítica alrededor de la distribución del conocimiento y el poder que se genera en torno este en los espacios educativos, a partir de lo cual surge el *enfoque sociocrítico* que visualiza al currículo como una oportunidad de formación desde la práctica, donde cobran sentido la formación de las personas y la puesta en práctica de las teorías (Gimeno-Sacristán, 1991). Otra mirada es la difundida por Kemmis (1988), que corresponde al *currículo como mediación cultural*, lo que da origen a los proyectos educativos. La perspectiva del *currículo como problema central de las teorías educativas* se interesa por seleccionar, organizar y transferir conocimientos, destrezas y valores, y desde la concepción de *currículo como hipótesis de trabajo* se gestiona conocimiento, lo que hace posible el proceso enseñanza-aprendizaje (Osorio, 2017).

Epistemológicamente, el currículo se concibe como un saber técnico que facilita el planteamiento de objetivos, contenidos y actividades educativas que dan paso a la *corriente racional conductista*. Por otra parte, la postura sobre el currículo como práctica educativa consolida la *corriente cognoscitiva*, y su concepción como una estrategia para el fomento de la investigación, el aprendizaje y la formación integral es lo que se conoce como la *corriente o postura posmoderna*. Desde esta, la identidad del currículo se legitima con la definición de metas, objetivos, contenidos, evaluación y metodologías activas de educación, en donde los estudiantes deben ser los protagonistas del proceso (Figuerola y Conde, 2008).

En la actualidad, el currículo se concibe como la organización de un conjunto de intenciones, con la flexibilidad para ajustarlo e innovarlo de acuerdo con las necesidades fundamentadas en los conocimientos filosóficos, psicológicos, sociales y de concepciones de educación, aprendizaje y sociedad; es adaptable a las características propias del medio cultural donde se aplica. La organización del currículo conlleva interacciones individuo-sociedad, medio físico-medio social, naturaleza viva e inerte, naturaleza-cultura, en sus dimensiones espacial y temporal, que parte de las experiencias directas o indirectas de los estudiantes, con las problemáticas contextualizadas (Rodríguez, 2020). En general, la formulación del currículo responde a un contexto y se espera, a su vez, que impacte en el bienestar y desarrollo económico de un país, debe estar actualizado en coherencia con los avances científicos y tecnológicos, y responder a las demandas de la sociedad y el mundo laboral (Gamboa, 2014).

Adicionalmente, la inclusión de las competencias básicas en el currículo tiene dos propósitos: *integrar aprendizajes formales*, incorporándolos a las diferentes disciplinas, áreas o materias; y *relacionar aprendizajes con distintos contenidos*, utilizándolos de manera efectiva cuando resulten necesarios en diferentes situaciones y contextos. Consecuentemente, se hace necesario orientar la enseñanza, identificando los contenidos y criterios de evaluación que tienen carácter imprescindible, y, en general, inspirar las decisiones asociadas al proceso de enseñanza-aprendizaje (Unesco-IBE, 2011).

18

Asimismo, sobre la concreción del currículo, la Unesco-IBE (International Bureau of Education) (2011) señala que el primer nivel se genera como política del Estado, promoviendo proyectos normativos en materia educativa que son aprobados por el Parlamento, el Gobierno o por el titular del Ministerio de Educación. El segundo nivel de concreción sucede en los centros educativos que desarrollan el currículo, adaptándolo a las características del contexto donde nace y a sus propios fines educativos; las actuaciones resultantes de este ajuste se recogen, entre otros aspectos, en el Proyecto Educativo Institucional (PEI). Por último, el tercer nivel de concreción corresponde a la programación de aula, constituida por una serie de actividades que elabora el profesorado para cada grupo determinado de estudiantes, con los ajustes curriculares necesarios.

## El currículo: un compromiso público de formación integral en la universidad

La continuidad de la universidad se encuentra en pleno debate por la estructura de sus estudios y enfoques formativos. Desde la celebración de la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI, celebrada en París, se vislumbró la necesidad de capacitar al profesorado universitario para lograr una mejora en la calidad de la enseñanza en los centros educativos, señalando que las instituciones deben formar ciudadanos bien informados y motivados profundamente, con sentido crítico y capaces de reflexionar sobre los problemas para plantear soluciones y asumir responsabilidades sociales. Una misión de la universidad es promover en los estudiantes conciencia sobre las problemáticas en contexto (Castillo y Cabrerizo, 2006).

Por lo anterior, y asumiendo el concepto desde la epistemología posmoderna, el currículo debe ser concebido como un proyecto formativo, integrado, que se traza la institución, articulando planes desde todas las unidades que aportan a los objetivos institucionales, como los planes de estudio de cada profesor, los planes trazados por las escuelas, los institutos, los departamentos o las facultades. Al respecto, Bigott (1982) señala que el plan de estudios es un producto intelectual, intencionado, regulado y controlado, que busca promover la coherencia entre la realidad y los objetivos propuestos, los contenidos educativos y los métodos pedagógicos, en síntesis, entre la realidad y el producto educativo.

En palabras de Zabalza (2006), el currículo debe hablar de unidad y cohesión interna como elementos esenciales, adicionalmente, debe formalizarse, es decir, debe estar explícito en documentos. Todas las intenciones formativas deben ser divulgadas para que, desde el conocimiento colectivo, pueda discutirse objetivamente con todos los actores, con el fin de ser fortalecido, actualizado y validado y, de esta manera, se constituye en un compromiso público. Complementando la idea de Zabalza sobre el currículo como proyecto integral, este debe ser concebido, pensado en cada detalle para que sea una obra completa, más que una unión de retazos; se ha de diseñar como se planea un espectáculo o una obra de arte, lo cual implica no dejar ningún detalle a la improvisación, se ha de pensar desde su concepción de manera integral. Los proyectos requieren de una formalización, lo cual se viabiliza con la construcción adecuada de documentos para que estos

sean conocidos y debatidos por la comunidad académica con el fin de validar o transformar, lo que se convierte en un compromiso institucional y personal.

En consecuencia, un currículo público conlleva el cumplimiento y la exigencia de las responsabilidades descritas, de esta manera, al seleccionar una asignatura, los estudiantes esperan que se cumpla lo estipulado en su plan; lo mismo sucede al seleccionar un programa profesional, los aspirantes esperan que se ejecute lo descrito en el currículo. Cuando se hace una oferta formativa, se espera que el actor educativo, en este caso la universidad, cumpla con lo declarado, garantizando excelencia en la investigación y la enseñanza como funciones misionales (Zabalza, 2006).

Por otra parte, los estudiantes, como actores del proceso formativo, deben hacer parte de la construcción del currículo, respetando los intereses y las preferencias manifiestas que, sin lugar a duda, enriquecen las propuestas y le permiten estar en conexión con las motivaciones de quienes tienen un interés disciplinar. El currículo universitario es integrado y debe generar competitividad, dado el estado actual de la oferta de empleo, la cual cada vez es más escasa, por tanto, una oferta actualizada que responda a los problemas tendrá mayor plusvalía en el mercado laboral. Zabalza (2006) refiere que un currículo es integrado cuando hay una coherencia interna entre las propuestas de los proyectos curriculares y las asignaturas que los constituyen o definen; las materias o asignaturas no deben estar aisladas, y debe existir una correspondencia explícita y visible con el perfil profesional, a fin de generar una secuencia lógica a través de un auténtico plan de formación. Los currículos deben centrarse en la práctica, de tal forma que se reconozcan técnicas específicas y modos de actuación para lograr un adecuado ejercicio profesional.

Sobre la integralidad del currículo, Robitaille y Garden (1996), diseñadores del Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), establecieron un modelo conceptual curricular amplio como factor explicativo –que subyace al rendimiento de los estudiantes en ciencias, el cual considera tres niveles para el currículo: el *pretendido*, que es una planificación en respuesta a las necesidades educativas en coherencia con el contexto social y educativo nacional. El *currículo logrado*, asociado a los resultados que obtienen los estudiantes, lo que logran aprender y piensan sobre las materias estudiadas. Ahora bien, el rendimiento depende en parte del *currículo aplicado*, el cual se ve afectado por el contexto social y

educativo, así como por las características individuales de los estudiantes como capacidades para aprender, actitud, intereses, motivación y dedicación al estudio (Acevedo, 2005).

Por su parte, Gamboa (2014) articula los componentes disciplinares, pedagógicos-didácticos y evaluativos al modelo propuesto por Robitaille y Garden (1996) –elementos que se consideran fundantes para una propuesta curricular dentro de los diversos niveles del sistema educativo–, integrando la dimensión disciplinar al currículo pretendido o propuesto, en correspondencia con la definición de los dominios conceptuales; se reconoce así el objeto de enseñanza que proviene de una disciplina académica. La dimensión pedagógico-didáctica se vincula con el currículo aplicado, que corresponde a lo que se enseña en el aula y responde a la organización de los contenidos disciplinares, definiendo aspectos de la formación humana. El currículo logrado, que es aquello que consiguen aprender los estudiantes en el contexto educativo, se enlaza con la dimensión evaluativa, que corresponde a la definición de lo que se espera hayan aprendido.

En síntesis, el currículo es considerado formativo debido a que su fin es transformar a las personas en el desarrollo de sus dimensiones; no se trata sencillamente de aprender una disciplina, por el contrario, la expresión más genuina del currículo formativo universitario es la formación de personas, estableciendo una conexión con el mundo y sus necesidades; se trata de formar para solucionar problemas del contexto, permitiendo comprender las formas culturales y enriqueciendo su integralidad; es necesario que haya una relación entre la institución y la práctica con las empresas, para promover las habilidades y competencias necesarias, siendo responsables con su entorno para propender por el desarrollo humano sostenible.

21

## Un ejercicio de coherencia curricular

En palabras del rector de la Universidad de La Sabana, doctor Rolando Roncancio, “Currículo es todo aquello que se hace con el fin de formar”.

Apropiando el concepto general de currículo, la coherencia es el ejercicio que se realiza con el fin de garantizar que lo que se pretende con este sea lo que se imparte, a fin de lograr los propósitos de formación; esa congruencia puede ser vista en diferentes niveles: en la institución, en el programa y en las asignaturas.

Por consiguiente, la coherencia institucional hace referencia a la relación articulada entre los diferentes aspectos, dimensiones, procesos y políticas que constituyen la cultura organizacional, con el fin de mejorar el desarrollo de las competencias y las habilidades que corresponden al perfil del graduado y aseguran la calidad (Guarro, 2020).

Por otro lado, un programa académico es coherente cuando ha definido claramente sus competencias, y todas las asignaturas vinculadas al plan de estudio propenden por el desarrollo de estas; así mismo, las asignaturas deben estar alineadas de tal forma que se garantice el desarrollo gradual de los saberes, las habilidades y las destrezas, de manera que al final del proceso los estudiantes demuestren su apropiación y aplicación en las situaciones en contexto a las que deben enfrentarse cuando ejercen su profesión.

Finalmente, la coherencia de las asignaturas se logra cuando los propósitos de formación se articulan con la planeación, la ejecución y la evaluación. Tal articulación debe estar en consonancia con el perfil del graduado, en busca de que todos los estudiantes desarrollen las competencias.

Realizar un ejercicio de coherencia curricular al interior de un programa supone alinear todos los elementos asociados al currículo con todos los actores del proceso formativo, con el fin de avanzar hacia la consecución de las metas formativas y en la mejora permanente del programa.

## Capítulo 2. Convencer a los profesores

Cuando el programa de Ingeniería Química, con el aval de la Facultad, decide formalizar y dar continuidad al proceso de aseguramiento del aprendizaje de los estudiantes, garantizando la calidad del programa, en coherencia con la promesa de valor que ofrece la Universidad de La Sabana, tuvo que identificar los elementos que se debían vincular en el ejercicio, de tal forma que se encontraran en consonancia con las intenciones institucionales, a fin de responder a los requerimientos establecidos por el MEN. De esta manera, se decidió incluir dentro del ejercicio: competencias, resultados previstos de aprendizaje, aprendizaje experiencial, evaluación formativa, rúbricas, entre otros.

El primer acercamiento a la población del programa consistió en escuchar la opinión de los profesores respecto a los elementos del ejercicio, así, fue evidente que aun cuando el término competencia había sido acuñado en la facultad desde 2012, no se reconocía claramente la relación entre las competencias y los resultados de aprendizaje; además, existía un temor generalizado sobre el uso de las rúbricas, pues se consideraba que, de alguna manera, las pruebas perderían su rigor y la calificación sería más “laxa”. De otro lado, si bien los estudiantes consideraban que la formación en el programa era muy buena y exigente, afirmaron que sería interesante que los profesores incluyeran nuevas estrategias en el desarrollo de sus cursos.

23

Para evaluar la afirmación que hacían los profesores sobre la rúbrica y la exigencia en las pruebas, se realizó una intervención con la asignatura Química General I, con 120 estudiantes, los cuales estaban divididos en cuatro grupos orientados por dos profesores, quienes diseñaron una prueba de cuatro puntos con la exigencia de un examen final, y construyeron una rúbrica analítica de evaluación, con cuatro niveles de desempeño. Posteriormente, se le pidió a cada profesor que calificara las pruebas de sus estudiantes de la forma tradicional, y que evaluara a los estudiantes del otro profesor usando la rúbrica; en la tabla 3.1 se presenta como ejemplo el punto de propiedades coligativas evaluado en la prueba y la rúbrica diseñada para ese punto.

TABLA 2.1. PUNTO DE PROPIEDADES COLIGATIVAS DEL EXAMEN FINAL DE QUÍMICA GENERAL I Y RÚBRICA DE EVALUACIÓN

Punto de propiedades coligativas	En una compañía europea es preciso mantener un tanque con agua de 10,3 m <sup>3</sup> a 0 °C, pero la temperatura en invierno desciende a -10 °C. Cuántos L de una solución saturada de NaCl (solubilidad 36,0g y densidad 1,26 g/mL) se deben adicionar al tanque si la constante crioscópica del agua es 1,86 °C/m (Pesos g/mol: Na= 23 y Cl= 35,5)			
RÚBRICA DE EVALUACIÓN				
COMPETENCIA	NOVATO	APRENDIZ	BUENO	EXPERTO
	20 %	50 %	80 %	100 %
Identificar, formular y resolver problemas en ingeniería	Muestra algunos cálculos relacionados con concentración	Calcula valores de moles o concentración	Resuelve correctamente problemas de propiedades coligativas	Resuelve correctamente problemas de propiedades coligativas, expresando el resultado con significancia y aproximación

En la tabla 2.2 se presentan los estadísticos determinados para este ensayo con el programa IBM SPSS versión 25.

24

TABLA 2.2. ESTADÍSTICOS COMPARATIVOS ENTRE LA EVALUACIÓN TRADICIONAL Y LA EVALUACIÓN CON RÚBRICA

ESTADÍSTICOS	TRADICIONAL	RÚBRICA
N	120	120
Media	2,33	2,35
Desviación	1,12	1,19
Prueba de Kolmogórov-Smirnov (KS)	0,099	0,109



ESTADÍSTICOS	TRADICIONAL	RÚBRICA
Prueba de Wilcoxon	0,391	
Alfa de Cronbach	0,83	
Dificultad %	47,40	
Discriminación %	83,20	

La prueba Kolmogorov-Smirnov (KS) demostró que la distribución de los datos no tiene un comportamiento normal, razón por la cual se usó el ensayo de Wilcoxon para establecer la significancia entre las poblaciones; se encontró que no hubo diferencia significativa entre las dos muestras analizadas. De otro lado, se estableció la consistencia interna de los ítems diseñados y se corroboró que es un punto que, si bien tiene un nivel de dificultad media, es excelente para reconocer a los estudiantes que adquirieron la competencia.

Estos resultados sirvieron para invitar a los profesores del subcampo troncal del programa a implementar el uso de la rúbrica en sus cursos, entendiendo que no afecta la calificación, por el contrario, tiene muchas bondades, dentro de ellas, la transparencia y la objetividad en el proceso evaluativo.

## Capítulo 3. Alineación de saberes

El programa de Ingeniería Química inició el ejercicio de coherencia curricular organizando un esquema de trabajo con el que se buscó alinear las asignaturas y el perfil. El ejercicio se planificó para un periodo de 18 meses y fue desarrollado en diferentes fases.

La primera etapa consistió en analizar la pertinencia de los saberes que se desarrollan en cada curso, evaluando su alineación con respecto a las asignaturas ubicadas antes y después en el plan del curso; además, se revisaron los planes de estudio y los saberes de otros programas ofertados por universidades de prestigio, posicionados en los mejores *rankings* de calidad. Para este estudio, cada curso fue asignado a un profesor coordinador, quien diligenció una plantilla en la que comparó los contenidos que se venían impartiendo, con los contenidos declarados por tres universidades, una nacional y dos internacionales. Al finalizar este proceso, cada coordinador realizó los ajustes que consideró apropiados, en consonancia con los estándares internacionales, y propuso un plan de curso ajustado.

En la tabla 3.1 se presenta la lista de las asignaturas evaluadas en esta fase y los ajustes que se realizaron después de hacer el análisis.

26

TABLA 3.1. ASIGNATURAS EVALUADAS Y AJUSTES PROPUESTOS

ASIGNATURA	SEMESTRE	AJUSTES AL PLAN DE LA ASIGNATURA*
Taller de Ingeniería Química	I	La integración con Introducción a la Ingeniería, en aspectos relacionados, puede ayudar a suplir el contenido requerido en esta asignatura, incluir conceptos de diseño de producto es una buena opción para implementar, parece importante la inclusión de laboratorios para afianzar conceptos.

ASIGNATURA	SEMESTRE	AJUSTES AL PLAN DE LA ASIGNATURA*
Química General I	I	Se incorporan los temas de equilibrio ácido-base y cálculos estequiométricos. Se eliminó el tema: modelos atómicos. Se organizaron los temas de energía y principios de termodinámica al final.
Química General II	II	Se introducen los temas de Química Nuclear y se hace una aproximación a la investigación. Se imparten casos y ejemplos aplicados.
Química Orgánica	III	Se quita la parte de introducción y la explicación de hibridación de carbono dado que en Química General I se ven enlaces y fuerzas intermoleculares; se modifica el orden de aromáticos y halogenados y se elimina espectroscopia y métodos de separación para verlos en laboratorio.
Termodinámica	III	Se realiza un ajuste mínimo a las temáticas.
Bioquímica	IV	Se organizan los temas por paquete de biomoléculas y se incluyen conceptos generales de célula.
Termodinámica del Equilibrio	IV	Aunque sería pertinente que el tema de ciclos se enseñara en Termodinámica I, se entiende que por logística es imposible, razón por la cual las temáticas no presentan cambios.
Balance de Materia y Energía	IV	Se debe hacer evidente el trabajo en los simuladores, también la importancia de analizar sistemas elementales, muy útiles en la industria.
Análisis Químico-Instrumental	V	Se realizan ajustes al plan enfocando la asignatura hacia la evaluación de propiedades físicas y químicas de productos químicos.
Fenómenos de Transporte	V	Se sugiere que es pertinente profundizar un poco en el tema de radiación.

ASIGNATURA	SEMESTRE	AJUSTES AL PLAN DE LA ASIGNATURA*
Ciencia de Materiales y Nanomateriales	V	El contenido se debe ajustar para que la clase inicie con un resumen de temas básicos; se sugiere, por lo tanto, reducir los temas de estructura atómica, enlaces y moléculas al inicio del semestre y agregar al final temas como materiales orgánicos y mecánica cuántica para nanomateriales.
Optimización en Ingeniería Química	V	La comparación se realiza con tres IES internacionales debido a que no hay universidades colombianas con cursos equivalentes. El curso está muy bien planteado y el único cambio será incluir temas de programación.
Ingeniería de Fenómenos de Transporte	VI	En la sección de Transporte valdría la pena incluir gases y hablar de compresores. Podría reducirse un poco el tiempo para la selección de bombas. En la sección de Transferencia de Masa se debería incluir torres de enfriamiento y secado, en intercambiadores de calor valdría la pena incluir IC de placas y trampas de vapor.
Seminario de Ingeniería Química	VI	Se revisaron cinco seminarios de las universidades y no se encontraron asignaturas equivalentes, de manera que se decidió hacer una reunión con la directora del programa y el coordinador del departamento para proponer un contenido que aporte significativamente al perfil del graduado.
Ingeniería de las Reacciones Químicas	VI	Después del análisis se sugiere quitar el tema biorreactores e incluir el tema 9 del libro.
Ingeniería de Sólidos Particulados	VI	Se ajusta el contenido abarcando más temas y se sugiere disponer del espacio para realizar las prácticas.
Operaciones de Separación y Nuevas Tecnologías	VII	El tema de cascadas de separación puede ser importante, la idea es revisar si se contempla en otra asignatura o sería apropiado incluirlo en esta, igual que el tema de adsorción. La destilación batch se incluirá en el segundo corte dentro del tema de destilaciones complejas y multicomponente.

ASIGNATURA	SEMESTRE	AJUSTES AL PLAN DE LA ASIGNATURA*
Diseño de Procesos y Productos I	VII	Se sugiere reducir el tiempo de revisión de la teoría relacionada con el diseño de producto para empezar a trabajar en el diseño de proceso y de planta. Fortalecer las relaciones con la industria con el fin de trabajar en proyectos de interés para ellos.
Biotecnología	VII	La materia requiere más contenidos específicos en biotecnología microbiana (incluidos temas ambientales), sesiones de laboratorio semanales y recursos para efectuar prácticas modernas (biología sintética, biología molecular, escalamiento).
Dinámica y Control de Procesos	VIII	Es pertinente complementar el contenido con estrategias avanzadas de control.
Diseño de Procesos y Productos II	VIII	Se debe buscar el desarrollo de proyectos que vayan más de la mano de la industria, logrando un acompañamiento por parte de ellos durante el desarrollo de estos, tanto de producto como en proceso y planta.
Modelamiento y Simulación en Ingeniería Química	VIII	Los módulos de los cursos no están divididos en operaciones unitarias. No hay un curso con el que se pueda hacer una comparación mayor al 30 %. El curso de Simulación se puede enfocar en el uso de un simulador comercial o en generar y resolver los modelos matemáticos. Teniendo en cuenta el perfil del graduado, se considera que el enfoque holístico de la simulación es una fortaleza para el comienzo de la asignatura.

\* Comentarios de los coordinadores de las asignaturas.

Después de realizada esta actividad, los profesores de las asignaturas ubicadas en el mismo semestre y en semestres posteriores revisaron el plan sugerido por el coordinador y analizaron la propuesta, identificando los temas que eran necesarios para el pleno desarrollo de sus asignaturas; así mismo, verificaron que no existiera redundancia o delección de saberes necesarios para el desarrollo propio de las competencias de cada una de ellas. Los profesores que revisaron los planes

expresaron de forma escrita las recomendaciones y solicitudes desde el perfil de cada asignatura.

Luego de la etapa de retroalimentación, los profesores coordinadores realizaron nuevos ajustes a las temáticas definitivas, y consolidaron planes de curso ordenados y alineados con todas las asignaturas del programa.

## Capítulo 4. Profesores que viven el currículo

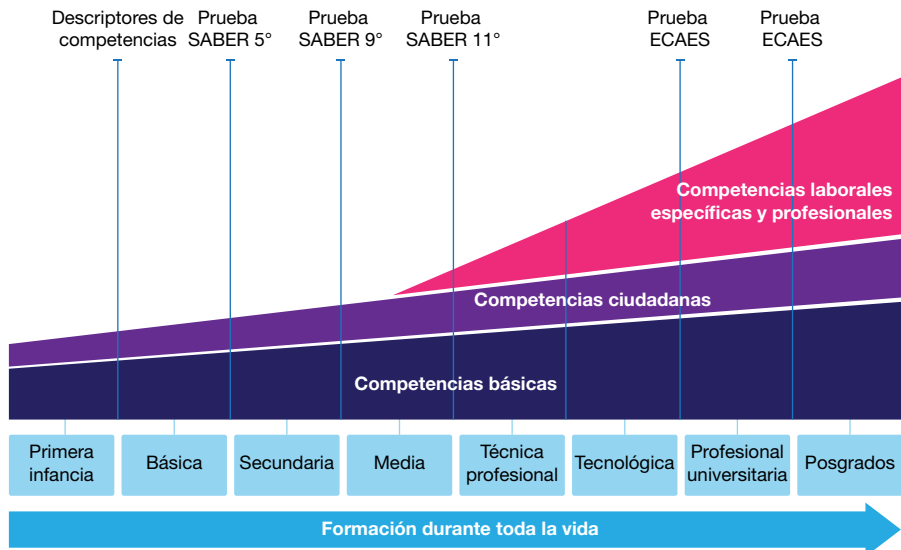
La segunda etapa del ejercicio correspondió al proceso de capacitación de los profesores, la cual fue dividida en dos grandes ejes: *la gestión curricular* y el *refuerzo pedagógico-didáctico*, que se realizaron de forma paralela.

Respecto a la gestión curricular, la primera actividad –llamada *competencias*– consistió en dos tareas principales: por un lado, *declarar las competencias del programa* y sus niveles, y por el otro, *corroborar y declarar las competencias de cada asignatura*. Lo anterior, con el propósito de promover en los profesores el desarrollo de habilidades requeridas para actuar como gestores del currículo. En esta fase se realizaron diferentes actividades que fueron planificadas, ejecutadas y evaluadas con el fin de verificar la apropiación por parte de los participantes.

Para declarar las competencias del programa se realizó un taller en el que se presentó el marco del tema, iniciando por la definición de competencias atribuida a Tobón (2015), quien afirma que las competencias son procesos generales contextualizados, referidos al desempeño de la persona, dentro de una determinada área del desarrollo humano. Son la orientación hacia la idoneidad en la realización de actividades y resolución de problemas, y se apoyan en los indicadores de logro como una manera de ir estableciendo su formación por etapas.

Para el MEN, las competencias son habilidades, desempeños y destrezas que se desarrollan a lo largo de la vida y, a medida que transcurren los años de formación, se promueve el desarrollo de diferentes tipos y niveles de competencias, tal como se ilustra en la figura 4.1.

FIGURA 4.1. DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS



Fuente: Ministerio de Educación Nacional (2010b).

32

Por lo anterior, evaluar el desarrollo completo de una competencia durante un programa académico no es una tarea fácil y mucho menos viable, por lo que se establecen los resultados de aprendizaje (RA), reconocidos en la Universidad de La Sabana como resultados previstos de aprendizaje (RPA), como el mecanismo a través del cual se evalúa el desarrollo de las competencias durante un periodo formativo (Ministerio de Educación Nacional, 2019b).

En el taller que se desarrolló se tomaron como antecedentes los RA (*student outcomes*) declarados por la Junta de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (Accreditation Board of Engineering and Technology - ABET), organización no gubernamental, sin ánimo de lucro, dedicada a la acreditación de programas de ciencias aplicadas, ciencias de la computación, ingeniería y tecnología; el programa IQ recibió la acreditación en el año 2019 (ABET, 2020). Los RA son siete, están redactados como habilidades que realizan los estudiantes, relacionadas con: resolución de problemas, diseño ingenieril, comunicación, ética, trabajo en equipo, desarrollo de experimentos y adquisición de nuevo conocimiento. Adicionalmente, se puso en consideración de los profesores la inclusión de cuatro competencias



sugeridas en el taller sobre resultados de aprendizaje para programas de ingeniería, realizado en noviembre de 2019 y organizado por el MEN y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (Acofi) (2019), relacionadas con segunda lengua, innovación y creatividad, investigación y gestión de proyectos.

La metodología desarrollada en esta actividad consistió en organizar grupos de trabajo (figura 4.2), y, a través de una estrategia de análisis DOFA, se validaron las once competencias y se redactaron según las necesidades y los alcances del programa.

FIGURA 4.2. TALLER DE CAPACITACIÓN EN EL LIVING LAB – AD PORTAS



33

Las competencias se numeraron del 1 al 11 y todos los cursos aplicaron esa numeración, lo que permitió realizar la sistematización y el seguimiento en cada semestre y a lo largo del programa, buscando el desarrollo continuo y permanente de las mismas (tabla 4.1).

TABLA 4.1. COMPETENCIAS DECLARADAS PARA EL PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA

	COMPETENCIA
I	Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencias y matemáticas.
2	Aplicar diseño ingenieril para generar soluciones que atiendan necesidades específicas con consideraciones de salud pública, seguridad y bienestar, así como de factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
3	Comunicar de forma efectiva con un rango de audiencias.
4	Reconocer la responsabilidad ética y profesional en situaciones de ingeniería y tomar decisiones informadas, teniendo en cuenta el impacto de las soluciones en los contextos global, económico, ambiental y social.
5	Trabajar efectivamente en equipo, cuyos miembros de manera conjunta demuestren liderazgo, y crear un ambiente colaborativo e inclusivo, establecer metas, planificar tareas y lograr objetivos.
6	Desarrollar y conducir experimentos apropiados, analizar e interpretar datos y utilizar criterio ingenieril para generar conclusiones.
7	Adquirir y aplicar nuevo conocimiento según sea necesario, utilizando estrategias apropiadas de aprendizaje.
8	Conducir investigaciones por medio de conocimientos y métodos apropiados, análisis e interpretación de datos y síntesis de información.
9	Manejar el idioma inglés con suficiencia para la comunicación técnica.
10	Incorporar los conceptos de planeación y administración en la gestión de un proyecto.
11	Actuar con espíritu innovador, emprendedor y creativo en la solución de problemas.

Fuente: elaboración propia.

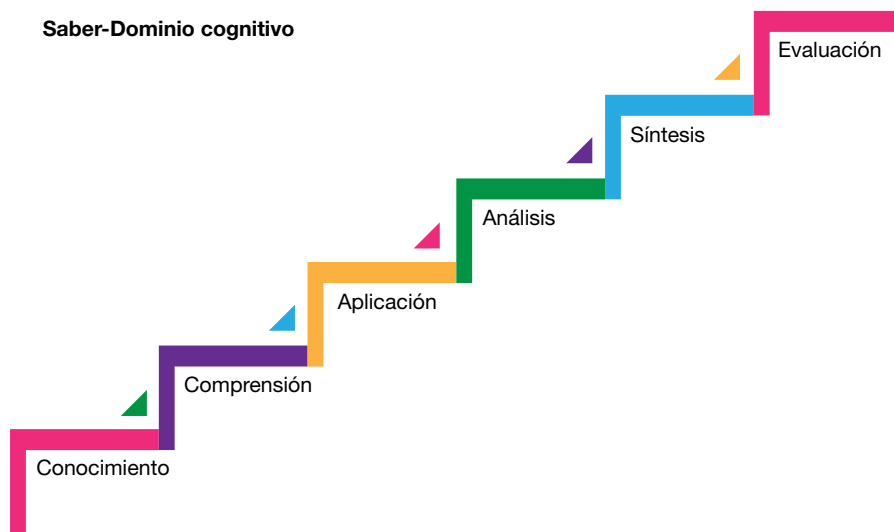
El siguiente paso consistió en establecer los niveles de las competencias, para ello fue importante reconocer que la esencia de una competencia es integrar los saberes en la misma acción: la cognición, la destreza y los valores, lo que muchos autores

reconocen como saber, hacer y ser (Manassero-Mas y Vázquez-Alonso, 2020). Una característica que se ha reconocido de las competencias es que su desarrollo se logra con un desempeño progresivo, que puede ser entendido como niveles de la competencia, de manera que, si se pretende lograr que los estudiantes desarrollen una, es preciso trabajarla poco a poco, incrementando la exigencia y la jerarquía de las tareas que deben realizar para demostrar su adquisición (Sánchez *et al.*, 2018).

Con base en lo anterior, y entendiendo que las competencias se deben desarrollar a lo largo del programa de forma gradual y creciente, se propuso la definición de tres niveles de desarrollo que avanzan a medida que transcurren los semestres: introducción, refuerzo y *énfasis*.

Para desarrollar el ejercicio, se presentó a los profesores el marco conceptual con los órdenes de pensamiento relacionados con los dominios: cognitivo, socioafectivo y psicomotriz, siguiendo la taxonomía propuesta por diferentes autores; en la figura 4.3 se muestran las acciones o actividades que marcan el desarrollo de los dominios.

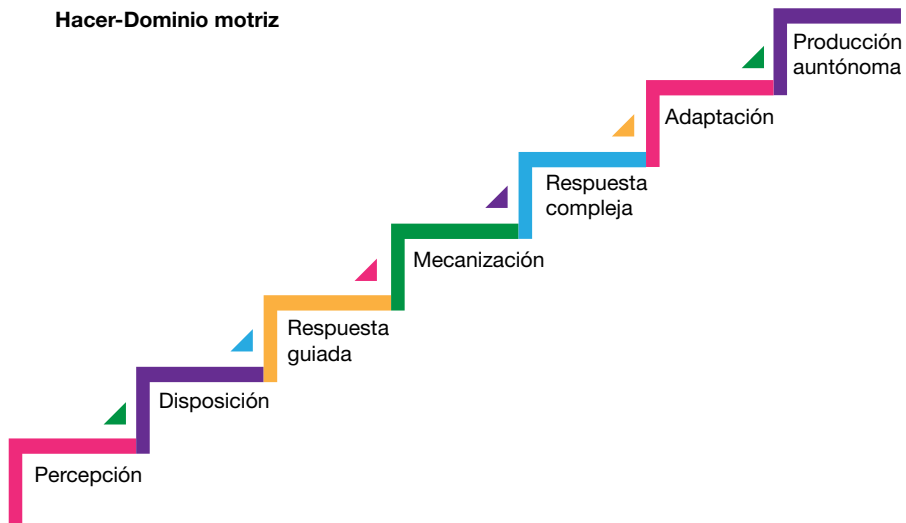
FIGURA 4.3. DOMINIOS Y ÓRDENES DE PENSAMIENTO



### Ser-Dominio socioafectivo



### Hacer-Dominio motriz



36

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente, se presentaron las características generales de los tres niveles propuestos: introducción, refuerzo y *énfasis* (figura 5.4).

FIGURA 4.4. NIVELES DE DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS



Para definir el nivel de las competencias se les proporcionó a los profesores una recopilación de acciones propias de los diferentes niveles de cada una de estas, información que fue estructurada a partir de diversos escritos, en los que se relacionan los verbos según los dominios de pensamiento: cognitivo, socioafectivo y psicomotriz (Bloom, 1977; Churches, 2009; Ferris y Aziz, 2005; Guzmán Duchén, 2007; Hoque, 2016; Sánchez-Contreras, 2019; Sönmez, 2017).

En la tabla 4.2 se relacionan los verbos seleccionados para los diferentes niveles de cada competencia.

TABLA 4.2. VERBOS RELACIONADOS CON LOS NIVELES DE LAS COMPETENCIAS

	COMPETENCIA	VERBOS		
		INTRODUCCIÓN	REFUERZO	ÉNFASIS
1	Resolución de problemas	Resolver, calcular, construir, completar, solucionar, aplicar, determinar	Comparar, cuestionar, debatir, plantear, modelar	Argumentar, evaluar, explicar, valorar, justificar, validar, producir, seleccionar
2	Diseño ingenieril	Proponer, diseñar, comprobar, idear, planificar, plantear	Argumentar, evaluar, modelar, dimensionar, seleccionar	Optimizar, refinar, diseñar
3	Comunicación efectiva	Recibir, reconocer, seguir, identificar, clasificar, comprender	Contribuir, evaluar, guiar, interactuar, justificar, presentar	Criticar, defender, argumentar, convencer, debatir, influir, retar
4	Responsabilidad ética	Reconocer, identificar, aceptar, cooperar, responder	Permitir, participar, asistir, colaborar	Aconsejar, criticar, decidir, defender, cambiar, abogar
5	Trabajo en equipo	Atender, asistir, ayudar, cooperar, permitir, contribuir	Proponer, asumir, contribuir, interactuar, distribuir	Administrar, coordinar, dirigir, facilitar, planear, simplificar, consolidar
6	Conducir experimentos	Repetir, replicar, comprobar, seleccionar, desarrollar, reconocer, procesar, ensayar, interpretar	Analizar, comparar, cuestionar, debatir	Proponer, evaluar, estandarizar, escalar, plantear
7	Adquirir y aplicar nuevo conocimiento	Presentar, recopilar, sintetizar, tabular, diferenciar	Estructurar, apropiar, redactar, calcular, completar, elegir	Aplicar, resolver, comunicar, exponer, validar

	COMPETENCIA	VERBOS		
		INTRODUCCIÓN	REFUERZO	ÉNFASIS
8	Investigación	Revisar, definir, citar, listar, sintetizar	Clasificar, deducir, diferenciar, discriminar, adaptar, proponer, emplear, comparar	Construir, argumentar, estimar, recomendar, predecir, valorar
9	Segunda lengua	Escuchar, leer, comprender	Escribir, redactar, estructurar, construir	Hablar, expresar, captar, pensar, comprender
10	Gestión de proyectos	Gestionar, administrar, distribuir, incluir, delegar, estructurar, planear	Delimitar, proponer, reestructurar, ejecutar, estimar	Anticipar, decidir, proyectar, monitorear, mejorar, optimizar, implementar
11	Innovación	Sugerir, innovar, proponer	Crear, evaluar, ensayar, modelar	Optimizar, ensamblar, construir, prototipar, fabricar

Fuente: elaboración propia.

La metodología desarrollada consistió en conformar grupos de trabajo entre los profesores participantes y repartir las competencias en los grupos, de tal manera que la misma competencia fuera trabajada en dos grupos diferentes. Los profesores tuvieron 100 min para dialogar en torno a tres aspectos: el *perfil del graduado*, las *competencias del programa* y la *propuesta de valor de la institución*, con el fin de resolver la pregunta: ¿qué características definen cada uno de los niveles de las competencias analizadas?

*Perfil del graduado*: el graduado de Ingeniería Química de la Universidad de La Sabana es un profesional integral que desarrolla y lidera organizaciones que proveen bienes o servicios, integrando los principios de ingeniería verde y herramientas de modelado y simulación para el diseño de productos y procesos.

Pasado el tiempo, los grupos expusieron sus propuestas y después de un debate se establecieron las características de cada uno de los niveles de las competencias, los cuales se relacionan en la tabla 4.3.

TABLA 4.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS NIVELES DE LAS COMPETENCIAS

	COMPETENCIA	CARACTERÍSTICAS		
		INTRODUCCIÓN	REFUERZO	ÉNFASIS
I	Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencias y matemáticas.	Aplicar herramientas matemáticas y de análisis específicas de la ingeniería.	Analizar y comparar soluciones de un problema considerando sus restricciones.	Argumentar la solución elegida teniendo en cuenta el contexto.
2	Aplicar diseño ingenieril para crear soluciones que atiendan necesidades específicas respecto a salud pública, seguridad y bienestar, así como a factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.	Establecer necesidades y determinar las restricciones del diseño.	Explorar y modelar alternativas de diseño en ingeniería.	Optimizar y documentar el diseño final.
3	Comunicarse efectivamente con un rango de audiencias.	Presentar de forma oral o escrita información desarrollada en un contexto ingenieril.	Exponer información de forma oral o escrita evaluando relaciones ingenieriles.	Argumentar propuestas ingenieriles frente a diferentes tipos de audiencia.
4	Reconocer la responsabilidad ética y profesional en situaciones de ingeniería y tomar decisiones informadas, considerando el impacto de las soluciones en los contextos global, económico, ambiental y social.	Reconocer las regulaciones y normatividad que rigen la ingeniería, mostrando interés en conocer aspectos contemporáneos relacionados con ingeniería y ciencia.	Evaluar tecnologías actuales y emergentes y su impacto en aspectos económicos, éticos y ambientales.	Decidir sobre soluciones ingenieriles en lo referente al efecto de estas en el ambiente local y global, seguridad pública y calidad de vida.



	COMPETENCIA	CARACTERÍSTICAS		
		INTRODUCCIÓN	REFUERZO	ÉNFASIS
5	Trabajar efectivamente en equipo, cuyos miembros de manera conjunta demuestren liderazgo, se cree un ambiente colaborativo e inclusivo, se establezcan metas, se planifiquen tareas y se logren objetivos.	Cooperar efectiva y empáticamente en las actividades asignadas dentro del equipo de trabajo.	Asumir roles específicos dentro del equipo de trabajo.	Dirigir empáticamente las actividades asignadas.
6	Desarrollar y conducir experimentos apropiados, analizar e interpretar datos y utilizar criterio ingenieril para generar conclusiones.	Reconocer las variables que intervienen en un experimento y ejecutarlo siguiendo una guía.	Analizar información y resultados experimentales usando herramientas informáticas.	Evaluar resultados experimentales en un contexto dado.
7	Adquirir y aplicar nuevo conocimiento según sea necesario, utilizando estrategias apropiadas de aprendizaje.	Presentar nuevo conocimiento adquirido a través de nuevas estrategias de aprendizaje.	Estructurar nuevo conocimiento adquirido a través de nuevas estrategias de aprendizaje.	Incorporar el nuevo conocimiento adquirido a través de diferentes estrategias de aprendizaje en el desarrollo de temáticas específicas.
8	Conducir investigaciones usando conocimientos y métodos apropiados y analizando e interpretando adecuadamente la información.	Identificar problemas de investigación y metodologías por medio de revisión de la literatura.	Proponer objetivos y actividades para conducir una investigación.	Analizar los resultados obtenidos al desarrollar experimentos diseñados previamente.

	COMPETENCIA	CARACTERÍSTICAS		
		INTRODUCCIÓN	REFUERZO	ÉNFASIS
9	Comunicación efectiva en segunda lengua con suficiencia oral y escrita.	Comprender las ideas fundamentales de un documento en segunda lengua.	Redactar documentos básicos a partir de fuentes escritas y audiovisuales.	Expresar efectivamente información técnica en forma oral y escrita.
10	Gestionar proyectos usando recursos de manera adecuada.	Aplicar metodologías para la estructuración y el seguimiento de proyectos, incluyendo viabilidad.	Proponer un proyecto teniendo en cuenta suposiciones y restricciones realistas.	Gestionar completamente un proyecto.
11	Actuar con espíritu innovador, emprendedor y creativo en la solución de problemas.	Identificar necesidades de la sociedad y oportunidades de innovación y emprendimiento.	Proponer estrategias que respondan a la necesidad u oportunidad identificada.	Evaluar la viabilidad del diseño, propuesta o modelo.

Fuente: elaboración propia.

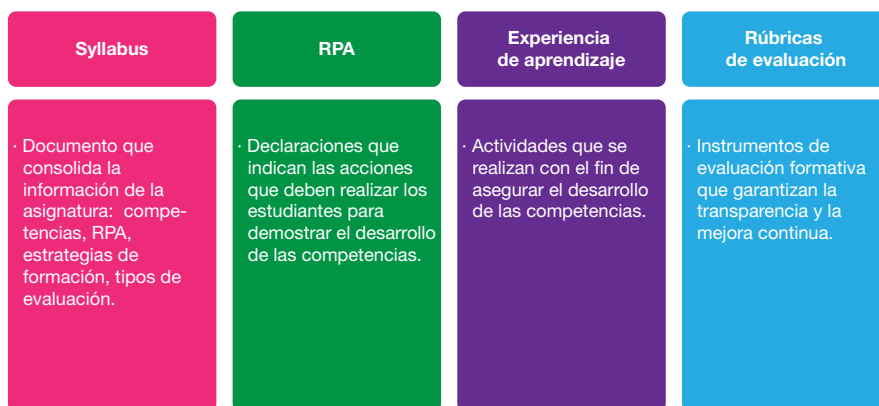
42

Finalizada esta sesión de trabajo quedaron declaradas las competencias del programa, los niveles de las competencias y las diferentes acciones que deben desarrollar los estudiantes para demostrar su adquisición en los diferentes niveles.

## Capítulo 5. Ejecución de la coherencia curricular

La segunda actividad de la fase *gestión curricular* consistió en guiar el ejercicio de coherencia, enmarcado en cuatro ejes, como se observa en la figura 5.1.

FIGURA 5.1. ELEMENTOS DE COHERENCIA CURRICULAR



Fuente: elaboración propia.

Un ejercicio de coherencia curricular efectivo relaciona: la *declaración de competencias*, que corresponde a las acciones que se deben desarrollar para que los estudiantes alcancen los propósitos de formación, estas se encuentran relacionadas con el logro del perfil del egresado; la *definición de resultados de aprendizaje*, es decir que sean alcanzables, ejecutables y medibles; la *implementación de actividades o experiencias de aprendizaje*, que promuevan la apropiación y aplicación de los saberes, y la *ejecución de actividades de evaluación formativa*, que permitan monitorear el avance en el cumplimiento de los objetivos, además de asegurar una retroalimenta-

ción permanente y una mejora continua del proceso, todo lo anterior consignado en el syllabus, documento maestro que formaliza la información de la asignatura.

## Resultados previstos de aprendizaje

Como se mencionó en el capítulo 1, “Los cimientos”, los resultados previstos de aprendizaje (RPA) son actualmente el elemento curricular que se implementa para determinar el logro de los propósitos de formación. Al respecto, en su escrito Ballesteros reconoció (2020) que los resultados de aprendizaje deben corresponder a las acciones que debe realizar un estudiante típico, después de vivir una experiencia de aprendizaje; para que exista transparencia y calidad en el proceso, debe haber claridad y coherencia entre los resultados esperados, las estrategias y la evaluación. Para tal fin, esta fase consistió en alinear los cursos, por lo que fue necesario que los profesores asumieran el rol de gestores curriculares y se capacitaran en el diseño de los elementos requeridos para realizar la articulación.

Los RPA son las declaraciones verificables que los estudiantes deben saber, comprender y ser capaces de hacer como resultado de una actividad, asignatura o programa. Su papel en el proceso formativo está relacionado con la claridad, transparencia y cualificación, y su adecuada formulación es la base para la estimación de los créditos académicos. Se ha demostrado que los RA facilitan los procesos de planificación y organización de las instituciones, además de servir como un vínculo entre las metodologías y la evaluación. Finalmente, pueden ser considerados como una guía para los profesores y los estudiantes (Centro de Desarrollo de la Docencia, 2018).

44

A nivel nacional, los RPA son útiles en los procesos de alineamiento de cualificaciones, para orientar en el mercado laboral y proporcionar información a los empleadores sobre los futuros profesionales. Internacionalmente, facilitan la comparación entre países, son una herramienta de la movilidad de estudiantes y permiten el reconocimiento de logros académicos (Ortiz y González, 2021).

Es importante no confundir los RPA con los objetivos de formación, en la tabla 5.1 se presenta una comparación entre ellos.

TABLA 5.1. COMPARACIÓN ENTRE RPA Y OBJETIVOS DE FORMACIÓN

	RPA	OBJETIVOS
Características	<p>Relacionados con el estudiante y sus logros.</p> <p>Son evaluables y observables.</p>	<p>Relacionados con las intenciones del profesor.</p> <p>Declaraciones que indican contenidos, enfoques, metodologías, entre otros.</p>
Ejemplo	<p>Describir los diferentes mecanismos de reacción.</p>	<p>Presentar a los estudiantes los principios básicos de la química.</p>
Verbos	<p>Acción:</p> <p>Relacionar</p> <p>Elegir</p> <p>Modificar</p> <p>Identificar</p>	<p>Pasivos:</p> <p>Conocer</p> <p>Comprender</p> <p>Entender</p> <p>Captar</p>

Fuente: elaboración propia.

De manera general, los RPA deben cumplir las siguientes características (Nava *et al.*, 2014):

- Ser definidos con claridad, de manera que se eviten ambigüedades.
- Ser observables y evaluables, estableciendo criterios claros de seguimiento.
- Ser factibles y alcanzables, que representen un reto para los estudiantes.
- Se deben diseñar para asegurar idoneidad y relevancia, y ser pertinentes.
- Guardar relación directa con las competencias del programa, garantizando coherencia.
- Corresponder con el grado de proceso, ajustándose al nivel de la competencia.

A diferencia de las competencias, los RPA indican el nivel de desarrollo de los propósitos de formación, dado que responden a un proceso permanente, relacionado con el trascender a través de diferentes niveles de profundización, que de manera continua garantizan la apropiación de los saberes y su aplicación en diferentes contextos. Para la Universidad de La Sabana, los RPA permiten dar cuenta

de una competencia a través de sus componentes, y direccionan la planeación de los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de los cuales se disponen los medios para su logro y se informa acerca de cuánto han avanzado los estudiantes respecto de lo que se espera que conozcan y demuestren, en función de lo planificado y lo ejecutado (Vicerrectoría de Procesos Académicos y Proyección Social, 2021)

## Formulación de los RPA

Los RPA se configuran con tres componentes, como se muestra en la figura 5.2

FIGURA 5.2. COMPONENTES DE LOS RPA



46

Fuente: elaboración propia.

### El verbo

De manera ideal solo debería existir un verbo, que se debe escribir en infinitivo. Si se requiere de verbos adicionales para apoyar la demostración, se utilizan en gerundio. Es importante tener en cuenta que el verbo principal debe tener el mayor nivel en los diferentes dominios: *cognitivo*, *socioafectivo* y *psicomotriz*. Es preciso que sea un verbo acción y que corresponda al nivel de la competencia que se está desarrollando (Aneca, 2013; Nava *et al.*, 2014).

En la redacción es necesario evitar perífrasis verbales que compliquen la comprensión, por ejemplo: “proponer un diseño”, frase que se puede cambiar por el verbo acción “diseñar”, lo anterior en respuesta a que los RPA deben ser concisos, evitando adornos innecesarios.

Para la formulación de los RPA se puede tomar como referencia la lista de verbos consignada en la tabla 5.2; vale la pena reconocer que un verbo no es exclusivo de una competencia, nivel o categoría, la diferencia radica principalmente en el objeto y el contexto que enmarca el resultado enunciado, como se muestra en la tabla 5.2.

TABLA 5.2. EJEMPLOS DE VERBOS

COMPETENCIA	NIVEL	VERBO PRINCIPAL	VERBOS COMPLEMENTARIOS
Resolución de Problemas	Introducción	Resolver	Calculando, planteando
Diseño Ingenieril	Refuerzo	Argumentar	Proponiendo, evaluando
Trabajo en equipo	Énfasis	Defender	Presentando, identificando, reconociendo

Fuente: elaboración propia.

## El objeto

El contenido representa los saberes, las temáticas, actitudes, acciones, entre otras. Es conveniente que en el RPA se haga referencia al contenido de forma clara y definida, de manera que no se presenten confusiones. Para la Universidad de La Sabana, el objeto es el saber sobre el que el estudiante tiene que actuar (Vicerrectoría de Procesos Académicos y Proyección Social, 2021).

## El contexto

El contexto o la condición es el marco en el cual el estudiante realiza la acción, debe ser observable y evidenciar que la competencia se ha desarrollado (Quintana *et al.*, 2019). En algunos casos, la redacción del RPA incluye el cómo y el para qué.

A continuación, en la figura 5.3 se presenta una serie de pasos que podrían ser útiles en el proceso de redacción de los RPA.

FIGURA 5.3. PASOS PARA LA REDACCIÓN DE RPA



48

Fuente: elaboración propia.

En tabla 5.3 se ejemplifica la construcción de algunos RPA.



TABLA 5.3. EJEMPLOS DE RPA

VERBO + OBJETO + CONTEXTO

COMPETENCIA	NIVEL	RPA
Resolución de problemas	Introducción	<b>Calcular</b> el volumen específico, <b>usando</b> las ecuaciones de estado, para establecer propiedades de los sistemas termodinámicos.
Resolución de problemas	Refuerzo	<b>Establecer</b> costos energéticos, <b>calculando</b> la cantidad de energía aprovechable a partir de la primera ley de la termodinámica.
Resolución de problemas	Énfasis	<b>Seleccionar</b> las mejores condiciones de funcionamiento en términos de presión y temperatura, <b>comparando</b> los valores de entropía.

COMPETENCIA	NIVEL	RPA
Conducir experimentos	Introducción	<b>Replicar</b> el ensayo de transferencia de calor en un líquido en reposo en contacto con el aire, <b>siguiendo</b> las instrucciones y reportando los resultados.
Conducir experimentos	Refuerzo	<b>Analizar</b> la información obtenida al comparar dos mecanismos de transferencia de calor, <b>desarrollando</b> los experimentos y aplicando las restricciones y suposiciones dadas.
Conducir experimentos	Énfasis	<b>Proponer</b> un ensayo de laboratorio que permita manipular velocidad y registrar temperatura, <b>cuantificando</b> el flujo de calor en un intercambiador de tubos y corazas.

COMPETENCIA	NIVEL	RPA
Responsabilidad Ética	Introducción	<b>Reconocer</b> la normatividad relacionada con los residuos químicos, <b>identificando</b> procesos de disposición responsables y amigables con el ambiente.
Responsabilidad Ética	Refuerzo	<b>Proponer</b> estrategias de disposición de residuos químicos, <b>relacionando</b> el impacto social, económico y ambiental.
Responsabilidad Ética	Énfasis	<b>Disponer responsablemente</b> residuos químicos, <b>aplicando</b> la normatividad vigente, minimizando el impacto social, económico y ambiental.

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, los RPA se numeran según la competencia a la que responden y en orden ascendente de acuerdo con la cantidad que se declara para cada una. Lo anterior, con la idea de facilitar la relación de los resultados con las evidencias y el desempeño de los estudiantes.

La buena redacción de los RPA asegura la comprensión, por parte de todos los actores del proceso académico, de la tarea que deben realizar los estudiantes para demostrar el desarrollo de las competencias y, con ello, dirigir las acciones que se deben implementar para asegurar el logro de los propósitos formativos.

50

## Rúbricas de evaluación

Antes de consolidar la información relacionada con el diseño de las rúbricas de evaluación, es preciso aclarar algunos términos:

*Medir*: proceso por el cual se asigna un valor numérico a un resultado de aprendizaje, logrado por un estudiante durante un periodo.

*Estimar o calificar*: acción concreta de emitir un juicio de lo que han aprendido los estudiantes.

*Evaluar*: proceso integral y sistemático a través del cual se recopila información de forma metódica y rigurosa para conocer, analizar y juzgar una actividad formativa (Aneca, 2013; Viñas-Diz *et al.*, 2020).

Por otro lado, existen tres tipos de evaluación:

*Autoevaluación*: la realiza el mismo estudiante.

*Coevaluación*: se realiza de forma conjunta o mutua, entre compañeros o pares.

*Heteroevaluación*: la realiza el profesor o formador (Mendoza *et al.*, 2021).

Se han generalizado tres clases de evaluación:

*Diagnóstica*: se realiza antes del proceso formativo, con el fin de identificar las ideas y saberes previos sobre los cuales se anclarán los conocimientos nuevos.

*Sumativa o punitiva*: se realiza con el fin de promover o certificar al final de un ciclo formativo, para comprobar el desarrollo de las competencias.

*Formativa*: se realiza dentro del proceso formativo para evaluar el avance, permite tomar decisiones e incidir sobre la población evaluada (van der Kleij *et al.*, 2015).

La evaluación formativa tiene tres características principales (Giraldo y Hoyos, 2015), las cuales se presentan en la tabla 5.4.

TABLA 5.4. CARACTERÍSTICAS DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA

PARTICIPATIVA	CLARA	CONTEXTUALIZADA
<p>Centrada en el estudiante. Orientadora, reguladora y motivadora. No es excluyente. Reflexión para mejorar. Dialógica, procesual y permanente.</p>	<p>Tiene un propósito definido. Responde a competencias y resultados de aprendizaje. Es transparente y divulgada previamente.</p>	<p>Simula un evento del entorno que provee características de aprendizaje. Aporta argumentos para inferir fortalezas y debilidades. Concientiza y responsabiliza al estudiante de su proceso.</p>

Fuente: elaboración propia.

De manera general, la evaluación formativa involucra la recolección de evidencias que son utilizadas para monitorear y analizar el proceso que adelantan los estudiantes. Cuando se quiere implementar un proceso formativo, el evaluador deberá cuestionarse sobre los siguientes aspectos:

- ¿Qué competencia se va a evaluar?
- ¿Qué resultado de aprendizaje se va a evaluar?
- ¿Cómo y cuándo se va a evaluar?
- ¿Cuáles son los criterios de evaluación que demostrarán los estudiantes?
- ¿Qué evidencias se necesitan para demostrar que los estudiantes han logrado las metas?
- ¿Qué se hará con los resultados?

Después de resolver cada una de las preguntas se procede a construir las rúbricas de evaluación, conocidas como matrices, las cuales deben evaluar los RPA que responden a las competencias.

Las rúbricas de evaluación promueven la reflexión, proporcionan retroalimentación clara del alcance y presentan transparencia en el proceso y en el resultado final. Se han identificado dos tipos de rúbricas, *holísticas* y *analíticas* (Jönsson *et al.*, 2021). Las primeras corresponden a rúbricas globales, hacen una valoración integrada del desempeño del estudiante, sin precisar en los componentes del proceso, son muy generales. Las segundas, las analíticas, evalúan el desempeño por partes, componentes o temas determinados, son más específicas e incluyen indicadores.

52

## Construcción de las rúbricas

Las rúbricas deben tener una estructura robusta, es decir, que se apliquen a cualquier prueba; la idea es que la rúbrica responda a un RPA y no a una prueba específica. Son un instrumento que garantiza la transparencia de la evaluación y permite establecer el nivel de desempeño, de manera que la rúbrica siempre debe buscar valorar cada uno de los esfuerzos que hacen los estudiantes para demostrar sus habilidades.

Dentro del proceso de investigación desarrollado en el programa de Ingeniería Química, en el Departamento de Procesos Químicos y Biotecnológicos se

realizó una sesión de trabajo en la que participaron todos los profesores asociados al departamento, con vinculación, profesores de planta y docentes planta. A un total de doce profesionales, a quienes se les presentó la rúbrica como herramienta de evaluación, se les propuso establecer la cantidad de niveles de desempeño por incluir y definir el valor porcentual para cada uno de ellos.

Para realizar la actividad se socializaron las rúbricas anonimizadas de diferentes instituciones de educación superior con cuatro y cinco niveles. Se debatió la razón por la cual en el proceso de evaluación sería favorable no manejar cinco niveles y, de esta forma, romper el lazo entre los niveles y la nota tradicional en el rango de 1 a 5. Por lo anterior, se decidió que las rúbricas del programa IQ tendrían cuatro niveles de desempeño.

Después de un argumentado debate, se establecieron los porcentajes, tal y como se ilustran en la tabla 5.5.

TABLA 5.5. PORCENTAJES DE LOS NIVELES DE DESEMPEÑO

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
20 %	50 %	80 %	100 %

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, por recomendación del señor rector de la universidad, los niveles deberían tener nombres que motivaran a los estudiantes y no que menospreciaran su desempeño. De esta manera, se invitó a estudiantes de diferentes semestres para que propusieran varios nombres que podrían ser utilizados para referenciar el desarrollo progresivo de las competencias. En la tabla 5.6 se presentan las propuestas de los estudiantes.

TABLA 5.6. PROPUESTAS DE NOMBRES PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE DESEMPEÑO

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
Malo	Regular	Bueno	Superior
Básico	Medio	Avanzado	Excelente
Novato	Intermedio	Progresivo	Experto
Principiante	Aprendiz	Extra	Supremo
Deficiente			Dios

Fuente: elaboración propia.

Al final, después de una votación, se escogieron los siguientes nombres (tabla 5.7).

TABLA 5.7. NOMBRES DE LOS NIVELES DE DESEMPEÑO DE LA RÚBRICA

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
Novato	Aprendiz	Bueno	Experto

Fuente: elaboración propia.

Los niveles de desempeño se definieron de manera general en la tabla 5.8.

TABLA 5.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS NIVELES DE DESEMPEÑO

NOVATO	APRENDIZ	BUENO	EXPERTO
El estudiante reconoce erróneamente la temática o aborda la pregunta de forma incorrecta.	El estudiante reconoce la temática, aborda la pregunta, pero no la desarrolla.	El estudiante reconoce la temática, aborda correctamente la pregunta, ejecuta un desarrollo, pero no logra el resultado esperado.	El estudiante reconoce la temática, aborda correctamente la pregunta, la desarrolla y obtienen el resultado esperado.

Fuente: elaboración propia.

Vale la pena aclarar que existe una categoría que no se relaciona dentro de la rúbrica y corresponde al estudiante que *no* realiza ninguna actividad que demuestre el desarrollo, aunque sea mínimo, de la competencia. En ese caso, el desempeño del estudiante será *Desertor*, es decir, desertor de la rúbrica, por tal razón es necesario dejarlo fuera de esta ya que no se puede incluir dentro del proceso evaluativo porque la rúbrica valora las acciones que el estudiante *sí* realiza, razón por la cual su porcentaje será cero.

En la figura 5.4 se presenta una serie de pasos que llevan a la construcción de las rúbricas.

FIGURA 5.4. PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS RÚBRICAS

Identificar la competencia de la asignatura y el nivel de desarrollo (introducción, refuerzo o énfasis) que se va a evaluar.

Reconocer el RPA que se va a evaluar, es decir, identificar la acción que deben realizar los estudiantes, para demostrar el desarrollo de la competencia.

Establecer el indicador o los indicadores, es decir, las diferentes actividades o acciones que los estudiantes necesitan realizar para mostrar que se logra desarrollar la actividad principal. Los indicadores se redactan en infinitivo y con los verbos auxiliares en gerundio, definiendo el objeto y el contexto.

Definir los criterios de desempeño para cada uno de los indicadores, estos se redactan en presente y en tercera persona. Se incluyen adverbios de cantidad o calidad.

La rúbrica debe garantizar la coherencia, para ello se debe buscar que los verbos estén alineados, es decir, que el verbo del RPA sea consecuente con el verbo del indicador, y este a su vez corresponda al verbo usado en el nivel superior de desempeño.

La definición de los criterios se realiza iniciando con el de mayor nivel (*Experto*), en el cual se especifica el desarrollo completo y perfecto de la acción.

El nivel *Bueno* se define después de identificar las faltas que se le pueden permitir a los estudiantes, sin que se les deje de considerar competentes.

El nivel *Aprendiz* se redacta al establecer las acciones básicas que deben realizar los estudiantes para considerar que la competencia se encuentra en un desarrollo incipiente.

El nivel *Novato*, se establece al identificar las acciones mínimas que deben realizar los estudiantes para demostrar que han iniciado el desarrollo de la competencia. No se redactan en forma negativa, es necesario evitar palabras como: no, nunca, nada, nadie, entre otras.

56

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se construyeron las rúbricas; en la tabla 5.9 se muestra un ejemplo.



TABLA 5.9. EJEMPLO DE UNA RÚBRICA CONSTRUIDA EN EL MARCO DEL PROYECTO

COMPE- TENCIA	RPA	INDICADOR	NOVATO	APRENDIZ	BUENO	EXPERTO
Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias y matemáticas.	<b>Justificar</b> la información obtenida de la resolución de problemas relacionados con ciclos termodinámicos, calculando propiedades termodinámicas de sustancias puras y mezclas.	<b>Justificar</b> la diferencia entre los datos obtenidos del cálculo de las eficiencias de los ciclos termodinámicos.	Muestra algunos cálculos de las eficiencias del ciclo termodinámico.	Calcula correctamente las eficiencias del ciclo termodinámico.	<b>Justifica</b> parcialmente la diferencia entre los datos obtenidos del cálculo correcto de las eficiencias del ciclo termodinámico.	<b>Justifica</b> completamente la diferencia entre los datos obtenidos del cálculo correcto de las eficiencias del ciclo termodinámico.
<b>ANÁLISIS DE LA RÚBRICA</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La redacción de la rúbrica muestra coherencia gracias a la alineación entre los verbos que definen las actividades que deben hacer los estudiantes en el RPA, el indicador y el nivel de mayor desempeño.</li> <li>• La redacción del indicador inicia con un verbo en infinitivo, que da cuenta del nivel de desarrollo de la competencia.</li> <li>• Todos los niveles de desempeño inician con un verbo acción en presente, que indica la acción principal que deben demostrar los estudiantes.</li> <li>• Incluye adverbios de cantidad y calidad, lo que permite establecer el nivel de desarrollo de la competencia.</li> <li>• No tiene perífrasis.</li> <li>• No está redactada en negativo.</li> </ul>						

Finalmente, para garantizar la apropiación por parte de los profesores, a manera de ejemplos se les presentaron las rúbricas anonimizadas de diferentes universidades

(tabla 5.10), el propósito fue que los profesores aprendieran a identificar debilidades y fortalezas, y desarrollaran un criterio para la construcción de sus propias matrices.

TABLA 5.10. EJEMPLOS DE LAS RÚBRICAS

COMPETENCIA	INDICADOR	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Pensamiento crítico	Muestra una actitud crítica ante la realidad: se pregunta el porqué de las cosas.	No manifiesta ningún tipo de espíritu crítico: nunca se cuestiona las situaciones.	Se cuestiona ciertas situaciones de la realidad, pero es incapaz de emitir juicios.	Se pregunta el porqué de las cosas e investiga para conseguir respuestas.	Reflexiona e investiga el porqué de las cosas y encuentra respuestas argumentadas.

**Fuente:** rúbrica universitaria anónima.

#### ANÁLISIS DE LA RÚBRICA

##### **Fortalezas**

- Se relaciona con una competencia.
- Se evidencia que la exigencia aumenta con el nivel de desempeño.

##### **Debilidades**

- La rúbrica no indica a cuál resultado de aprendizaje responde.
- No se evidencia la coherencia entre el indicador y las acciones que deben realizar los estudiantes en los diferentes niveles de desempeño.
- El verbo del indicador está redactado en presente y es de nivel cognitivo bajo respecto a la acción que deben realizar los estudiantes con el mayor nivel de desempeño.
- Las acciones en los niveles de desempeño están redactadas distintamente, lo que devalúa el instrumento.
- El nivel de mayor desempeño está redactado con dos verbos principales (reflexionar e investigar), lo que es inapropiado para evaluar.
- El nivel de mayor desempeño tiene un verbo de apoyo (argumentar) de mayor nivel cognitivo que los verbos principales.
- El nivel de desempeño Bueno tiene un verbo de apoyo (investigar) de mayor nivel cognitivo que el verbo principal (preguntar).
- El nivel Deficiente está redactado en negativo, lo que contradice el propósito de la rúbrica, que consiste en valorar las acciones que el estudiante realiza. Si eventualmente un estudiante no demuestra la realización de alguna acción es preciso dejarlo fuera de la rúbrica con una asignación de 0 %.

DIMENSIÓN	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Aplica la ley de la conservación de la masa.	No tiene claridad en el proceso de determinar la cantidad de un elemento en diferentes muestras.	Presenta algunas imprecisiones en la determinación de la cantidad de un elemento en una muestra.	Muestra claridad en la determinación de sustancias en diferentes muestras.	Demuestra dominio en la determinación de cantidades de sustancia en diferentes muestras.

**Fuente:** rúbrica universitaria anónima

#### ANÁLISIS DE LA RÚBRICA

##### **Fortalezas:**

- Se evidencia que la exigencia aumenta con el nivel de desempeño.
- Los niveles Aceptable, Bueno y Excelente están redactados de forma similar, iniciando con un verbo acción en presente.

##### **Debilidades:**

- La rúbrica no relaciona una competencia.
- La rúbrica no indica a cuál resultado de aprendizaje responde.
- No se evidencia la coherencia entre el indicador (dimensión) y las acciones que deben realizar los estudiantes en los diferentes niveles de desempeño.
- El verbo del indicador está redactado en presente y es de nivel cognitivo mayor (aplicar) que la acción que deben realizar los estudiantes en el mayor nivel de desempeño (demostrar).
- No se evidencia la diferencia entre el nivel Bueno (muestra claridad) y el Excelente (demuestra dominio).
- El nivel de desempeño Aceptable está redactado en términos de lo que se hace mal y debería ser en términos de lo que se hace bien.
- El nivel Deficiente está redactado en negativo, lo que contradice el propósito de la rúbrica, que consiste en valorar las acciones que el estudiante realiza.
- El complemento de la acción no está unificado, lo que puede generar confusiones.

INDICADOR	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
<b>Presenta</b> argumentos para soportar la tesis.	No se encuentran argumentos que den soporte a la tesis.	Se encuentran argumentos de soporte, pero son insuficientes, para soportar la tesis.	<b>Presenta</b> argumentos para la tesis, hay relación entre ellos y la idea principal.	<b>Presenta</b> argumentos de soporte para la tesis y son suficientes para sustentarla.

**Fuente:** rúbrica universitaria anónima

#### ANÁLISIS DE LA RÚBRICA

##### **Fortalezas:**

- Se evidencia que la exigencia aumenta con el nivel de desempeño.
- Los niveles Bueno y Excelente están redactados de forma similar, iniciando con un verbo acción en presente.
- Hay coherencia entre el verbo del indicador y el verbo de los niveles superiores.

##### **Debilidades:**

- La rúbrica no relaciona una competencia.
- La rúbrica no indica a cuál resultado de aprendizaje responde.
- El verbo del indicador está redactado en presente y debería estar en infinitivo.
- No se evidencia una clara diferencia entre el nivel Bueno y el Excelente.
- El nivel de desempeño Aceptable está redactado erróneamente, ya que evalúa una acción que debe realizar el profesor (encontrar) y no una acción que realiza el estudiante.
- El nivel de desempeño Aceptable está redactado en términos de lo que se hace mal y debería ser en términos de lo que se hace bien.
- El nivel Deficiente está redactado en negativo, lo que contradice el propósito de la rúbrica, que consiste en valorar las acciones que el estudiante realiza. Si eventualmente un estudiante no demuestra la realización de alguna acción es preciso dejarlo fuera de la rúbrica con una asignación de 0 %.

Fuente: elaboración propia.

## Lectura de las rúbricas

En el momento de interpretar la rúbrica se presenta una situación especial: de manera general, se suele leer de izquierda a derecha, de la misma forma en la que incrementa el nivel o el desempeño; sin embargo, aunque es la práctica común, no

es la mejor forma de hacerlo. Para comprender esta afirmación es importante tener claro que la rúbrica es transparente y objetiva, no se debe prestar a ambigüedades, suposiciones o malinterpretaciones; para ello es preciso que la lectura se haga de derecha a izquierda, es decir, empezar por el mayor nivel de desempeño, de tal forma que se evalúe que el estudiante haya realizado exacta y completamente la actividad que se relaciona en el nivel, de no ser así, deberá trasladarse al nivel anterior. De manera similar, si el estudiante no cumple con las especificaciones del nivel que se evalúa, deberá ser descendido de nivel.

Esta metodología de lectura de las rúbricas evita el componente subjetivo de la evaluación, ya que para que un estudiante sea catalogado en un nivel determinado debe cumplir con las especificaciones de dicho nivel. Para explicar mejor esta idea, a continuación, se presenta un ejemplo, usando el indicador de la rúbrica presentado en la tabla 5.9.

*Indicador: Justificar la diferencia entre los datos obtenidos del cálculo de las eficiencias de los ciclos termodinámicos.*

Si en la prueba diseñada para evaluar el indicador en cuestión, en la evidencia entregada el estudiante demuestra haber realizado correctamente los cálculos de las eficiencias del ciclo termodinámico y presenta una justificación pobremente argumentada, la evaluación se debe realizar así:

*Nivel Experto: Justifica completamente la diferencia entre los datos obtenidos del cálculo correcto de las eficiencias del ciclo termodinámico.*

Según la evidencia, ¿el estudiante cumplió exacta y completamente la actividad descrita en el nivel? La respuesta es: *no*, el estudiante sí calculó de manera correcta, pero no lo justificó completamente; su desempeño no demuestra el nivel Experto, razón por la cual debe ser descendido al nivel Bueno.

*Nivel Bueno: Justifica parcialmente la diferencia entre los datos obtenidos del cálculo correcto de las eficiencias del ciclo termodinámico.*

Según la evidencia, ¿el estudiante cumplió exacta y completamente la actividad descrita en el nivel? La respuesta es: *sí*, el estudiante calculó de manera correcta y discutió parcialmente la diferencia entre los datos.

El éxito en el uso de las rúbricas radica en el hecho de que su diseño sea tan robusto y acertado que no permita confusión, y que incluya la evaluación de todas las posibles soluciones que presenten los estudiantes como evidencia del logro de la competencia.

## Experiencias de aprendizaje

Las experiencias de aprendizaje se generan de dos formas: *natural* o *intencionada*. Las naturales son aquellas en las cuales se interpreta un fenómeno o realidad en un contexto determinado, sin ninguna mediación, entrando en un proceso dialógico con la naturaleza; las intencionadas corresponden a aquellas que están mediadas por la planificación de estrategias pedagógico-didácticas por parte de los profesores, que tienen el objetivo de transformar la conducta y contribuir en el proceso de aprendizaje (Ruiz y Gamboa, 2016), pueden o no hacer uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), y generan una colección organizada de trabajos y documentos que reflejan el proceso del estudiante y su rendimiento, en relación con los resultados de aprendizaje.

Al respecto de las estrategias didácticas, autores como Tobón y López (2009a) refieren que “se trata de construcciones lógicas pensadas para orientar el aprendizaje y la enseñanza de las competencias en los diversos niveles educativos. Se basan en procedimientos compuestos de un conjunto de etapas que pretenden facilitar el aprendizaje de los estudiantes” (p. 16).

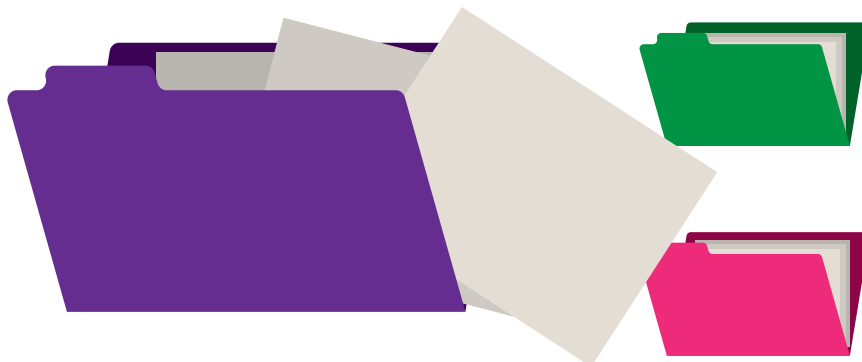
Para el proceso de aprendizaje por competencias, se propone seleccionar algunas de las estrategias o experiencias que se esbozan a continuación.

### Portafolio

Para Briceño y Gamboa (2011), el portafolio es una

- 62 ... estrategia pedagógica que permite recolectar las evidencias de los procesos de aula, además de ello, abre la oportunidad para mantener un diálogo entre los estudiantes y el profesor, convirtiéndose en el eje del trabajo colaborativo entre ellos. La sistematización de las actividades que se desarrollan dentro del aula posibilita reconocer el trabajo del estudiante, así como sus avances o sus retrocesos. (p. 85).

FIGURA 5.5. PORTAFOLIO



Dentro del proceso investigativo, el portafolio se configuró como una colección organizada de trabajos y documentos previamente seleccionados por el profesor, que reflejan el proceso del estudiante y su rendimiento en relación con los resultados de aprendizaje.

## Exposición

La exposición es una estrategia que se ha implementado durante décadas en el ámbito académico, la cual ha generado polémica, por cuanto el rol protagónico en ocasiones queda en el expositor; se le reconoce como el discurso que el profesor maneja en el aula y cuyo propósito es desarrollar una temática. Por lo anterior, debe acompañarse de otras técnicas para verificar la efectividad del proceso comunicativo.

Para Castro (2017), la exposición se configura con discursos orales o escritos, que tienen como fundamento la argumentación, la descripción y la narración, haciendo uso del lenguaje y la escritura, lo que configura la exposición oral y escrita. El proceso se ha asumido como la presentación de información sintetizada y de manera organizada frente al grupo de aprendizaje, siguiendo unos lineamientos previamente establecidos por el profesor (figura 5.6).

FIGURA 5.6. EXPOSICIÓN



### Estudio de caso

El estudio de caso permite la evaluación de una situación particular, real o creada, que plantea una serie de interrogantes que deben ser resueltos. Las preguntas deben ser abiertas para que las respuestas permitan realizar debates académicos.

Al respecto, Gamboa (2017) presenta el estudio de caso como una estrategia de aprendizaje factible de abordarse en tres fases: *identificación*, *toma de decisiones* y *resolución de problemas*, las cuales suscitan procesos de pensamiento, a través de la jerarquización de los problemas asociados al caso analizado, lo que favorece acciones que permiten disminuir el impacto negativo sobre los actores involucrados, así como la adquisición de habilidades como precursoras de las competencias (figura 5.7).

64

FIGURA 5.7. ESTUDIO DE CASO

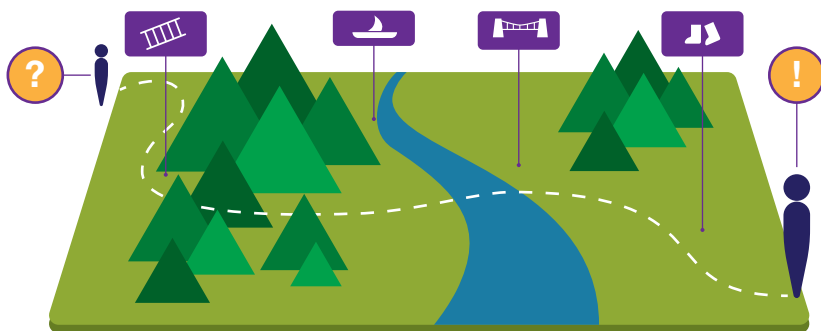




## Simulación o aprendizaje basado en simuladores

Los simuladores facilitan la representación de situaciones reales en las cuales los ejecutores establecen diversas condiciones cualitativas o cuantitativas para modificar los valores de variables o factores, y con ello verificar hipótesis y condiciones del problema (Restrepo *et al.*, 2013). Pueden hacer parte de los ambientes virtuales o presenciales de aprendizaje (figura 5.8).

FIGURA 5.8. SIMULACIÓN O APRENDIZAJE BASADO EN SIMULADORES



Por otra parte, la simulación en un ambiente de aprendizaje intencionado se configura a través de la recreación de una situación real en la que se propone un problema que se debe solucionar asumiendo roles específicos, lo que facilita el trabajo en equipo.

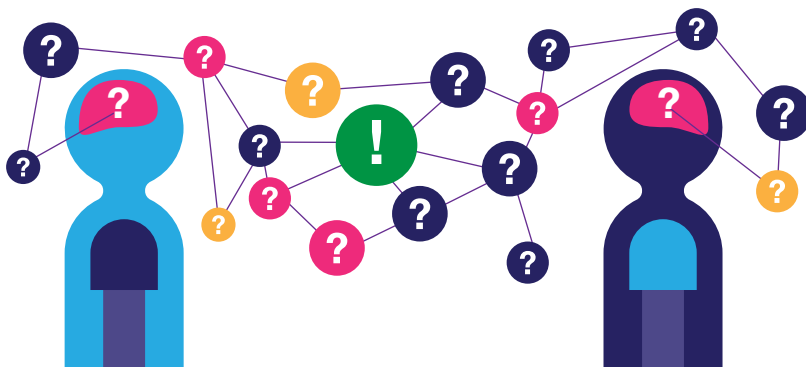
65

## Aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es considerado una estrategia de aprendizaje activo porque primero se presenta el problema, se identifican las necesidades de aprendizaje y se analiza la situación e información que aportará a la solución. Al respecto, Marra *et al.* (2014) manifiestan que el ABP es “un tipo de metodología activa, de enseñanza, centrada en el/la estudiante, que se caracteriza por producir el aprendizaje del/la estudiante en el contexto de la solución de un problema auténtico” (p. 221). Lo anterior lo complementan Barbosa *et al.* (2018) al señalar que en esta experiencia se promueve la integración de teoría y práctica, junto con

las dimensiones cognitivas y conductuales, por lo que preferentemente se resuelve a través de un trabajo en equipo (figura 5.9).

FIGURA 5.9. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS



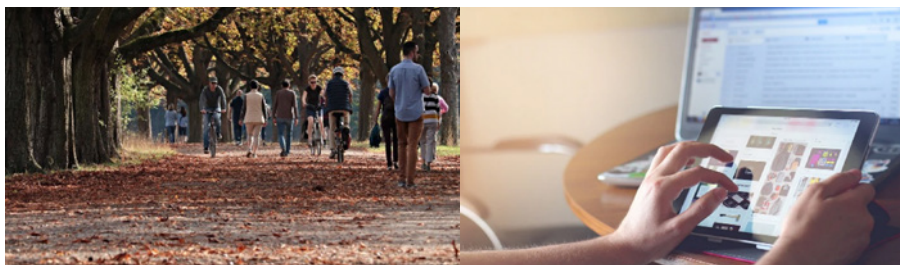
En el marco de la investigación, el ABP se asumió como una experiencia que propone la resolución de un problema real con impacto en el entorno de la profesión, aplicando los saberes que se adquieren durante el desarrollo de un curso.

### Aprendizaje basado en el entorno

La estrategia de aprendizaje basado en el entorno se fundamenta en la propuesta denominada *Personal Learning Environments* (PLE) en donde el estudiante planifica su proceso de aprendizaje centrándose en tres preguntas: qué aprender, para qué aprender y cómo aprender, con énfasis en el aprendizaje autorregulado (Adell y Castañeda, 2010; Valtonen *et al.*, 2012) (figura 5.10).

66

FIGURA 5.10. APRENDIZAJE BASADO EN EL ENTORNO



Para el proceso se definió como el desarrollo de aprendizajes en contextos diferentes a los tradicionales, usando los recursos del entorno como material de conocimiento y facilitadores de aprendizaje.

### Aprendizaje basado en retos

El aprendizaje basado en retos (ABR) se deriva de la propuesta denominada *Challenge Based Learning* (CBL), que plantea una experiencia a partir de abordaje de una situación problemática, la cual se debe resolver desde la elección de un reto. Tiene sus orígenes en el aprendizaje vivencial (Gaskins *et al.*, 2015). Se busca la interacción de un grupo de personas para proponer una solución, adquiriendo en el proceso competencias duras y blandas; al respecto, Akella (2010) señala que las experiencias de aprendizaje que mezclan aspectos cognitivos y comportamentales ayudan a la superación personal (figura 5.11).

La estrategia se propone como un aprendizaje mediado por la intención de cumplir con un reto, que se formula en un entorno bajo la experimentación de una situación problemática real y significativa.

FIGURA 5.11. APRENDIZAJE BASADO EN RETOS



### Aprendizaje basado en tareas

La propuesta de aprendizaje basado en tareas (ABT) pretende, en parte, centrar el protagonismo en el estudiante y disminuir el del profesor, que ya no solo a través de la comunicación oral y escrita expone sus temáticas, sino que se transforma en

un mediador planificador. Para Esquicha (2018), la estrategia puede iniciar con el planteamiento de tareas simples y gradualmente ir asignando otras más complejas, a fin de motivar a los estudiantes, que comprenden la ejecución el proceso y desarrollan las habilidades necesarias para la consecución de una determinada competencia (figura 5.12).

FIGURA 5.12. APRENDIZAJE BASADO EN TAREAS



68

### Aprendizaje basado en escenarios

Para Ahumada (2013), el concepto de aprender haciendo se materializa en el aprendizaje basado en escenarios (ABE) porque en la experiencia de aprendizaje se involucran los estudiantes, conservando sus intereses y motivándolos. El ABE consiste en un diseño pedagógico en el que un escenario auténtico o artificial es la base de los aprendizajes, la enseñanza y las actividades de evaluación. Los estudiantes deben asumir un rol y desarrollar una actividad que demanda demostrar habilidades específicas (figura 5.13).

FIGURA 5.13. APRENDIZAJE BASADO EN ESCENARIOS



## Syllabus

La fase de gestión curricular se consolidó con la organización del syllabus, para desarrollar esta tarea se le presentó a los profesores un concepto general del syllabus y los elementos que lo definen.

El syllabus es un documento de apoyo para todos los actores relacionados con el proceso formativo, en donde se expresan claramente las particularidades de una asignatura o curso; en la figura 5.14 se describen las características del syllabus.

FIGURA 5.14. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SYLLABUS

¿Qué es?	¿Qué representa?	¿A qué o quién se asocia?	¿Para qué sirve?
· Esquema detallado de un curso académico.	· Documento de identificación de un curso.	· Es propio de la asignatura y no del profesor.	· Instrumento que asegura la coherencia curricular.

Fuente: elaboración propia.

El syllabus asume la figura de *contrato formal* que declara las características, los aportes y compromisos de un curso de formación (Barros-Morales *et al.*, 2018). Actúa en todas las direcciones, y crea un compromiso entre los diferentes actores del proceso educativo; la figura 5.15 muestra la relación entre las partes que asocia el syllabus. Es importante que todos los actores reconozcan el syllabus como un documento formal, que debe cumplirse a cabalidad, además, es importante generar evidencias que demuestren su cumplimiento.

FIGURA 5.15. EL SYLLABUS, ELEMENTO DE INTERACCIÓN ENTRE LOS ACTORES EDUCATIVOS



70

Fuente: elaboración propia.

Uno de los propósitos fundamentales de realizar un ejercicio de coherencia curricular en una unidad académica es lograr que los profesores se reconozcan como gestores curriculares, para ello es importante que conozcan los conceptos básicos de los niveles curriculares, los cuales se describen en la tabla 5.11.

TABLA 5.11. NIVELES CURRICULARES

<p>Macrocurrículo</p>	<p>Gobierno. Primer nivel de concreción curricular. Expresa la concepción de la educación y sus propósitos, vistos desde el sistema educativo en cabeza del MEN. Hace referencia a la normatividad generada para garantizar la calidad de la educación. Incluye el control y la regulación de los procesos al interior de las instituciones. Inspirado en las necesidades sociales a corto y mediano plazo.</p>
<p>Mesocurrículo</p>	<p>Entidad. Segundo nivel de concreción curricular. Corresponde a directivos y profesores, está relacionado con el diseño curricular de los programas desarrollados en contextos específicos y responde a las necesidades de la sociedad.</p>
<p>Microcurrículo</p>	<p>Aula. Tercer nivel de concreción curricular. Compete al docente y contiene los elementos curriculares básicos, es la unidad que relaciona el proceso de enseñanza-aprendizaje. Identifica competencias, resultados, estrategias, evolución, entre otros.</p>

Fuente: elaboración propia, con base en Romero *et al.* (2020) y Mero *et al.* (2018).

El syllabus juega el papel de medio de comunicación en el que se resguarda toda la información relacionada con la asignatura, las competencias que se desarrollan, los resultados de aprendizaje que se espera que los estudiantes alcancen, los contenidos, las estrategias de aprendizaje que se implementan, las herramientas de evaluación y las referencias (Jones y VanScoy, 2019).

Por último, el syllabus es considerado como una herramienta de aprendizaje que contiene los aspectos que los actores del proceso educativo deben conocer para promover con los estudiantes las habilidades, destrezas y competencias propias de la asignatura, en otras palabras, es una guía del proceso formativo y una fuente fidedigna de información (Farrow y Leathem, 2021).

## Elementos consignados en el syllabus

De manera general, en la tabla 5.12, se señala la información que se relaciona en un syllabus.

TABLA 5.12. ELEMENTOS DEL SYLLABUS

INFORMACIÓN GENERAL	INFORMACIÓN CURRICULAR
Nombre de la asignatura	Prerrequisitos
Ambiente de aprendizaje	Correquisitos
ID del curso	Descripción del curso
Idioma	Competencias - nivel - descripción
Créditos	Resultados previstos de aprendizaje
Horas de cátedra directa	Ejes temáticos – Temas
Horas de trabajo independiente	Contenidos detallados
Departamento	Estrategias didácticas
Unidad académica	Estrategias de evaluación
Programa académico	Bibliografía

Fuente: elaboración propia.

72

## Los resultados

El proceso de capacitación finalizó con el consolidado de documentos generados por cada uno de los profesores que participaron en el estudio.

A continuación, a manera de ejemplo, se presenta el trabajo desarrollado en la asignatura Química General I (figura 5.16); el syllabus, en el que se consolidan la mayoría de los elementos curriculares, específicamente las competencias y los resultados previstos de aprendizaje; la experiencia de aprendizaje, en donde se relacionan algunas actividades que se realizan con el fin de desarrollar las competencias



del curso y, finalmente, la rúbrica de evaluación, en la que se establecen los criterios de desempeño que se espera que los estudiantes demuestren.

## Syllabus

FIGURA 5.16. SYLLABUS QUÍMICA GENERAL I

Ambiente de Aprendizaje:		Asignatura - Química General I	
No. de Catálogo:	21102	ID Curso:	013299
Creditos:	3	Carácter de los créditos:	Trocatal
Idioma:	Español		
Semestre:	I		
Horas:	144	Horas de docencia directa:	80
		Horas de trabajo independiente:	64
Departamento:	Procesos Químicos y Biotecnológicos	Unidad:	Facultad de Ingeniería
Programa Académico:		Programa:	IQ, IM, IPA y Licenciatura en Ciencias
Prerrequisitos: RPA previos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar conocimientos básicos en matemáticas</li> <li>• Comprender y analizar información</li> <li>• Resolver operaciones usando la calculadora</li> </ul>	Correquisitos: RPA simultáneos	No aplica
Para el desarrollo adecuado del curso el estudiante debe tener la capacidad de:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar nuevas ideas y plasmarlas en un escrito</li> <li>• Adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Comprometarse éticamente</li> <li>• Seguir instrucciones</li> </ul>	Para el desarrollo adecuado del curso el estudiante debe adquirir la capacidad de:	

DESCRIPCIÓN DEL CURSO		
El curso de Química General I pertenece al subcampo de formación científica dentro del campo básico o de fundamentación del plan de estudio de los programas de Ingeniería: Química, Industrial, Producción Agroindustrial, Civil y Mecánica y el programa de Educación Licenciatura en Ciencias Naturales. El curso tiene como propósito alcanzar los conocimientos, habilidades y destrezas sobre materia y energía; propiedades, interacciones y transformaciones; logrando la comprensión cualitativa de los principios químicos que le permitan interpretar situaciones problemáticas, argumentar y proponer soluciones a las mismas, en el contexto de su profesión, promoviendo el desarrollo de competencias relacionadas con aplicación de conocimiento, resolución de problemas, trabajo en equipo e innovación.		
COMPETENCIAS		
El curso de Química General I contribuye en el desarrollo de las siguientes competencias:		
Competencia	Nivel	Descripción
1. Identificar, formular y resolver problemas ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias y matemáticas.	Introducción	El estudiante resuelve problemas, aplicando conocimientos de química general, formulando estrategias para resolverlos usando técnicas y herramientas apropiadas, identificando variables y algunas restricciones y reportando la respuesta con significancia y aproximación.
3. Trabajar efectivamente en un equipo cuyos miembros de manera conjunta demuestran liderazgo, se cree un ambiente colaborativo e inclusivo, se establecen metas, se planifiquen actividades, y se alcancen objetivos.	Introducción	El estudiante trabaja efectivamente dentro de un grupo de compañeros de diferentes disciplinas, recopilando información de calidad, cumpliendo con las funciones de su rol en el equipo, participando de forma activa, escuchando y aportando.
11. Actuar con espíritu innovador, emprendedor y creativo en la solución de problemas.	Introducción	El estudiante propone alternativas innovadoras en situaciones básicas del contexto formativo, que evidencian el aprendizaje de conceptos químicos.

RESULTADOS PREVISTOS DE APRENDIZAJE		
Al finalizar la asignatura el estudiante será capaz de:		
1.1.	Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas.	
5.1.	Trabajar efectivamente en equipo, en el desarrollo de un proyecto de aprendizaje experiencial que incorpora los resultados previos de aprendizaje desarrollados en la asignatura.	
11.1.	Proponer una alternativa innovadora a una situación básica del contenido formativo, que evidencie la apropiación de conceptos de química básica.	
EJES TEMÁTICOS		
1.	Medición: magnitudes, conversión, densidad, porcentajes, precisión y exactitud.	
2.	Conceptos Químicos: materia, átomo y periodicidad.	
3.	Lenguaje Químico: moléculas, compuestos, formulas, nomenclatura y reactividad.	
4.	Interacción Química: enlace y fuerzas moleculares.	
5.	Estados de la Materia: sólidos, gases y líquidos.	
6.	Soluciones: soluciones, propiedades ácido-base y propiedades coligativas.	
7.	Introducción a la Termoquímica: energía, calor, cambios de estado, entalpía, calorimetría.	
CONTENIDO DETALLADO		
Eje Temático	Tema	Contenido Detallado
	Introducción	Presentación de la asignatura, desarrollo del curso, porcentajes, metodología, reglas. Medir (qué, cómo, para qué, tipos, formas), unidades y magnitudes fundamentales y derivadas, múltiplos y submúltiplos, sistemas de medida (reglas, internacionales), cifras significativas, reglas de aproximación, notación científica, factores de conversión, análisis dimensional, precisión y exactitud. Densidad, porcentajes, temperatura (construcción de escalas), resolución de ejercicios en contexto interdisciplinar.
	Medición	
	Generalidades de Química	Clasificación de la materia (sustancias puras y mezclas), propiedades, cambios y estado de la materia, técnicas de separación de mezclas.

DESCRIPCIÓN DEL CURSO		
El curso de Química General I pertenece al subcampo de formación científica dentro del campo básico o de fundamentación del plan de estudio de los programas de Ingeniería: Química, Industrial, Producción Agroindustrial, Civil y Mecánica y el programa de Educación Licenciatura en Ciencias Naturales. El curso tiene como propósito alcanzar los conocimientos, habilidades y destrezas sobre materia y energía; propiedades, interacciones y transformaciones; logrando la comprensión cualitativa de los principios químicos que le permitan interpretar situaciones problemáticas, argumentar y proponer soluciones a las mismas, en el contexto de su profesión, promoviendo el desarrollo de competencias relacionadas con aplicación de conocimiento, resolución de problemas, trabajo en equipo e innovación.		
COMPETENCIAS		
El curso de Química General I contribuye en el desarrollo de las siguientes competencias:		
Competencia	Nivel	Descripción
1. Identificar, formular y resolver problemas ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias y matemáticas.	Introducción	El estudiante resuelve problemas, aplicando conocimientos de química general, formulando estrategias para resolverlos usando técnicas y herramientas apropiadas, identificando variables y algunas restricciones y reportando la respuesta con significancia y aproximación.
3. Trabajar efectivamente en un equipo cuyos miembros de manera conjunta demuestran liderazgo, se cree un ambiente colaborativo e inclusivo, se establecen metas, se planifiquen actividades, y se alcancen objetivos.	Introducción	El estudiante trabaja efectivamente dentro de un grupo de compañeros de diferentes disciplinas, recopilando información de calidad, cumpliendo con las funciones de su rol en el equipo, participando de forma activa, escuchando y aportando.
11. Actuar con espíritu innovador, emprendedor y creativo en la solución de problemas.	Introducción	El estudiante propone alternativas innovadoras en situaciones básicas del contexto formativo, que evidencian el aprendizaje de conceptos químicos.

UNIVERSIDAD DE LA SABANA DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS SYLLABUS DE QUÍMICA GENERAL I		
Estados de la Materia	Fuerzas Intermoleculares	Fuerzas intermoleculares: Fuerzas de dispersión de London, dipolo-dipolo, puente de hidrógeno, puentes metálicos, redes covalentes, redes iónicas. Relación de las fuerzas con las propiedades físicas de las sustancias.
	Gases	Teoría Cinética molecular de los gases. Leyes de los gases: Boyle, Charles, Gay Lussac, Avogadro, combinada, Dalton. Ecuación de estado de los gases ideales. Ley de Graham. Diferencias entre gases reales y gases ideales.
	Líquidos	Teoría cinética molecular de los líquidos. Propiedades de los líquidos (viscosidad, tensión superficial, presión de vapor, ebullición). Ecuación de Clausius-Clapeyron.
Introducción a la Termodinámica	Energía	Formas y transformaciones de energía. Química verde y energías alternativas.
	Conceptos Termodinámicos Calorimetría	Temperatura, entalpía y calor. Diagramas de fases. Calor específico, curvas de calentamiento y enfriamiento.
Soluciones	Soluciones	Tipos de soluciones, clasificación de las soluciones, solubilidad. Formas de expresar la concentración de las soluciones (molaridad, molaridad, normalidad, fracción molar, porcentajes, partes por millón). Diferencias.
	Propiedades Ácido - Base	Formación de electrolitos, indicadores ácido-base, conceptos de pH, escala de pH y pOH, ácidos y bases fuertes. Ácidos y bases débiles, aplicación de Ka y Kb.
	Propiedades Coligativas	Diferencias de las propiedades coligativas. Aumento en el punto de ebullición, disminución del punto de congelación, presión de vapor y presión osmótica.
<b>ACTIVIDADES DE AFRENDAZAJE</b> Química General I se desarrolla a través de actividades que promueven la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes con un acompañamiento permanente y progresivo por parte del profesor. El método de evaluación comprende un proceso		

UNIVERSIDAD DE LA SABANA DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS SYLLABUS DE QUÍMICA GENERAL I	
<p>continuo mediante la aplicación de actividades como talleres, problemas en contexto, quices, parciales, mapas conceptuales, entre otros, los cuales tienen como finalidad establecer el grado de apropiación de conocimiento y el desarrollo de las habilidades y destrezas relacionadas con las competencias que adquieren los estudiantes durante ese curso.</p> <p>En Química General I los estudiantes tienen a su disposición tres espacios, el primero corresponde al tiempo presencial en el que el profesor implementa estrategias didácticas propias de su quehacer y que buscan el desarrollo de las competencias, presentado temáticas, resolviendo ejercicios en contexto y aplicando estrategias de aprendizaje experiencial. El segundo espacio representa el trabajo independiente, tiempo en el que el estudiante desarrolla actividades para la apropiación de los saberes mediante la resolución de problemas en contexto, talleres o pruebas diseñadas por el profesor que sirven no solo como instrumentos de aprendizaje sino también como evidencias de evaluación del proceso formativo. Por último, el espacio de refuerzo, tiempo extra clase en el que el estudiante puede acudir a monitores o tutorías, las primeras desarrolladas por estudiantes de semestres superiores, que adquieren las competencias de la asignatura y que además tienen facilidad para transmitirlos, en las que se aclaran dudas, resuelven problemas contextualizados y se refuerzan temáticas, facilitando el desarrollo de las competencias; las tutorías son horas de atención que disponen los profesores que imparten la asignatura, diferentes a las horas presenciales, en las que los estudiantes pueden aclarar dudas.</p>	
<b>ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN</b> Química General I se evalúa de manera formativa, en la que se reconoce el proceso que adelanta cada estudiante, recogiendo evidencias que son usadas por los profesores para realizar una retroalimentación continua a los estudiantes, la cual les permite incidir de manera positiva sobre el proceso formativo. Dentro de la evaluación formativa se utiliza la rúbrica, una herramienta que permite evaluar de manera objetiva, rápida y de calidad, en la que se definen criterios de desempeño y se establece de manera clara las habilidades y destrezas que el estudiante debe demostrar respecto a un tema, permitiendo evaluar el desarrollo de las competencias. Las rúbricas se establecen de acuerdo con los resultados previstos de aprendizaje y se les dan a conocer a los estudiantes antes de aplicar las pruebas de evaluación, evocando la transparencia en el proceso.	
Por otro lado, la evaluación se convierte en una oportunidad para promover el desarrollo de competencias blandas como la ética y el trabajo en equipo, de manera que durante el semestre se penaliza aquellas acciones que pongan en entredicho la ética de los estudiantes, como el plagio, las cuales son sancionadas acorde al reglamento estudiantil.	

UNIVERSIDAD DE LA SABANA DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS SYLLABUS DE QUÍMICA GENERAL I			
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>			
Chang, R., & Goldsby, K. A. (2017). <i>General chemistry: The essential concepts</i> (12th Edition). New York: McGraw Hill.			
Whitem, K., Davis, R., Peck, L., & Stanley, G. (2017). <i>Chemistry</i> (10th edición). Boston: Cengage.			
Brown, T. L., Bursten, B. E., Murphy C.J, Lemay H.E. & Woodward P.M. (2014). <i>Química: la ciencia central</i> (12ª edición). Pearson: Prentice Hall.			
<b>GESTIÓN DE CALIDAD DE DOCUMENTACIÓN</b>			
Código	FF-DPOU-21102-2020-SYLL	Elaborado por	Solima Paola Vera Mouroy
Estado	Aprobado	Versión	1.0
Revisado por	Manuel Fernando Valero	Fecha	24/08/2020
Aprobado por	Yessie Lin Chacon Lee	Fecha	02/07/2020

Fuente: Universidad de La Sabana, Departamento de Procesos Químicos y Biotecnológicos.

Seguidamente, se extraen los principales elementos que configuran la coherencia curricular, los cuales se encuentran descritos en el syllabus: en la tabla 5.13, las competencias; en la tabla 5.14, los RPA; en la tabla 5.15, la experiencia de aprendizaje y en la 5.16, la rúbrica.

## Competencias

Las competencias asignadas para la asignatura Química General I fueron las 1, 5 y 11, la asignación que se realizó de competencias tuvo la premisa de que todos los cursos respondieran mínimo con una competencia cognitiva y una socioafectiva, en este caso resolución de problemas y trabajo en equipo, respectivamente (tabla 5.13).

TABLA 5.13. COMPETENCIAS DESARROLLADAS  
EN EL CURSO QUÍMICA GENERAL I

El curso de Química General I contribuye al desarrollo de las siguientes competencias:		
COMPETENCIA	NIVEL	DESCRIPCIÓN
Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, las ciencias y las matemáticas.	Introducción	El estudiante resuelve problemas, aplicando conocimientos de química general, formulando estrategias para solucionarlos usando técnicas y herramientas apropiadas, identificando variables y algunas restricciones, y reportando la respuesta con significancia y aproximación.
5. Trabajar efectivamente en un equipo cuyos miembros de manera conjunta demuestren liderazgo, se cree un ambiente colaborativo e inclusivo, se establezcan metas, se planifiquen actividades y se alcancen objetivos.	Introducción	El estudiante trabaja efectivamente dentro de un grupo de compañeros de diferentes disciplinas, recopilando información de calidad, cumpliendo con las funciones de su rol en el equipo, participando de forma activa, escuchando y aportando.
11. Actuar con espíritu innovador, emprendedor y creativo en la solución de problemas.	Introducción	El estudiante propone alternativas innovadoras en situaciones básicas del contexto formativo, que evidencian el aprendizaje de conceptos químicos.

Fuente: elaboración propia.

## Capítulo 6. Resultados previstos de aprendizaje

Los resultados previstos de aprendizaje están numerados como 1.1, 5.1 y 11.1, teniendo en cuenta que responden a las competencias 1, 5 y 11, respectivamente, es importante evidenciar que la asignatura Química General I ha declarado un solo RPA por cada competencia, pero, si el diseño curricular requiere más resultados, estos serían numerados en orden ascendente iniciando con el número de la competencia (tabla 6.1).

TABLA 6.1. RESULTADOS PREVISTOS DE APRENDIZAJE DEL CURSO QUÍMICA GENERAL I

AL FINALIZAR LA ASIGNATURA EL ESTUDIANTE SERÁ CAPAZ DE:
Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas. 5.1. Trabajar efectivamente en equipo, en el desarrollo de un proyecto de aprendizaje experiencial que incorpora los resultados previstos de aprendizaje desarrollados en la asignatura. 11.1. Proponer una alternativa innovadora para una situación básica del contexto formativo, que evidencie la apropiación de conceptos de química básica.

76



Fuente: elaboración propia.

### Estrategia de aprendizaje

En la asignatura Química General I se propusieron dos estrategias de aprendizaje experiencial. Por un lado, un trabajo enmarcado en el ABP (ver página 46), para desarrollar la competencia 1, en donde los estudiantes deben generar una solución a un problema relacionado con el contexto de su formación disciplinar (figura 6.1). Por otro lado, una experiencia basada en el ABR (ver página 47), para las

competencias 5 y 11, en donde los estudiantes deben presentar una solución a un reto que busca aportar a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (tabla 6.2).

FIGURA 6.1. ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL

 DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE QUÍMICA GENERAL I		 FACULTAD DE INGENIERÍA
<b>Título</b>	ECA - Evaluación de competencias adquiridas	
<b>Competencia</b>	1. Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias y matemáticas.	
<b>RPA</b>	1.1. Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas.	
<b>Estrategia</b>	Estudio de caso	
<b>Descripción de la actividad</b>	Se diseña un caso de estudio enmarcado en un contexto disciplinar, para cada estudiante, el cuál debe ser resuelto de forma individual y utilizando todas las herramientas académicas y multimedia disponibles.	
<b>Metodología</b>	Durante el corte cada estudiante debe buscar ciertas características de un compuesto químico relacionado con los ODS (objetivos de desarrollo sostenible), información que compartirá a través de una base de información.	
	Usando la información consultada, se diseña un caso de estudio en el que el estudiante debe aplicar las leyes químicas para resolverlo.	
	La solución debe ser consignada en un documento a manera de presentación que se usa como apoyo para realizar un video corto en el que se debe explicar claramente la forma en la que se solucionó el caso de estudio.	
<b>Tiempo de desarrollo</b>	Los estudiantes tienen 24 h para resolver el caso de estudio.	
<b>Recursos</b>	Bases de datos para consultar información, dispositivos electrónicos y software multimedia.	

Fuente: Universidad de La Sabana, Departamento de Procesos Químicos y Biotecnológicos.

TABLA 6.2. EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE DESARROLLADAS EN EL CURSO QUÍMICA GENERAL I

TÍTULO	EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS ADQUIRIDAS (ECA)	BECHALLENGE: UN RETO PARA TRABAJAR JUNTOS E INNOVAR
Competencia	i. Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, las ciencias y las matemáticas.	5. Trabajar efectivamente en un equipo cuyos miembros, de manera conjunta, demuestren liderazgo, se cree un ambiente colaborativo e inclusivo, se establezcan metas, se planifiquen actividades y se alcancen objetivos. II. Actuar con espíritu innovador, emprendedor y creativo en la solución de problemas.
RPA	i.i. Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas.	5.i. Trabajar efectivamente en equipo, en el desarrollo de un proyecto de aprendizaje experiencial que incorpore los resultados previstos de aprendizaje desarrollados en la asignatura. II.i. Proponer una alternativa innovadora a una situación básica del contexto formativo, que evidencie la apropiación de conceptos de química básica.
Estrategia	Estudio de caso	Aprendizaje basado en retos
Descripción de la actividad	Para cada estudiante se diseña un caso de estudio enmarcado en un contexto disciplinar, el cual debe ser resuelto de forma individual y utilizando todas las herramientas académicas y multimedia disponibles.	Se propone un reto que deben resolver los estudiantes en equipo, en el que deben aplicar los conocimientos adquiridos en la asignatura, proponiendo soluciones innovadoras.

TÍTULO	EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS ADQUIRIDAS (ECA)	BECHALLENGE: UN RETO PARA TRABAJAR JUNTOS E INNOVAR
Metodología	<p>Durante el corte cada estudiante debe buscar ciertas características de un compuesto químico relacionado con los ODS, información que compartirá a través de una base de datos.</p> <p>Usando la información consultada, se diseña un caso de estudio en el que el estudiante debe aplicar las leyes químicas para resolverlo. La solución debe ser consignada en un documento a manera de presentación, que se usa como apoyo para realizar un video corto en el que se debe explicar claramente la forma en la que se solucionó el caso de estudio.</p>	<p>Iniciando el semestre, en la clase de sensibilización se presenta el reto a los estudiantes (que deberán desarrollar en equipos, creados aleatoriamente), se establecen las reglas y se entrega un documento en el que se especifican las actividades que se deben relacionar en siete fases. Como soporte se utiliza la plataforma BeChallenge y canales de MS Teams</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase 1. Descubrimiento: reconocer la dinámica del trabajo y establecer nombre, eslogan y logo.</li> <li>• Fase 2. Ideación: proponer ideas de solución.</li> <li>• Fase 3. Solución inicial: proponer una solución al reto.</li> <li>• Fase 4. Retroalimentación: realizar una evaluación parcial de la solución.</li> <li>• Fase 5. Solución parcial: proponer una solución ajustada.</li> <li>• Fase 6. Solución final: entrega final del reto.</li> <li>• Fase 7. Evaluación: evaluar el trabajo realizado por los pares.</li> </ul>
Tiempo de desarrollo	Los estudiantes tienen 24 h para resolver el caso de estudio, finalizando cada uno de los cortes.	10 semanas

TÍTULO	EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS ADQUIRIDAS (ECA)	BECHALLENGE: UN RETO PARA TRABAJAR JUNTOS E INNOVAR
Recursos	Bases de datos para consultar información, dispositivos electrónicos y <i>software</i> multimedia.	Plataforma BeChallenge, MS Teams, dispositivos electrónicos, formatos de consignación de actividades.
Evaluación	Se realizará un proceso de heteroevaluación usando rúbrica.	Se realiza auto, co y heteroevaluación, usando rúbrica.
Evidencias	Se recogerá el documento en el que se consigna la solución del problema y el video con la explicación.	En cada fase los estudiantes deben entregar diferentes actividades y formatos según la asignación a su equipo y el video de presentación de la solución del reto.

Fuente: elaboración propia.

## Rúbrica de evaluación

La rúbrica de Química General I (figura 6.2 y tabla 6.3) muestra los indicadores que se redactaron para cada RPA, los cuales responden a las diferentes competencias del curso. La cantidad de indicadores depende del gestor que diseña el documento. Los indicadores de la rúbrica se numeran en orden ascendente con el fin de facilitar la retroalimentación con los estudiantes dentro de los procesos de evaluación formativa.



FIGURA 6.2. RÚBRICA DE EVALUACIÓN ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL I



DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS  
RÚBRICA DE EVALUACIÓN QUÍMICA GENERAL I

COMPETENCIA	RPA	INDICADOR
1. Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias y matemáticas.	1.1. Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas.	1. Resolver problemas disciplinares, aplicando las leyes de la química
1. Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias y matemáticas.	1.1. Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas.	2. Resolver problemas disciplinares aplicando los conceptos químicos
5. Trabajar efectivamente en un equipo cuyos miembros de manera conjunta demuestren liderazgo, se cree un ambiente colaborativo e inclusive, se establezcan metas, se planifiquen actividades, y se alcancen objetivos.	5.1. Trabajar efectivamente en equipo, en el desarrollo de un proyecto de aprendizaje experiencial que incorpora los resultados previstos de aprendizaje desarrollados en la asignatura.	3. Cooperar efectiva y empáticamente en el desarrollo de un proyecto de ABP.
11. Actuar con espíritu innovador, emprendedor y creativo en la solución de problemas.	11.1. Proponer una alternativa innovadora a una situación básica del contexto formativo, que evidencie la apropiación de conceptos de química básica.	4. Proponer una alternativa innovadora a una situación básica del contexto formativo, que evidencie la apropiación de conceptos de química básica.

NOVATO	APRENDIZ	BUENO	EXPERTO
20%	50%	80%	100%
Identifica algunas de las variables del problema disciplinar.	Propone una estrategia de solución del problema disciplinar, basado en los conceptos de las leyes de la química.	Resuelve problemas disciplinares correctamente, aplicando las leyes de la química.	Resuelve problemas disciplinares correctamente, aplicando las leyes de la química, expresando el resultado con la significancia y aproximación correcta.
Identifica algunos de los conceptos químicos relacionados con el problema disciplinar.	Propone una estrategia de solución basada en los conceptos químicos.	Resuelve problemas disciplinares aplicando los conceptos químicos.	Resuelve problemas disciplinares correctamente aplicando adecuadamente los conocimientos y las propiedades químicas.
Realiza algunas tareas aisladas.	Participa en las actividades relacionadas con el proyecto de curso.	Coopera con en el desarrollo de las actividades relacionadas con el proyecto de curso, propendiendo por el logro de los resultados.	Coopera efectiva y empáticamente con el desarrollo de las actividades relacionadas con el proyecto de curso, propendiendo por el logro de los resultados.
Presenta ideas sobre el tema.	Realiza un prototipo ya existente sobre el contexto.	Propone una alternativa creativa a una situación del contexto, evidenciando la apropiación de conceptos.	Propone una alternativa innovadora y creativa a una situación del contexto, evidenciando la apropiación de conceptos básicos.

Fuente: Universidad de La Sabana, Departamento de Procesos Químicos y Biotecnológicos.

TABLA 6.3. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DEL CURSO QUÍMICA GENERAL I

COMPETENCIA	RPA	INDICADOR	NOVATO	APRENDIZ	BUENO	EXPERTO
1. Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, las ciencias y las matemáticas.	1.1. Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas.	1. Resolver problemas disciplinares, aplicando las leyes de la química.	Identifica algunas de las variables del problema disciplinar.	Propone una estrategia de solución del problema disciplinar, basado en los conceptos de las leyes de la química.	Resuelve problemas disciplinares correctamente, aplicando las leyes de la química.	Resuelve problemas disciplinares correctamente, aplicando las leyes de la química, expresando el resultado con la significancia y aproximación correctas.
1. Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, las ciencias y las matemáticas.	1.1. Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas.	2. Resolver problemas disciplinares aplicando los conceptos químicos.	Identifica algunos de los conceptos químicos relacionados con el problema disciplinar.	Propone una estrategia de solución basada en los conceptos químicos.	Resuelve problemas disciplinares aplicando los conceptos químicos.	Resuelve problemas disciplinares aplicando adecuadamente los conocimientos y las propiedades químicas.

COMPETENCIA	RPA	INDICADOR	NOVATO	APRENDIZ	BUENO	EXPERTO
5. Trabajar efectivamente en un equipo cuyos miembros, de manera conjunta, demuestren liderazgo, se cree un ambiente colaborativo e inclusivo, se establezcan metas, se planifiquen actividades y se alcancen objetivos.	5.1. Trabajar efectivamente en equipo, en el desarrollo de un proyecto de aprendizaje experiencial que incorpora los resultados previstos de aprendizaje desarrollados en la asignatura.	3. Cooperar efectiva y empáticamente en el desarrollo de un proyecto de ABP.	Realiza algunas tareas aisladas.	Participa en las actividades relacionadas con el proyecto de curso.	Coopera con el desarrollo de las actividades relacionadas con el proyecto de curso, propendiendo por el logro de los resultados.	Coopera efectiva y empáticamente con el desarrollo de las actividades relacionadas con el proyecto de curso, propendiendo por el logro de los resultados.
II. Actuar con espíritu innovador, emprendedor y creativo en la solución de problemas.	II.1. Proponer una alternativa innovadora a una situación básica del contexto formativo, que evidencie la apropiación de conceptos de química básica.	4. Proponer una alternativa innovadora a una situación básica del contexto formativo, que evidencie la apropiación de conceptos de química básica.	Presenta ideas sobre el tema.	Realiza un prototipo ya existente sobre el contexto.	Propone una alternativa creativa a una situación del contexto, evidenciando la apropiación de conceptos.	Propone una alternativa innovadora y creativa a una situación del contexto, evidenciando la apropiación de conceptos básicos.

Fuente: elaboración propia.

## Capítulo 7. Aplicación de lo aprendido

Habiendo definido una ruta en la que los profesores del departamento de procesos químicos y biotecnológicos vivieron el currículo interiorizándolo, apropiándolo y aplicándolo, se ideó un reto final en el que se evaluó la reproducibilidad de la ruta en un ambiente de aprendizaje diferente. Para ello, se trabajó con la maestría en Educación, en el núcleo problémico denominado Praxis Educativa. El programa es ofertado por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), con registro calificado vigente de noviembre de 2019 a noviembre 2026; tiene cobertura nacional, modalidad a distancia y metodología virtual, con 45 créditos académicos, 15 cursos y un promedio de estudiantes por periodo académico de 120.

El núcleo Praxis Educativa pretende “Fortalecer espacios académicos que promuevan la construcción de conocimiento que incentiven la apropiación de los saberes fundantes de la educación y la investigación educativa desde el marco de la Educación para todos” (UNAD, 2018), se configura con la articulación de 10 cursos con 28 créditos, en los cuales se abordan temáticas como: *calidad educativa, didáctica, currículo, evaluación e investigación*, en la tabla 8.2 se relacionan los cursos, el semestre y los créditos.

84 Para iniciar el ejercicio con el núcleo Praxis Educativa, se redactaron las competencias del programa en consonancia con las competencias propuestas para el programa de posgrado en Educación, la revisión de las declaradas en la formación inicial de maestros en el ámbito internacional por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), junto con las propuestas en los documentos de política pública formulados por el MEN, que incluyen las competencias transversales fundamentales y estructurantes del conocimiento profesional del profesor: *enseñar en función de la enseñabilidad, formar en función de la educabilidad y evaluar*, resaltando la necesidad de implementar mejoras en los procesos (Ministerio de Educación Nacional, 2013a).

Las competencias que se proponen declarar para la maestría en Educación se relacionan en la tabla 7.1, igualmente se presenta la definición de cada una de ellas.

TABLA 7.1. COMPETENCIAS DE LA MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

Resolución de Problemas	Identificar, formular y resolver problemas en educación, lo que implica abordar realidades dentro y fuera del aula correspondientes a la investigación educativa e investigación sobre educación, mediante la aplicación de principios pedagógicos, sociológicos y psicológicos.
Diseño	Aplicar los principios de educación para todos y generar soluciones que respondan a la consolidación de ambientes de aprendizaje, estrategias pedagógico-didácticas, estrategias de aprendizaje, estrategias metacognitivas y metodologías de evaluación que permitan el logro de las competencias planteadas en los procesos de formación, resignificando sus prácticas profesionales.
Comunicación	Comunicarse asertivamente con todos los actores educativos.
Ética	Asumir con responsabilidad ética las situaciones del contexto para tomar decisiones que no vulneren los derechos de los actores educativos.
Trabajo en equipo	Trabajar en equipo para empoderar a las comunidades en diversos contextos generando ambientes cooperativos e inclusivos para el logro de los propósitos de formación o transformación.
Experimentación	Analizar información cualitativa y cuantitativa para presentar datos e interpretarlos adecuadamente, tomado decisiones y conclusiones pertinentes en un contexto determinado.
Nuevo conocimiento	Construir conocimiento con base en el análisis de las posturas epistemológicas a través de estrategias de aprendizaje de manera autónoma en diversos contextos.

Investigación	Liderar investigaciones que involucren la implementación de teorías de aprendizaje y evaluación en contextos diversos.
Segunda lengua	Comunicarse efectivamente en segunda lengua con suficiencia oral y escrita.
Gestión	Gestionar de manera eficiente y eficaz recursos para el logro de los objetivos en una comunidad.
Innovación	Transformar contextos a través de la innovación y el emprendimiento para proponer soluciones a diversas situaciones problema.
Pensamiento crítico	Argumentar las decisiones para plantear políticas educativas, diseñar ambientes y estrategias que contribuyan al aprendizaje significativo.

Fuente: elaboración propia.

Después de declarar las competencias y su definición se establecieron los niveles de desarrollo a lo largo del programa, en dos niveles: *perfeccionamiento* y *experticia*, niveles de mayor categoría que los establecidos en pregrado: *introducción*, *refuerzo* y *énfasis*, entendiendo que los estudiantes que ingresan a un posgrado ya han trabajado en el desarrollo de las competencias.

El siguiente paso consistió en construir una matriz en la que se relacionan las competencias y el nivel que se espera para cada uno de los cursos asociados al núcleo Praxis Educativa (tabla 7.2), para ello se tuvieron en cuenta el syllabus de los cursos y la planeación que los profesores coordinadores tenían de estos.

TABLA 7.2. MATRIZ DE COMPETENCIAS DEL NÚCLEO PRAXIS EDUCATIVA

MATRIZ DE COMPETENCIAS															
No.	Créditos	Semestre	Asignatura	Resolución de Problemas	Diseño	Comunicación	Responsabilidad Ética	Trabajo en Equipo	Experimentación	Nuevo Conocimiento	Investigación	Segunda Lengua	Gestión	Innovación	Pensamiento Crítico
1	2	I	Calidad, equidad e inclusión	PERFECCIONAMIENTO				PERFECCIONAMIENTO	PERFECCIONAMIENTO						
2	3	I	Seminario permanente de educación para todos	PERFECCIONAMIENTO	PERFECCIONAMIENTO	PERFECCIONAMIENTO									
3	2	I	Seminario Educación y Pedagogía							PERFECCIONAMIENTO			PERFECCIONAMIENTO		
4	3	I	Seminario de Investigación en Educación I				PERFECCIONAMIENTO				PERFECCIONAMIENTO				PERFECCIONAMIENTO
5	3	I	Didáctica	PERFECCIONAMIENTO					PERFECCIONAMIENTO						PERFECCIONAMIENTO
6	3	2	Currículo e Innovación		PERFECCIONAMIENTO	EXPERTICIA								PERFECCIONAMIENTO	
7	3	2	Seminario de Investigación en Educación II				PERFECCIONAMIENTO				PERFECCIONAMIENTO				EXPERTICIA
8	3	2	Evaluación	EXPERTICIA	EXPERTICIA		EXPERTICIA								
9	3	3	Seminario de Investigación en Educación III				EXPERTICIA		EXPERTICIA		EXPERTICIA				
10	3	4	Seminario de Investigación en Educación IV					EXPERTICIA		EXPERTICIA				EXPERTICIA	



PERFECCIONAMIENTO



EXPERTICIA

Fuente: elaboración propia.

Después de construir la matriz de competencias, se relacionaron las acciones que corresponderían a los niveles de *perfeccionamiento* y *experticia*, con el fin de generar una guía para los profesores en el momento de redactar sus resultados de aprendizaje (RA), en la tabla 7.3 se pormenorizan los verbos.

TABLA 7.3. VERBOS RELACIONADOS CON LOS NIVELES DE LAS COMPETENCIAS

COMPETENCIA	VERBOS	
	PERFECCIONAMIENTO	EXPERTICIA
Resolución de problemas	Elaborar, enunciar, proponer, resolver, argumentar, valorar, justificar	Crear, decidir, debatir, juzgar, concluir
Diseño	Proponer, plantear, construir, desarrollar, producir, preparar	Validar, transformar, recomendar
Comunicación efectiva	Proponer, producir, hilar	Argumentar, secuenciar, categorizar
Responsabilidad ética	Caracterizar, elegir, proponer	Justificar, negociar, juzgar, discriminar
Trabajo en equipo	Rolear, discriminar, cautivar, acordar	Consensuar, validar, sugestionar
Experimentación	Diferenciar, explicar, explicitar, planificar, proyectar, organizar	Decidir, implementar, concluir, verificar, juzgar
Nuevo conocimiento	Proponer, intervenir, apropiar	Polemizar, elaborar, defender, argumentar
Investigación	Plantear, presentar, proponer	Implementar, ejecutar, desarrollar, optimizar, validar, perfeccionar
Segunda lengua	Comprender, leer	Comunicar, hablar
Gestión de proyectos	Diseñar, tramitar, intervenir, divulgar	Implementar, evidenciar, perfeccionar
Innovación	Crear, diseñar, construir, proponer	Transformar, modelar
Pensamiento crítico	Argumentar, dialogar	Evidenciar, defender, juzgar



Posteriormente, se procedió a redactar los RA de cada uno de los cursos, los cuales fueron diseñados teniendo en cuenta la competencia y el nivel de desarrollo al que corresponden (tabla 7.4).

TABLA 7.4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE PARA LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

RESULTADOS DE APRENDIZAJE NÚCLEO PRAXIS EDUCATIVA			
ASIGNATURA	COMPETENCIA	DEFINICIÓN	RA PROPUESTOS
Didáctica	Resolución de Problemas-Perfeccionamiento	Identificar, formular y resolver problemas en educación, lo que implica abordar realidades dentro y fuera del aula, correspondientes a la investigación educativa e investigación sobre educación, mediante la aplicación de principios pedagógicos, sociológicos y psicológicos.	Resolver una problemática de aprendizaje, diseñando una propuesta con base en los fundamentos de la didáctica y los lineamientos del sistema educativo.
	Experimentación-Perfeccionamiento	Analizar información cualitativa y cuantitativa para presentar datos e interpretarlos adecuadamente, tomado decisiones y conclusiones pertinentes en un contexto determinado.	Diferenciar el objeto de estudio de la pedagogía, didáctica y la educación, reconociendo los fundamentos epistemológicos y metodológicos, revisando su evolución histórica.
	Pensamiento Crítico-Perfeccionamiento	Argumentar las decisiones para plantear políticas educativas, diseñar ambientes y estrategias que contribuyan al aprendizaje significativo.	Argumentar críticamente sobre la incidencia de la didáctica general y específica en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reconociendo el objeto de estudio de cada una de ellas para los diferentes niveles de educación.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE NÚCLEO PRAXIS EDUCATIVA

ASIGNATURA	COMPETENCIA	DEFINICIÓN	RA PROPUESTOS
Calidad, equidad e inclusión	Resolución de Problemas-Perfeccionamiento	Identificar, formular y resolver problemas en educación, lo que implica abordar realidades dentro y fuera del aula correspondientes a la investigación educativa e investigación sobre educación, mediante la aplicación de principios pedagógicos, sociológicos y psicológicos.	Proponer una solución para una problemática social, involucrando las categorías de calidad, equidad e inclusión.
	Comunicación-Perfeccionamiento	Comunicarse asertivamente con todos los actores educativos.	Producir documentos académicos siguiendo las normas de escritura, con fundamentación epistemológica sobre la calidad en los contextos contemporáneos de diversidad cultural.
	Trabajo en equipo-Perfeccionamiento	Trabajar en equipo para empoderar a las comunidades en diversos contextos para generar ambientes cooperativos e inclusivos para el logro de los propósitos de formación o transformación.	Acordar las categorías sobre equidad e inclusión que aportan a la formación teórica e investigativa, discriminando los argumentos expuestos por los integrantes de grupo de trabajo colaborativo.
Seminario de Educación y Pedagogía	Nuevo conocimiento	Construir conocimiento con base en el análisis de las posturas epistemológicas a través de estrategias de aprendizaje de manera autónoma en diversos contextos.	Apropiar el conocimiento sobre una problemática educativa-pedagógica consultando en diferentes fuentes, sintetizando información en fichas, mapas, diagramas causa-efecto y ensayos, utilizando diferentes herramientas tecnológicas.
	Gestión	Gestionar de manera eficiente y eficaz recursos para el logro de los objetivos en una comunidad.	Divulgar una entrevista a experto, diseñando un protocolo, definiendo la técnica y seleccionando las categorías de análisis.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE NÚCLEO PRAXIS EDUCATIVA			
ASIGNATURA	COMPETENCIA	DEFINICIÓN	RA PROPUESTOS
Evaluación	Resolución de problemas-Experticia	Identificar, formular y resolver problemas en educación, lo que implica abordar realidades dentro y fuera del aula correspondientes a la investigación educativa e investigación sobre educación, mediante la aplicación de principios pedagógicos, sociológicos y psicológicos.	Debatir la solución de un problema relacionado con el conectivismo, aplicando la metodología de aprendizaje cooperativo y usando la técnica de estudio de caso.
	Diseño - experticia	Aplicar los principios de educación para todos, a fin de generar soluciones que respondan a la consolidación de ambientes de aprendizaje, estrategias pedagógico-didácticas, estrategias de aprendizaje, estrategias metacognitivas y metodologías de evaluación que permitan el logro de las competencias planteadas en los procesos de formación, resignificando sus prácticas profesionales.	Validar una propuesta y rúbrica para la evaluación de mapas conceptuales construidos a partir de una metodología innovadora, por medio del trabajo cooperativo.
	Ética-Experticia	Asumir con responsabilidad ética las situaciones del contexto para tomar decisiones que no vulneren los derechos de los actores educativos.	Negociar una postura pedagógica sobre la evaluación en la sociedad del conocimiento, asumiendo roles y respetando las diferencias.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE NÚCLEO PRAXIS EDUCATIVA

ASIGNATURA	COMPETENCIA	DEFINICIÓN	RA PROPUESTOS
Currículo e Innovación Comunicación- Experticia Innovación- Perfeccionamiento	Diseño-Perfeccionamiento	Aplicar los principios de educación para todos, generando soluciones que respondan a la consolidación de ambientes de aprendizaje, estrategias pedagógico-didácticas, estrategias de aprendizaje, estrategias metacognitivas y metodologías de evaluación que permitan el logro de las competencias planteadas en los procesos de formación, resignificando sus prácticas profesionales.	Explicitar las tendencias epistemológicas y corrientes de pensamiento alrededor del currículo y la innovación el contexto educativo, resignificando la práctica educativa.
	Comunicarse asertivamente con todos los actores educativos.	Argumentar saberes acerca de la relación entre currículo e innovación, elaborando un artículo científico con base en el diseño curricular planteado para el contexto institucional de la práctica profesional.	
	Transformar contextos a través de la innovación y el emprendimiento para proponer soluciones a diversas situaciones problema.	Construir una propuesta de diseño curricular de corte innovador, reflexionando sobre las necesidades del contexto institucional de la práctica profesional, a fin de contribuir a la formación de investigadores en el campo educativo.	

RESULTADOS DE APRENDIZAJE NÚCLEO PRAXIS EDUCATIVA			
ASIGNATURA	COMPETENCIA	DEFINICIÓN	RA PROPUESTOS
Seminario de Educación para Todos	Resolución de problemas-Perfeccionamiento	Identificar, formular y resolver problemas en educación, lo que implica abordar realidades dentro y fuera del aula correspondientes a la investigación educativa e investigación sobre educación, mediante la aplicación de principios pedagógicos, sociológicos y psicológicos.	Resolver una problemática en el contexto del desarrollo profesional, transfiriendo el conocimiento teórico construido a través de una lectura crítica y especializada sobre la educación como saber complejo, emancipador y autónomo en el marco de la educación para todos.
	Diseño-Perfeccionamiento	Aplicar los principios de educación para todos, generando soluciones que respondan a la consolidación de ambientes de aprendizaje, estrategias pedagógico-didácticas, estrategias de aprendizaje, estrategias metacognitivas y metodologías de evaluación que permitan el logro de las competencias planteadas en los procesos de formación, resignificando sus prácticas profesionales.	Construir una metodología educativa para resignificar la práctica profesional, reconociendo la incidencia de la sociedad del conocimiento en el proceso de aprendizaje.
	Comunicación-Perfeccionamiento	Comunicarse asertivamente con todos los actores educativos.	Producir documentos académicos sustentados en argumentos y razones, que cumplan las especificaciones de referencias y citaciones, respetando los derechos de autor.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE NÚCLEO PRAXIS EDUCATIVA			
ASIGNATURA	COMPETENCIA	DEFINICIÓN	RA PROPUESTOS
Seminario de Investigación I	Ética-Perfeccionamiento	Asumir con responsabilidad ética las situaciones del contexto para tomar decisiones que no vulneren los derechos de los actores educativos.	Proponer un tema de investigación que aporte significativamente a la solución de un problema en el contexto profesional, priorizando el bien común.
	Investigación - perfeccionamiento	Liderar investigaciones que involucren la implementación de teorías de aprendizaje y evaluación en contextos diversos.	Plantear una propuesta de investigación innovadora y de impacto, delimitando el tema, el problema, los objetivos, el estado actual, la justificación, las limitaciones y la factibilidad.
	Pensamiento crítico-Perfeccionamiento	Argumentar las decisiones para plantear políticas educativas, diseñar ambientes y estrategias que contribuyan al aprendizaje significativo.	Argumentar una postura frente a las perspectivas que históricamente han permeado los procesos educativos, analizando críticamente literatura especializada y el contexto de desarrollo profesional.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE NÚCLEO PRAXIS EDUCATIVA			
ASIGNATURA	COMPETENCIA	DEFINICIÓN	RA PROPUESTOS
Seminario de Investigación II	Ética-Perfeccionamiento	Asumir con responsabilidad ética las situaciones del contexto para tomar decisiones que no vulneren los derechos de los actores educativos.	Elegir fuentes de información fidedigna para argumentar posturas, presentándolas, siguiendo las especificaciones de citación y respetando los derechos de autor.
	Pensamiento crítico-Experticia	Argumentar las decisiones para plantear políticas educativas, diseñar ambientes y estrategias que contribuyan al aprendizaje significativo.	Defender la selección metodológica para responder a la pregunta de investigación, fundamentada en los referentes teóricos y epistemológicos.
	Investigación - perfeccionamiento	Liderar investigaciones que involucren la implementación de teorías de aprendizaje y evaluación en contextos diversos.	Proponer los aspectos metodológicos y epistemológicos que conducen a la solución de la pregunta de investigación, seleccionando el enfoque que permita su abordaje.
Seminario de Investigación III	Ética-Experticia	Asumir con responsabilidad ética las situaciones del contexto para tomar decisiones que no vulneren los derechos de los actores educativos.	Juzgar los dilemas éticos relacionados con el proyecto de investigación, construyendo una matriz de análisis de información.
	Experimentación-Experticia	Analizar información cualitativa y cuantitativa para presentar datos e interpretarlos adecuadamente, tomado decisiones y conclusiones pertinentes en un contexto determinado.	Implementar los instrumentos de investigación diseñados para recolectar la información del proyecto, en coherencia con el enfoque seleccionado, para dar respuesta a la pregunta de investigación, aplicándolos a la muestra objeto de estudio.
	Investigación-Experticia	Liderar investigaciones que involucren la implementación de teorías de aprendizaje y evaluación en contextos diversos.	Ejecutar la recolección de los datos, sistematizando y analizando la información en un <i>software</i> especializado.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE NÚCLEO PRAXIS EDUCATIVA			
ASIGNATURA	COMPETENCIA	DEFINICIÓN	RA PROPUESTOS
Seminario de Investigación IV	Nuevo conocimiento-Experticia	Construir conocimiento con base en el análisis de las posturas epistemológicas, a través de estrategias de aprendizaje de manera autónoma en diversos contextos.	Defender la construcción de nuevo conocimiento producto de la investigación, socializando a través de diversas estrategias y con criterios de pertinencia, efectividad y calidad, a fin de contribuir a la mejora de la calidad de vida de las comunidades de forma innovadora.
	Trabajo en equipo-Experticia	Trabajar en equipo para empoderar a las comunidades en diversos contextos, generando ambientes cooperativos e inclusivos para el logro de los propósitos de formación o transformación.	Validar los productos de investigación entre pares a través del debate crítico, compartiéndolos en redes de investigación de forma eficiente, aportando de manera significativa a la disciplina educativa en los ámbitos social y científico.
	Innovación-Experticia	Transformar contextos a través de la innovación y el emprendimiento para proponer soluciones a diversas situaciones problema.	Transformar realidades sociales en diferentes contextos, publicando el conocimiento científico producto de los procesos de investigación e innovación.

Fuente: elaboración propia.

El ejercicio continuó con la generación de las rúbricas de evaluación que permitirán, de manera formativa, la evaluación de los RA que responden a las competencias. Para la creación de las rúbricas se utilizaron tres niveles de desempeño, en concordancia con las políticas institucionales. En la tabla 7.5 se muestra, a manera de ejemplo, la rúbrica de evaluación para el curso Didáctica.



TABLA 7.5. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DEL CURSO DIDÁCTICA

COMPETENCIA	RPA	INDICADOR	BAJO	MEDIO	ALTO
			30 %	70 %	100%
Identificar, formular y resolver problemas en educación, lo que implica abordar realidades dentro y fuera del aula correspondientes a la investigación educativa e investigación sobre educación, mediante la aplicación de principios pedagógicos, sociológicos y psicológicos.	Resolver una problemática de aprendizaje, diseñando una propuesta con base en los fundamentos de la didáctica y los lineamientos del sistema educativo.	Resolver una problemática de aprendizaje, diseñando una propuesta con base en los fundamentos de la didáctica y los lineamientos del sistema educativo.	Diseña una propuesta parcial basada en los fundamentos de la didáctica o en los lineamientos del sistema educativo.	Resuelve una problemática de aprendizaje, diseñando una propuesta con base en los fundamentos de la didáctica o en los lineamientos del sistema educativo.	Resuelve adecuadamente una problemática de aprendizaje, diseñando una propuesta con base en todos los fundamentos de la didáctica y los lineamientos del sistema educativo.
Analizar información cualitativa y cuantitativa para presentar datos e interpretarlos adecuadamente, tomado decisiones y conclusiones pertinentes en un contexto determinado.	Diferenciar el objeto de estudio de la pedagogía, la didáctica y la educación, reconociendo los fundamentos epistemológicos y metodológicos, revisando su evolución histórica.	Diferenciar el objeto de estudio de la pedagogía, la didáctica y la educación, reconociendo los fundamentos epistemológicos y metodológicos, revisando su evolución histórica.	Diferencia el objeto de estudio de la pedagogía y la educación, reconociendo algunos de los fundamentos epistemológicos o metodológicos.	Diferencia el objeto de estudio de la pedagogía, la didáctica y la educación, reconociendo los fundamentos epistemológicos o metodológicos.	Diferencia claramente el objeto de estudio de la pedagogía, la didáctica y la educación, reconociendo los fundamentos epistemológicos y metodológicos, revisando su evolución histórica.

COMPETENCIA	RPA	INDICADOR	BAJO	MEDIO	ALTO
			30 %	70 %	100%
Argumentar las decisiones para plantear políticas educativas, diseñar ambientes y estrategias que contribuyan al aprendizaje significativo.	Argumentar críticamente sobre la incidencia de la didáctica general y específica en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reconociendo el objeto de estudio de cada una de ellas para los diferentes niveles de educación.	Argumentar sobre la incidencia de la didáctica general en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reconociendo el objeto de estudio.	Argumenta débilmente sobre la incidencia de la didáctica general en los procesos de enseñanza-aprendizaje.	Argumenta sobre la incidencia de la didáctica general en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reconociendo parcialmente el objeto de estudio.	Argumenta coherentemente sobre la incidencia de la didáctica general en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reconociendo el objeto de estudio.
Argumentar las decisiones para plantear políticas educativas, diseñar ambientes y estrategias que contribuyan al aprendizaje significativo.	Argumentar críticamente sobre la incidencia de la didáctica general y específica en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reconociendo el objeto de estudio de cada una de ellas para los diferentes niveles de educación.	Argumentar sobre la incidencia de las didácticas específicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reconociendo el objeto de estudio para los diferentes niveles de educación.	Argumenta débilmente sobre la incidencia de las didácticas específicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje.	Argumenta sobre la incidencia de las didácticas específicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reconociendo parcialmente el objeto de estudio para los diferentes niveles de educación.	Argumenta coherentemente sobre la incidencia de las didácticas específicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reconociendo el objeto de estudio para los diferentes niveles de educación.

COMPETENCIA	RPA	INDICADOR	BAJO	MEDIO	ALTO
			30 %	70 %	100%
Argumentar las decisiones para plantear políticas educativas, diseñar ambientes y estrategias que contribuyan al aprendizaje significativo.	Argumentar críticamente sobre la incidencia de la didáctica general y específica en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reconociendo el objeto de estudio de cada una de ellas para los diferentes niveles de educación.	Argumentar sobre la incidencia de la didáctica general y específica en los procesos de enseñanza-aprendizaje, propositivamente.	Argumentar sobre la incidencia de la didáctica general y específica en los procesos de enseñanza-aprendizaje.	Argumentar sobre la incidencia de la didáctica general y específica en los procesos de enseñanza-aprendizaje, propositivamente.	Argumentar sobre la incidencia de la didáctica general y específica en los procesos de enseñanza-aprendizaje, asumiendo una postura crítica y propositiva.

Fuente: elaboración propia.

El establecimiento de la coherencia curricular termina con el planteamiento de estrategias de aprendizaje que promuevan el desarrollo de las competencias, permitan alcanzar los RA y se puedan evaluar de manera formativa. Para el caso del curso de Didáctica, la estrategia se define como ABE (ver página 47), en donde el maestrante se desempeña profesionalmente y se ve en la necesidad de resolver problemas, para lo cual debe generar productos de conocimiento y evidenciar la adquisición de las competencias propuestas, a través de investigaciones en el aula (investigación educativa) e investigaciones en otros contextos socioeducativos (investigación sobre educación) que, articuladas, se reconocen como investigaciones en educación y se divulgan a través de ensayos argumentativos, artículos de investigación, de reflexión y de revisión, e innovaciones didácticas, entre en otros.

El diseño de la experiencia fue omitido en este estudio, dado que los profesores que orientan los cursos son profesionales en educación, de manera que son expertos en estrategias de aprendizaje.

Finalmente, este libro termina con un gran aprendizaje: *la coherencia curricular*, que es el camino a través del cual transita el éxito académico y los

profesores son los conductores que median ese desplazamiento apropiándose de la ruta, conociéndola, actualizándola e implementándola. Para ello, es preciso que los profesores vivencien el currículo y asuman el rol de gestores.

# Referencias

- ABET (2020). *Accreditation Policy and Procedure Manual (APPM), 2020-2021*, 7 pp. ABET Engineering Accreditation Commission, 2019. [www.abet.org](http://www.abet.org)
- Acevedo, J. A. (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(3), 280-301.
- Acofi (2019). *Taller sobre resultados de aprendizaje para programas de ingeniería*.
- Adell, J. y Castañeda, L. J. (2010). Los entornos personales de aprendizaje (PLE): una nueva manera de entender el aprendizaje. En M. n Roig Vila y R. Fiorucci (Eds.), *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas*. Alcoy: Marfil, Roma TRE Universita degli studi.
- Ahumada, V. (2013). El Aprendizaje Basado en Escenarios (ABE). En E. Restrepo, L. Nieto, M. Gómez, V. Ahumada, E. Puentes (Eds.), *Metodologías, estrategias y herramientas didácticas para el diseño de cursos en ambientes virtuales de aprendizaje en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. UNAD.
- Akella, D. (2010). Learning together: Kolb's experiential theory and its application. *Journal of Management & Organization*, 16(1), 100-112. <https://doi.org/https://doi.org/10.5172/jmo.16.1.100>
- ANECA (2013). *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje*. ANECA.
- Ballesteros, V. A. (2020). Una aproximación inicial a los resultados de aprendizaje en educación superior. *Revista Científica*, 39, 259-261. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/23448350.17060>
- Barbosa, A., Kruta, A., Goncalves, D. y Vásquez, F. I. F. (2018). Problem-based learning: A proposal for structuring PBL and its implications for learning among students in an undergraduate management degree program. *Revista de Gestão*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/REG-03-2018-030>

- Barros-Morales, R., Tapia-Barros, S., Chuchuca-Basantes, F. y Chuchuca-Basantes, I. (2018). Syllabus universitario actuante en ciencias pedagógicas potencialidades y limitaciones en la Universidad de Guyaquil. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2), 327-339. <https://doi.org/DOI: 10.22507/rli.v15n2a25>
- Bigott, L. A. (1982). *Modelos de análisis de sistemas escolares*. Ediciones Universidad Central de Venezuela.
- Bloom, B. S. (1977). *Taxonomía de los objetivos de la educación*. El Ateneo. [http://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID\\_Bloom\\_1\\_Unidad\\_2.pdf](http://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID_Bloom_1_Unidad_2.pdf)
- Bovill, C. y Woolmer, C. (2019). How conceptualisations of curriculum in higher education influence student-staff co-creation in and of the curriculum. *Higher Education*, 78(3), 407-422. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10734-018-0349-8>
- Briçeño, J. J. B. y Gamboa, M. C. (2011). El portafolio: una estrategia para la enseñanza de las ciencias. Experiencia llevada a cabo en una universidad colombiana. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 84-92.
- Castillo, S. y Cabrerizo, J. (2006). *Formación del profesorado en educación superior. Volumen I*. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U.
- Castro, I. (2017). La exposición como estrategia de aprendizaje y evaluación en el aula. *Razón y palabra*.
- Centro de Desarrollo de la Docencia (2018). *Guía para redactar Resultados de Aprendizaje*. Centro de Desarrollo de la Docencia.
- Churches, A. (2009). Taxonomía de Bloom para la era digital. *Eduteka*, 11, 1-13. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34778640/taxonomia\\_de\\_bloom\\_para\\_la\\_era\\_digital-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1624502455&Signature=NisnrVHEWg1B9JALnVw2bNixGbrTpBn~2xPo-So2Dko3UE0HBXdX5Fo0CmKOCLo1uLWffKX1m5~5Gv20cFtsT-QoKvY-3W-oKt6W9onAbjCubMbdmY5A](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34778640/taxonomia_de_bloom_para_la_era_digital-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1624502455&Signature=NisnrVHEWg1B9JALnVw2bNixGbrTpBn~2xPo-So2Dko3UE0HBXdX5Fo0CmKOCLo1uLWffKX1m5~5Gv20cFtsT-QoKvY-3W-oKt6W9onAbjCubMbdmY5A)
- Universidad de La Sabana - Dirección de Planeación (2011). *Plan estratégico de la Universidad de La Sabana al 2019*. Universidad de La Sabana.
- Dirección de Planeación (2017). *Plan estratégico de la Universidad de La Sabana al 2018- 2029*. Universidad de La Sabana.
- Esquicha, A. (2018). Aprendizaje basado en tareas en un entorno virtual de aprendizaje para el desarrollo de producción escrita en alemán, niveles a1 y a2 MCER, en la Educación Superior. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 53, 61-78. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53/04>

- Farrow, C. B. y Leathem, T. (2021). The syllabus as a tool to enhance teaching & learning in construction education. *International Journal of Construction Education and Research*, 17(3), 201-221.
- Ferris, T. L. J. y Aziz, S. (2005). *A psychomotor skills extension to Bloom's taxonomy of education objectives for engineering education*. National Cheng Kung University Tainan. [https://www.researchgate.net/profile/Syed-Aziz-4/publication/228372464\\_A\\_Psychomotor\\_Skills\\_Extension\\_to\\_Bloom%27s\\_Taxonomy\\_of\\_Education\\_Objectives\\_for\\_Engineering\\_Education/links/02e7e52ee3fb9c298f000000/A-Psychomotor-Skills-Extension-to-Blooms-Taxonomy-](https://www.researchgate.net/profile/Syed-Aziz-4/publication/228372464_A_Psychomotor_Skills_Extension_to_Bloom%27s_Taxonomy_of_Education_Objectives_for_Engineering_Education/links/02e7e52ee3fb9c298f000000/A-Psychomotor-Skills-Extension-to-Blooms-Taxonomy-)
- Figuroa, R. y Conde, J. (2008). Historia del currículum: perspectivas y dilemas en la integración del desarrollo humano y en los textos escolares. *Revista Educación y Humanismo*, 15, 100-114.
- Gamboa, M. C. (2014). *La evaluación externa en el área de ciencias a través de las pruebas masivas a gran escala PISA y TIMSS. Análisis del desempeño de estudiantes colombianos y españoles a través de la comparación*. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Gamboa, M. C. (2017). Estudio de caso como estrategia didáctica para el proceso enseñanza-aprendizaje: retos y oportunidades. *Bio-Grafía*, 1533-1540. <https://doi.org/https://doi.org/10.17227/bio-grafia.extra2017-7334>
- Gaskins, W. B., Johnson, J., Maltbie, C. y Kukreti, A. R. (2015). Changing the learning environment in the college of engineering and applied science using challenge-based learning. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 5(1).
- Gimeno-Sacristán, J. (1991). *El currículo: una reflexión sobre la práctica*. Morata.
- Giraldo, D. C. S. y Hoyos, G. E. (2015). La evaluación formativa en los escenarios de educación superior. *Revista de Investigaciones UCM*, 15(26), 204-213. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22383/ri.v15i2.56>
- Guarro, A. (2020). La construcción de la coherencia institucional. *Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa*, 33, 69-96. <https://doi.org/https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2020.33.05>
- Guzmán Duchén, H. (2007). Aspectos conceptuales, metodológicos y operativos de los objetivos de aprendizaje. *Gaceta Médica Boliviana*, 30(1), 72-79. <http://www.scielo.org.bo/pdf/gmb/v30n1/a14.pdf>

- Hoque, M. E. (2016). Three domains of learning: Cognitive, affective and psychomotor. *The Journal of EFL Education and Research*, 2(2), 45-52. [http://www.lcwu.edu.pk/ocd/cfiles/Professional Studies/FC/B.ED-307/ArticleBloom.pdf](http://www.lcwu.edu.pk/ocd/cfiles/Professional%20Studies/FC/B.ED-307/ArticleBloom.pdf)
- Jones, K. M. L. y VanScoy, A. (2019). The syllabus as a student privacy document in an age of learning analytics. *Journal of Documentation*.
- Jönsson, A., Balan, A. y Hartell, E. (2021). Analytic or holistic? A study about how to increase the agreement in teachers' grading. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 28(3), 212-227. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/0969594X.2021.1884041>
- Kemmis, S. (1988). *El currículo más allá de la teoría de la reproducción*. Morata.
- Manassero-Mas, M. A. y Vázquez-Alonso, Á. (2020). Desarrollo curricular de las competencias clave: su evaluación para el aprendizaje desde la normativa educativa. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 38(1), 29-48. <https://doi.org/https://doi.org/10.14201/et20203812948>
- Marra, R. M., Jonassen, D. H., Palmer, B. y Luft, S. (2014). Why problem-based learning works: Theoretical foundations. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25.
- Mendoza, S. T. B., Cedeño, J. A. M., Espinales, A. N. V. y Gámez, M. R. (2021). Autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación como enfoque innovador en la práctica pedagógica y su efecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Polo del Conocimiento: Revista Científico-Profesional*, 6(3), 828-845. [https://doi.org/DOL: 10.23857/pc.v6i3.2408](https://doi.org/DOL:10.23857/pc.v6i3.2408)
- 104 Mero, O. F., Tapia, M. V. y Ramos, M. P. (2018). Rediseño curricular de la Carrera de Ingeniería Forestal en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. *Conrado*, 14(62), 212-221.
- Ministerio de Educación Nacional (1986). *Ley 7 de 1986*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (2008a). *Lineamientos para la formación por competencias en educación superior*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (2008b). *Plan Sectorial 2006-2010*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (2010a). *Revolución educativa. Cinco acciones que están transformando la educación en Colombia*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (2010b). *Revolución educativa. Cinco acciones que están transformando la educación en Colombia*. MEN.



- Ministerio de Educación Nacional (2013a). *Sistema Colombiano de Formación de Educadores y Lineamientos de Política*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (2013b). *Sistema de Aseguramiento de la Calidad para la Educación Superior: una tarea pendiente*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (2019a). *Decreto 1330 - Por el cual se sustituye el Capítulo 2 y se suprime el Capítulo 7 del Título 3 de la Parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (2019b). *Decreto 1330 - Por el cual se sustituye el Capítulo 2 y se suprime el Capítulo 7 del Título 3 de la Parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (2020). *Sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (2021a). *Consejo Nacional de Educación Superior (CESU)*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (2021b). *Consejo Nacional de Educación Superior (CESU)*. MEN.
- Nava, T., Pazos, Á., Cruz, A. de la y Sánchez-Oro, J. J. (2014). *Manual para la Renovación de las Guías Docentes. Redacción, revisión y evaluación de los Resultados del Aprendizaje*. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27268/1/Manual%20para%20la%20Renovacio%CC%81n%20de%20las%20Gui%CC%81as%20Docentes%20de%20la%20Facultad%20de%20Geografi%CC%81a%20e%20Historia.pdf>. Facultad de Geografía e Historia, UCM.
- Ortiz, J. N. y González, M. L. C. (2021). La evaluación de las competencias en la formación profesional desde un enfoque basado en los resultados de aprendizaje. *Revista Internacional de Organizaciones*, 27, 173-196. <https://doi.org/https://doi.org/10.17345/rio27>.
- Osorio, M. (2017). El currículo: perspectivas para acercarnos a su comprensión. *Zona Próxima. Revista del Instituto de Estudios en Educación y del Instituto de Idiomas*, 26, 140-151.
- Quintana, E. R., Rodríguez-Mantilla, J. M., Fernández-Cruz, F. J., Zarzuelo, A. M., Carrascosa, V. L., Plangger, L., ... Olmeda, G. J. (2019). Concreción y formulación de resultados de aprendizaje en la formación universitaria. *Edunovatic 2018. Conference Proceedings: 3rd Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT*. 17-19 December, 2018, 15-20.

- Restrepo, E. del C., Nieto, L. E., Guzmán, L. D., Gómez, M., Ahumada, V. del R., Puentes, E. y Meneses, R. D. (2013). *Metodologías, estrategias y herramientas didácticas para el diseño de cursos en ambientes virtuales de aprendizaje en la Universidad Nacional Abierta ya Distancia UNAD*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
- Robitaille, D. F. y Garden, R. A. (1996). *TIMSS Monograph No. 2: Research Questions and Study Design*. Press Pacific Educational.
- Rodriguez, M. E. (2020). El currículo en espacios transmodernos. *Revista Espaço Do Currículo*, 13(1), 17-31. [https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.22478/ufpb.1983-1579.2020v13n1.50434](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.22478/ufpb.1983-1579.2020v13n1.50434)
- Romero, I. C., Chacin, I. M. P. y Ortega, E. (2020). Ejes transversales y perfiles por competencia: una propuesta viable para su ejecución. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 22(3), 510-527. <https://doi.org/www.doi.org/10.36390/telos223.03>
- Ruiz, J. N. y Gamboa, M. C. (2016). Grupo de Investigación Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias Básicas (AMECI)-Interinstitucional UNAD-UD. En E. G. Villareal, G. Fonseca, F. Becerra, G. Giraldo (Eds.), *El impacto de la investigación en ciencias biológicas y su enseñanza* (pp. 356-387). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Sánchez, A. R., Mejía, M. L. Á. y Hernández, F. A. T. (2018). Competencias digitales: una mirada desde sus criterios valorativos en torno a los estilos de aprendizaje. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 14(2), 56-78.
- Sánchez-Contreras, M. L. (2019). Taxonomía socioformativa: un referente para la didáctica y la evaluación. *Forum International Journal of Social Sciences and Humanities*, 1(1), 100-115. [https://www.researchgate.net/profile/Martha-Sanchez-7/publication/330185545\\_Taxonomia\\_Socioformativa\\_Un\\_Referente\\_para\\_la\\_Didactica\\_y\\_la\\_Evaluacion\\_Socioformativa\\_Taxonomy\\_A\\_Referent\\_for\\_Didactics\\_and\\_Evaluation/links/5c330f00458515a4c712f923/Taxonomia-So](https://www.researchgate.net/profile/Martha-Sanchez-7/publication/330185545_Taxonomia_Socioformativa_Un_Referente_para_la_Didactica_y_la_Evaluacion_Socioformativa_Taxonomy_A_Referent_for_Didactics_and_Evaluation/links/5c330f00458515a4c712f923/Taxonomia-So)
- Sönmez, V. (2017). Association of cognitive, affective, psychomotor and intuitive domains in education, Sönmez Model. *Universal Journal of Educational Research*, 5(3), 347-356. <https://doi.org/10.13189/ujer.2017.050307>
- Stenhouse, L. (1984). *Investigación y Desarrollo del Currículo*. Morata.
- Tobón, S. (2015). *Formación integral y competencias* (Vol. 227). Editorial Macro.

- Tobón, S. y López, N. M. (2009). Estrategias metacognitivas. En J. A. García y S. Tobón (Eds.), *Estrategias didácticas para la formación de competencias* (pp. 4-5). Representaciones Generales S.R.L.
- Unesco-IBE (2011). *World Data on Education 2010-2011*. International Boureau of Education.
- Valtonen, T., Hacklin, S., Dillon, P., Vesisenaho, M., Kukkonen, J. y Hietanen, A. (2012). Perspectives on personal learning environments held by vocational students. *Computers & Education*, 58(2), 732-739. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.09.025>
- van der Kleij, F. M., Vermeulen, J. A., Schildkamp, K. y Eggen, T. J. H. M. (2015). Integrating data-based decision making, assessment for learning and diagnostic testing in formative assessment. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 22(3), 324-343. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/0969594X.2014.999024>
- Vicerrectoría de Procesos Académicos y Proyección Social (2021). *Resultados previstos de aprendizaje (RPA): formulación, análisis, implementación y evaluación*.
- Viñas-Diz, S., Rodríguez-Romero, B., Camargo, F. J. S. y Vivas, J. (2020). “CALIFICAR” no es lo mismo que “EVALUAR”: reflexión hacia una evaluación formativa. *Contextos Universitarios Transformadores: Boas Prácticas No Marco Dos GID*, 539-542.
- Zabalza, M. Á. (2006). *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Narcea.

# AUTORES

## María Cristina Gamboa Mora

Docente Asociado, Escuela Ciencias de la Educación, Programa Académico Maestría en Educación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD); docente Catedrática en categoría Titular de Química Inorgánica, Facultad Ciencias y Educación de la Universidad Francisco José de Caldas, Programa Curricular de Licenciatura en Biología (PCLB).

Ponente, organizadora de eventos nacionales e internacionales y muestras investigativas. Líder, miembro fundador del grupo de investigación Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias Básicas y Sociales (AMECI), categoría A, e investigadora en categoría Asociado, Minciencias.

Doctora en Innovación e Investigación en Didáctica, Universidad UNED, España; especialista en Evaluación de la Educación a Distancia en entornos virtuales: Perspectivas Innovadoras, Estrategias e Instrumentos, Universidad de Granada, España; profesional y especialista en Licenciatura en Química y Biología y Analista de Datos, Universidad de la Salle; magíster en Docencia de la Química, Universidad Pedagógica Nacional.

108

**CvLAC:** [https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001306774](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001306774)

**Google Scholar:** [https://scholar.google.es/citations?hl=es&pli=1&user=\\_18OqYcAAAAJ](https://scholar.google.es/citations?hl=es&pli=1&user=_18OqYcAAAAJ)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-8459-099X>

**Correos:** maria.gamboa@unad.edu.co / mcgamboam@udistrital.edu.co

## Sulma Paola Mora-Monroy

Química egresada de la Universidad Nacional de Colombia; magíster en Biología Aplicada, Universidad Militar Nueva Granada; doctoranda en Educación, Universidad de Las Américas y del Caribe. Profesora de Planta, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Sabana; profesora-tutora del semillero de investigación Infoseed. Integrante del Grupo de Investigación Control y Automatización de Procesos, Universidad de La Sabana (CAPSAB), en apoyo a la línea de investigación Herramientas de Apoyo a los Procesos de Aprendizaje; investigadora en el área de Didáctica de las Ciencias, con énfasis en Educación Superior; coinvestigadora de proyectos relacionados con el Aseguramiento del Aprendizaje. Ponente y participante del comité investigador de eventos nacionales e internacionales, como: Congreso Latinoamericano de Educación ELE, Encuentro Internacional de Investigación Universitaria y Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias.

**CvLAC:** [https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000186392&lang=es](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000186392&lang=es)

**Google Scholar:** <https://scholar.google.es/citations?user=rXUggB8AAAAJ&hl=es>

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-7573-4151>

**Correo:** [sulmavemo@unisabana.edu.co](mailto:sulmavemo@unisabana.edu.co)



COLECCIÓN  
INVESTIGACIÓN

# Curriculum Coherence

Teachers living curriculum

SULMA PAOLA VERA-MONROY  
MARÍA CRISTINA GAMBOA MORA



# Foreword

Paulo Freire mentions in his work that “teaching is not just transferring knowledge”, that is to say, I must begin my reflection on whether it is correct to believe that because someone delivers a class session to another person, that person learns something; in fact, it is a much more complex problem. After having taught for some years, I believe that within the teaching-learning process the simplest stage is precisely to teach the class; what is complicated is planning, executing an appropriate strategy, evaluating in an assertive way and collecting evidence that allows making decisions to improve the process.

Having said this, *Curriculum Coherence - Teachers Living Curriculum*, is a proposal to improve the teaching-learning processes seeking the assurance of educational quality, through the inclusion of different curricular tools such as the syllabus, the learning experience and the rubric. The text shows a practical exercise carried out in the Chemical Engineering program, which began with a sensitization phase, where teachers questioned and discussed the need to transform our teaching practices. At this stage, it was essential for the entire group of teachers and administrative staff to understand that the invitation to live the curriculum could not be completed without the collaboration of each and every one of the participants: “awareness is the basis of solidarity”.

Subsequently, we assessed the relevance of related contents in the program with the purpose of validating the curriculum, analyzing the national and international context. The experience continued with the understanding and collective statement of the competencies for the program, followed by the recognition of the value and meaning of the syllabus and the Intended Learning Outcomes (ILOs), based on the assumption that an ILO is what the student is expected to be able to do at the end of the course.

Subsequently, as a teacher-engineer I understood the importance of designing strategies based on experiential learning criteria, in which one learns through experience or practice, from the above, I designed an experience for a problem

situation in Transportation Phenomena type Problem Based Learning (PBL), defined by self-directed learning and critical thinking. Moreover, I managed to suppress subjectivity in the evaluation process by developing and implementing rubrics.

The methodology implemented in the program of the School of Engineering was validated through replication in a master's level education program, confirming that the route traced as a living curriculum can be applied in other training scenarios.

Manuel Fernando Valero  
Chemical Engineer - Head of the Department of Chemical  
and Biotechnological Processes  
Professor who learned to live curriculum



# Introduction

The book *Curriculum Coherence - Teachers Living Curriculum*, invites the academic community to reflect on teachers' work in relation to educational quality and the elements that can be articulated to ensure student learning. The study implemented a dialogic process in which teachers recognized themselves as managers and understood the value of the curricular axes to improve their classroom practices

This research unveils its results through a work narrated briefly, concisely and methodologically practical and replicable, with the intention of being discussed by readers, so that it becomes a living construction susceptible to improvements that may depend on the different contexts and actors from where it is explored.

The journey begins with chapter 1. *The Foundations*, which describes the development of educational quality policies implemented in Colombia from 1986 to the present, ending with the recognition of the curriculum as a public commitment to comprehensive education at universities.

Subsequently, Chapter 2. *An Exercise in Curriculum Coherence* is a brief reflection on the need to align all elements associated to curriculum with the actors in the process to achieve continuous improvement of a training program.

In chapter 3. *Persuading Teachers*, the importance of moving from a traditional assessment process to a formative one, making use of rubrics, is presented.

Chapter 4. *Aligning Knowledge*, shows the exercise carried out in the subjects of the professional subfield of the program with the purpose of assessing the relevance of the contents associated with each course, obtaining an orderly curriculum aligned with national and international standards.

Chapter 5. *Teachers Living Curriculum*, is the backbone of the book, describing how teachers recognized the importance of competency-based learning, considering cognitive processes as precursors to its development, stating the competencies for the program and their respective levels.

Next, Chapter 6. *Implementing Curriculum Coherence*, details the teachers' appropriation of the curricular elements: ILO, learning experiences, rubric and

syllabus; from their conceptualization and formulation to their declaration and application.

Chapter 7 presents the *Results*, in which the General Chemistry subject is used as an example of the outcomes of the curriculum coherence exercise.

To conclude, Chapter 8. *Applying What Has Been Learned*, shows the final challenge, which consisted of assessing the replicability of the route in a different teaching environment, a work developed with the Master's Degree in Education program of the Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD (National Open and Distance University of Colombia).

# Foundations

Education is the springboard to achieving the goals people set for themselves, it is the opportunity to improve the quality of life and fulfill dreams, it is a way to make a difference, to change the world. The decision that young people make to study in a certain institution depends on the expectations they have set and the conditions offered. Thus, Higher Education Institutions (HEI) must present in a reliable and attractive way the study plans of their programs, highlighting the most relevant characteristics, including the graduate profile, the promise of value that characterizes them, attractive subjects, among other things. Currently, the aim is to additionally strengthen soft competencies that allow professionals to face adverse situations, that is to say, to incorporate mechanisms to recognize what motivates satisfaction in the personal and professional sphere. In a society where there are many educational institutions competing to provide educational services to the community, it is necessary to ensure that the offers made are fulfilled, which is why the States entrust this responsibility to government agencies such as the Colombian Ministry of National Education (MEN in Spanish), an institution that, at the head of the process, delegates the monitoring to different entities, which work to ensure the quality of education.

115

Historically, the MEN ventured into educational quality assessment and assurance systems in 1994, despite the fact that its creation dates back to 1986, when it was established as an institution through Law 7 of August 25 (Ministry of National Education, 1986). With respect to quality in higher education, the MEN has been rigorous and works hard to guarantee the training process. Thus, currently, the quality policy for higher education seeks that all students, regardless of their origin, social, economic and cultural situation, have the same opportunities to learn and develop competencies, therefore, in the 2006-2010 education sector plan, it was proposed the need to articulate all educational levels so that as students move up the educational ladder, they obtain the best preparation to ensure that at the end of the process, society is offered competent professionals

capable of solving the problems of the environment, contributing to the growth of the country. (Ministry of National Education, 2008a).

The quality assurance system proposed by the MEN evaluates the performance of HEIs with the help of four information systems, which provide the data. First, the National Higher Education Information System (SNIES in Spanish), which collects data on HEIs and the programs they offer. Secondly, the Labor Observatory for Education (OLE in Spanish), which monitors the graduates of HEI programs, identifying the role of professionals in the labor environment. Thirdly, the Information System for Quality Assurance (SACES in Spanish), which collects the necessary information to manage the qualified registration and finally, the System for the Prevention and Analysis of Dropout in Higher Education Institutions (SPADIES in Spanish), which performs the analysis of student characteristics, to estimate the risk of dropout and prevent it (Ministry of National Education, 2010a).

On the other hand, the MEN has promoted the creation of several entities with the purpose of supporting quality assurance, among them, the National Accreditation Council (CAN in Spanish), an entity that promotes self-evaluation, self-regulation and improvement of training, academic, teaching, scientific, cultural and extension activities, in addition to participating in the exercise of defining the regulatory framework on which quality is evaluated. On the other hand, there is the National Council of Higher Education (CESU in Spanish), a body responsible for coordinating, planning, recommending, advising and proposing policies and plans for the progress of higher education, helping to structure the national information system, in addition to organizing state examinations and establishing the requirements for the creation of educational programs and institutions (Ministry of National Education, 2021). The National Intersectoral Commission for Higher Education Quality Assurance (CONACES in Spanish), is an advisory body that is responsible for evaluating compliance with the requirements for the creation of HEIs, as well as evaluating if educational programs meet the specifications of quality, issuing the concept for obtaining the qualified record (Ministry of National Education, 2020).

In January 2013, the MEN organized the Quality Assurance System for Higher Education, defining a final document with the specifications related to quality assessment in higher education, stating that the main objective of the

Assurance System is to hold HEIs accountable for the service they provide, granting reliable information and performing permanent self-evaluations. In the same document, it established that the evaluation process takes place mainly in three moments: in the creation of the programs, in obtaining or renewing the qualified registration and in the application for high quality accreditation (Ministry of National Education, 2013b).

Accordingly, when a program or institution is in operation, the greatest achievement to which it can aim at is high quality accreditation, a recognition that indicates that it meets the highest expected criteria, it is granted for specific periods of time and both the programs and the institutions must work permanently to demonstrate that they comply with the requirements and thus keep holding the distinction.

Between 2019 and 2020, major changes were made to the Higher Education Quality Assurance System, in July 2019 the MEN published decree 1330, replacing decree 1075 of 2015, a document in which the processes of obtaining qualified registration and academic quality are regulated, aligning the Colombian model with international standards, incorporates the concept of Learning Outcome (LO), stating that the development of competencies by students must be done in terms of LO, understanding that evaluating a competency in the period of time of an academic cycle is very difficult, since a competency is a process that takes place throughout life. The LOs are express statements of what students are expected to demonstrate at the time of completing their academic program and must be consistent with the training purposes and the needs that society has for professionals, this is the reason why LOs must be lined up with the academic program and the profile of the graduate (Ministry of National Education, 2019a).

On the other hand, agreement 002, which updates the high quality model, published by the CESU in July 2020, a document that articulates decree 1330, with the need to achieve a comprehensive and lifelong education, aligning the LOs with the purpose of education, so new evaluation factors and characteristics were included (Ministry of National Education, 2021).

The Universidad de La Sabana has worked hard to guarantee the quality of its academic programs. Thus, in its different strategic plans it has proposed to implement learning assurance programs that involve all institutional units

and promote the participation of all the actors in the process: *students, faculty, administrative staff and the community*.

The path that Universidad de la Sabana has covered in search of quality education has been nurtured with great learning, in the last 10 years, they implemented education by competencies in order to monitor the acquisition of knowledge, as established by the MEN (Ministry of National Education, 2008b), Thus, in the 2011-2019 strategic plan, it was proposed to develop a program to ensure the quality of academic processes, for comprehensive training and globalization, where curricular flexibility, bilingualism and the use of information and communication technology were favored (Planning Department, 2011). Later, in 2017, in the 2018-2029 strategic plan, it was proposed to strengthen the learning assurance program, on two main fronts: on the one hand, to evaluate curriculum coherence, which allows for comprehensive training that responds to the professional profile of graduates, and on the other hand, the development of strategies by the different Units that make up the University, which allow compliance with the proposed objectives (Planning Department, 2017).

In 2019, the Faculty of Engineering decides to enter into the exercise of Curriculum Coherence, with the support of the Curriculum Directorate, the Faculty Development Directorate and the Vice-Presidency of Academic Processes, for this, it carries out a pilot in the Chemical Engineering (CE) program, involving the subjects of the core subfield.

118

In order to understand the work done, it is important to recognize what it represents and the scope of a Curriculum Coherence exercise. It is worth starting by recalling that curriculum is a polysemic and difficult to define concept, according to the Royal Academy of Spanish Language, curriculum is the set of studies and practices aimed at enabling students to fully develop their potential (Bovill & Woolmer, 2019).

In terms of other authors, the curriculum is the product of a continuous dialogue with the historical, cultural and social context, which implies permanent changes in the educational practice, and the generation of participative dynamics to know the expectations of the actors, through a constant exchange, which is a relevant issue for the educational institutions because it is through it that the ideas are defined to adequately organize the training activity that revolves around what to teach and why to teach it. In the course of time, the curriculum

has been approached from different perspectives and epistemologies, being recognized mainly those that refer to the curriculum as a didactic aspect for the teaching-learning process, solving practical issues through the articulation between the study plan, the program and its resources (Stenhouse, 1984).

From the social perspective and its practices, the curriculum is more than content, a critique begins around the distribution of knowledge and the power that is generated around it in educational spaces, giving rise to the socio-critical approach, which visualizes the curriculum as an opportunity for training from practice, making sense of the training of people and the implementation of theories (Gimeno-Sacristán, 1991). Another viewpoint is the one disseminated by (Kemmis, 1988), which corresponds to the *curriculum as cultural mediation*, giving rise to educational projects. The perspectives of the *curriculum as a central problem of educational theories*, is interested in selecting, organizing and transferring knowledge, skills and values, and from the conception of *curriculum as a working hypothesis*, it manages knowledge, enabling the teaching-learning process (Osorio, 2017).

Epistemologically, the curriculum is conceived as a technical knowledge that facilitates the planning of objectives, contents and educational activities, thus generating the *rational behaviorist current*. On the other hand, the position on the curriculum as an educational practice consolidates the *cognitive current*, and the conception of the curriculum as a strategy for the promotion of research, learning and comprehensive training, is what is known as the *postmodern current or position*. From this perspective, the identity of the curriculum is legitimized with the definition of goals, objectives, contents, evaluation and active educational methodologies, where students should be the protagonists of the process (Figueroa and Conde, 2008).

Currently, the curriculum is conceived as the organization of a set of intentions, with the flexibility to adjust and innovate it according to the needs based on philosophical, psychological, social knowledge and conceptions of education, learning and society; it is adaptable to the characteristics of the cultural environment where it is applied. The organization of the curriculum involves individual-society, physical environment-social environment, living and inert nature, nature-culture interactions, in their spatial and temporal dimensions, based on the direct or indirect experiences of students, with contextualized problems

(Rodríguez, 2020). In general, the formulation of the curriculum responds to a context and it is expected, in turn, to have an impact on the welfare and economic development of a country, it must be updated in coherence with scientific and technological advances, respond to the demands of society and the world of work (Gamboa, 2014).

Additionally, the inclusion of basic competencies in the curriculum has two purposes: *integrate formal learning*, incorporating it into the different disciplines, areas or subjects; and *relate learning to different contents*, using them effectively when necessary in different situations and contexts. Consequently, it is necessary to guide teaching, identifying the contents and evaluation criteria that are essential, and in general, to inspire the decisions associated with the teaching-learning process (UNESCO-IBE, 2011).

Likewise, regarding the implementation of the curriculum, UNESCO-IBE, 2011, points out that the first level is generated as a State policy, promoting normative projects on educational matters, which are approved by Parliament, the Government or by the head of the Ministry of Education. The second level of concretion occurs in the educational centers that develop the curriculum, adapting it to the characteristics of the context where it is born and to their own educational purposes. The actions resulting from this adjustment are included, among other aspects, in the Institutional Educational Project, and the third level of concretion corresponds to the classroom program, consisting of a series of activities prepared by the teachers for each specific group of students, with the necessary curricular adjustments.

120

## **The curriculum: a public commitment to comprehensive university education**

Since the celebration of the World Conference on Higher Education in the 21st Century, held in Paris, the need to train university professors in order to improve the quality of teaching in educational institutions has been highlighted, pointing out that institutions must train well-informed and deeply motivated citizens, with a critical sense and capable of reflecting on problems in order to propose solutions and assume social responsibilities. One of the university's missions is to promote student awareness of issues in context (Castillo and Cabrerizo, 2006).



Therefore, and assuming the concept from the postmodern epistemology, the curriculum must be conceived as a formative, integrated project that the institution draws up, articulating plans from all the units that contribute to the institutional objectives, such as the study plans of each professor, the plans drawn up by the Schools, Institutes, Departments or University Schools. In this regard (Bigott, 1982), points out that the curriculum is an intellectual, intentional, regulated and controlled product that seeks to promote coherence between reality and the proposed objectives, between reality and educational content, between reality and pedagogical methods, in short, between reality and the educational product.

In the words of (Zabalza, 2006), the curriculum must refer to unity and internal cohesion as essential elements; additionally, it must be formalized, i.e., it must be explicit in documents. All training intentions must be disclosed, so that, from the collective knowledge, it can be objectively discussed with all stakeholders, in order to be strengthened, updated and validated, and thus, it becomes a public commitment. Complementing the idea of (Zabalza, 2006) on the curriculum as an integral project, this must be conceived, thought in every detail to be a complete work, rather than a union of pieces, it has to be designed as a show or a work of art is planned, which implies not leaving any detail to improvisation, it has to be thought from its conception in an integral manner. The projects require formalization, which is made viable with the adequate construction of documents so that they are known and debated by the academic community, in order to validate or transform, becoming an institutional and personal commitment.

Consequently, a public curriculum leads to the fulfillment and demand of the described responsibilities; students, when selecting a subject, expect that what is stipulated in the plan will be fulfilled; the same happens when selecting a professional program; applicants expect that what is described in the curriculum will be carried out. When an educational offer is made, it is expected that the educational actor, in this case the university, complies with what is stated, guaranteeing excellence in research and teaching as missionary functions (Zabalza, 2006).

On the other hand, students as actors of the formative process must be part of the construction of the curriculum, respecting their interests and preferences, which undoubtedly enrich the proposals and allow them to be in connection with the motivations of those who have a disciplinary interest. The university curriculum is integrated and must generate competitiveness, given the current

state of the employment offer, which is increasingly scarce, therefore, an updated offer that responds to the problems, will have greater added value in the labor market. (Zabalza, 2006) refers that a curriculum is integrated when there is internal coherence between the proposals of the curricular projects and the subjects that constitute or define them; the subjects should not be isolated, there should be an explicit and visible correspondence with the professional profile. Generating a logical sequence through an authentic training plan. Curricula should focus on practice, in such a way that specific techniques and modes of action are recognized in order to achieve an adequate professional practice.

Regarding curriculum comprehensiveness, the proposal of Robitaille & Garden, 1996, designers of the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), established a broad curricular conceptual model as an explanatory factor underlying student performance in science, considering three levels for the curriculum: the *intended*, which is planning in response to educational needs in coherence with the national social and educational context. The *curriculum achieved*, associated with the results obtained by students, what they manage to learn and think about the subjects studied. However, performance depends in part on the *curriculum applied*, which is affected by the social and educational context and the individual characteristics of the students, such as learning abilities, attitude, interests, motivation and dedication to study (Acevedo, 2005).

Gamboa 2014, articulates the disciplinary, pedagogical-didactic and evaluative components to the model proposed by Robitaille & Garden, 1996, elements that are considered fundamental for a curricular proposal within the various levels of the educational system, integrating the disciplinary dimension to the intended or proposed curriculum, in correspondence to the definition of conceptual domains, the teaching object that comes from an academic discipline is recognized. The pedagogical-didactic dimension is linked to the applied curriculum, which corresponds to what is taught in the classroom; it responds to the organization of the disciplinary contents specifically, defining aspects of human development. The achieved curriculum, which corresponds to what students manage to learn in the educational context, is linked to the evaluative dimension, which corresponds to the definition of what they are expected to have learned.

Concretely, the curriculum is considered formative for the purpose of transforming people in the development of their dimensions, it is not simply about

learning a discipline, on the contrary, the most genuine expression of the university formative curriculum is the training of people, establishing a connection with the world and its needs, it is about training to solve problems of the context, allowing them to understand the cultural forms and enriching their integrality; It is necessary that there is a relationship between institutions and the practice with companies, to promote the necessary skills and competencies, being responsible with their environment to promote sustainable human development.

## An exercise in curriculum coherence

In the words of the President of the Universidad de La Sabana “Curriculum is everything that is done for the purpose of training” Dr. Rolando Roncancio.

Appropriating the general concept of curriculum, coherence is the exercise carried out with the purpose of guaranteeing that what is intended with the curriculum is what is taught, achieving the training purposes, and this congruence can be seen at different levels: in the *institution*, in the *program* and in the *subjects*.

Therefore, institutional coherence refers to the articulated relationship between the different aspects, dimensions, processes and policies that constitute the organizational culture, in order to improve the development of competencies and skills that correspond to the graduate profile and ensure quality (Guarro, 2020).

On the other hand, an academic program is coherent when it has clearly defined its competencies and all the subjects linked to the study plan are aimed at developing them. Furthermore, the subjects must be aligned in such a way as to guarantee the gradual development of knowledge, abilities and skills so that, at the end of the process, students demonstrate their appropriation and application in the situations in context that they must face when exercising their profession.

Finally, the coherence of the subjects is achieved when the training purposes are articulated with the planning, enforcement and evaluation, such articulation must be in line with the profile of the graduate, seeking that all students develop the competencies.

Carrying out an exercise of curriculum coherence within a program involves aligning all the elements associated with the curriculum with all the actors involved in the training process, in order to advance towards the achievement of the training goals and the permanent improvement of the program.

## Persuading teachers

When the Chemical Engineering program, with the endorsement of the University School, decided to formalize and give continuity to the process of assurance of student learning, guaranteeing the quality of the program, in coherence with the promise of value offered by the Universidad de La Sabana, it had to identify the elements that should be linked in the exercise, in such a way that they were in line with the institutional intentions, responding to the requirements established by the MEN, thus, it was decided to include within the exercise: *competencies, intended learning outcomes, experiential learning, formative assessment, rubrics*, among others.

The first approach with the population of the program consisted of listening to the opinion of the professors regarding the elements of the exercise, it was evident that even though the term competency had been coined in the faculty since 2012, the relationship between competencies and Learning Outcomes was not clearly recognized, in addition, there was a generalized fear about the use of rubrics, considering that, somehow, the tests would lose their rigor and the grading would be more “permissive”. On the other hand, although the students considered that the training in the program was very good and demanding, they stated that it would be interesting for professors to include new strategies in the development of their courses.

To evaluate the statement made by the teachers about the rubric and the requirement in the tests, an intervention was carried out with the subject General Chemistry I, with 120 students, who were divided into 4 groups guided by two teachers, who designed a four-point test with the requirement corresponding to a final exam and built an analytical evaluation rubric, with four levels of performance. Subsequently, each teacher was asked to grade his students' tests in the traditional way and to evaluate the other teacher's students using the rubric. Table 1 shows, as an example, the item of colligative properties evaluated in the test and the rubric designed for that item.

TABLE 1. COLLIGATIVE PROPERTIES ITEM OF THE GENERAL CHEMISTRY I FINAL EXAM AND EVALUATION RUBRIC.

Colligative Properties Point	A European company needs to maintain a 10.3 m <sup>3</sup> water tank at 0 °C, but the temperature in winter drops to -10 °C. How many L of a saturated NaCl solution (solubility 36.0 g and density 1.26 g/mL), should be added to the tank if the cryoscopic constant of the water is 1.86 °C/mL. (Weights g/mol: Na = 23 and Cl = 35.5)			
EVALUATION RUBRIC				
COMPETENCE	NOVICE	LEARNER	PROFICIENT	EXPERT
	20 %	50 %	80 %	100 %
Identify, formulate and solve engineering problems.	Shows some calculations related to concentration.	Calculates moles or concentration values.	Correctly solves problems of colligative properties.	Solves correctly problems of colligative properties, expressing the result with significance and approximation.

Table 2 shows the statistics determined for this test with the IBM SPSS version 25 software.

TABLE 2. COMPARATIVE STATISTICS BETWEEN TRADITIONAL ASSESSMENT AND RUBRIC ASSESSMENT

125

STATISTICS	TRADITIONAL	RUBRIC
N	120	120
Mean	2,33	2,35
Deviation	1,12	1,19
Kolmogorov-Smirnov - KS test	0,099	0,109
Wilcoxon test	0,391	

STATISTICS	TRADITIONAL	RUBRIC
Cronbach's alpha	0,83	
Difficulty %	47,40	
Discrimination %	83,20	

The Kolmogorov-Smirnov (KS) test showed that the distribution of the data does not have a normal behavior, which is why the Wilcoxon test was used to establish the significance between populations, finding that there was no significant difference between the two samples analyzed, on the other hand, the internal consistency of the items designed was established and it was corroborated that it is an item, which although it has a medium level of difficulty, is excellent for recognizing students who gained the competence

These results served to invite the professors of the program's core subfield to implement the use of the rubric in their courses, understanding that it does not affect the grade, on the contrary, it has many benefits, including transparency and objectivity in the evaluation process.

# Aligning Knowledge

The CE program began the exercise of curriculum coherence, organizing a work scheme with which it sought to align the subjects and the profile of the program. The exercise was planned to be carried out during 18 months and was developed in different stages.

The first stage consisted of analyzing the relevance of the knowledge developed in each course, evaluating its alignment with respect to the subjects located before and after in the course plan; in addition, study plans and knowledge of other programs offered by prestigious universities, positioned in the best quality rankings, were reviewed. For this study, each course was assigned to a teacher coordinator, who filled out a template in which he/she compared the contents that were being taught with the contents declared by three universities, one national and two internationals. At the end of this process, each coordinator made the adjustments he/she considered appropriate, in line with international standards, and proposed an adjusted course plan.

Table 3 shows the list of the subjects evaluated in this stage and the adjustments made after the previous analysis.

127

TABLE 3. SUBJECTS EVALUATED AND PROPOSED ADJUSTMENTS

SUBJECT	TERM	ADJUSTMENTS TO THE COURSE PLAN*
Chemical Engineering Workshop	I	The integration with Introduction to Engineering, in related aspects can help to supply the required content in this subject, including product design concepts is a good approach to implement, it seems important to include laboratories to reinforce concepts.

SUBJECT	TERM	ADJUSTMENTS TO THE COURSE PLAN*
General Chemistry I	I	The topics of acid-base equilibrium and stoichiometric calculations were incorporated. Removed Topics: Atomic Models. The topics of energy and principles of thermodynamics were organized at the end.
General Chemistry II	II	The topics of Nuclear Chemistry are introduced and an approach to research is made. Teach applied cases and examples.
Organic Chemistry	III	Part of the introduction and explanation of carbon hybridization is removed, taking into account that in General Chemistry I, bonding and intermolecular forces are seen, the order of aromatics and halogenates is modified and spectroscopy and separation methods are eliminated in order to see them in the laboratory.
Thermodynamics	III	Minimal adjustment to topics.
Biochemistry	IV	Topics are organized by biomolecule package and general cell concepts are included.
Equilibrium Thermodynamics	IV	Although it would be pertinent for the topic of cycles to be taught in thermodynamics I, it is understood that this is impossible due to logistics, which is why the topics will not change.
Energy and Matter Balance	IV	The work on simulators should be made evident, as well as the importance of analyzing elementary systems, which are very useful in industry.
Chemical Instrumental Analysis	V	Adjustments are made to the plan focusing the course on the evaluation of physical and chemical properties of chemical products.
Transport Phenomena	V	It is suggested that it is pertinent to delve a little deeper into the subject of radiation.



SUBJECT	TERM	ADJUSTMENTS TO THE COURSE PLAN*
Materials and Nanomaterials Science	V	The content should be adjusted so that the class starts with a summary of basic topics, therefore, it is suggested to reduce the topics of atomic structure, bonds and molecules at the beginning of the semester and add topics such as organic materials and quantum mechanics for nanomaterials at the end.
Optimization in Chemical Engineering	V	The comparison is made with three international HEIs because there are no Colombian universities with equivalent courses. The course is very well planned and the only change will be to include programming topics.
Engineering of Transport Phenomena	VI	In the transport section, it would be worthwhile to include gases and talk about compressors. The time for pump selection could be reduced a little. In the mass transfer section, we should include cooling and drying towers, in heat exchangers it would be worthwhile to include plate ICs, steam traps, etc.
Chemical Engineering Seminar	VI	Five universities were reviewed and no equivalent subjects were found, so it was decided to hold a meeting with the program director and the department coordinator to propose a content that would contribute significantly to the graduate's profile.
Chemical Reaction Engineering	VI	After the analysis, it is suggested to remove the bioreactors topic and include topic 9 of the book.
Particulate solids engineering	VI	The content is adjusted to cover more topics and it is suggested to have the space available to carry out the lab testing.
Separation Operations and New Technologies	VII	The topic of separation cascades is a topic that could be important, the idea is to review if it is contemplated in another subject or if it would be appropriate to include it, as well as the topic of adsorption. Regarding batch distillation, it will be included in the second cut within the topic of complex and multicomponent distillations.

SUBJECT	TERM	ADJUSTMENTS TO THE COURSE PLAN*
Process and Product Design I	VII	It is suggested to reduce the time to review the theory related to product design in order to start working on process and plant design. Strengthen relationships with industry in order to work on projects of interest to them.
Biotechnology	VII	The subject requires more specific content in microbial biotechnology (including environmental issues), weekly laboratory sessions and resources to perform modern practices (synthetic biology, molecular biology, scaling).
Process Dynamics and Control	VIII	It is pertinent to complement the content with advanced control strategies.
Process and Product Design II	VIII	The development of projects that go hand in hand with the industry should be sought, achieving an accompaniment by them during the development of these, both in the product and in the process and plant.
Modeling and Simulation in Chemical Engineering	VIII	The course modules are not divided into unit operations. There is no course with which a comparison of more than 30% can be made. The simulation course can be focused on using a commercial simulator or on generating and solving mathematical models, taking into account the profile of the graduate I consider the holistic approach to simulation as a strength for the beginning of the course.

\* Textual comments prepared by the subject coordinators.

After this activity, the professors of the subjects located in the same semester and in subsequent semesters, reviewed the plan suggested by the coordinator and analyzed the proposal, identifying the topics that were necessary for the full development of their subjects and verified that there was no redundancy and/or deletion of knowledge necessary for the development of the competencies of each of them. The teachers who reviewed the plans, expressed in written form the recommendations and requests from the profile of each subject.

After the feedback stage, the coordinating professors made new adjustments to the final topics, consolidating course plans that were ordered and aligned with all the program's subjects.

# Teachers living curriculum

The second stage of the exercise corresponded to the teacher training process, which was divided into two main areas: curriculum management and pedagogical-didactic reinforcement, which were carried out in parallel.

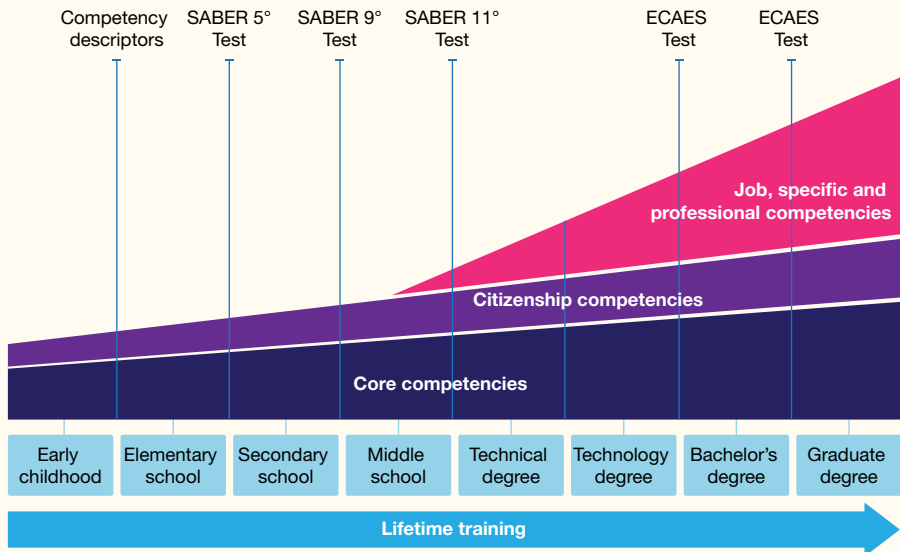
Regarding curriculum management, the first activity, called **competencies**, consisted of two main tasks: on the one hand, to declare the competencies of the program and their levels, and on the other hand, to corroborate and declare the competencies of each subject. The above, with the purpose of promoting in the teachers, the development of skills required to act as curriculum managers, in this phase, different activities were planned, executed and evaluated, in order to verify the appropriation by the participants.

To declare the competencies of the program, a workshop was held in which the framework of the subject was presented, starting with the definition of competencies attributed to Tobón, 2015, who states that they are contextualized general processes, referring to the performance of the person, within a given area of human development. They are oriented towards suitability in the performance of activities and problem solving, and are supported by achievement indicators, as a way of establishing their training in stages.

For the MEN, competencies are abilities, performances and skills that are developed throughout life and, as the years of education go by, the development of different types and levels of competencies is promoted, as illustrated in Figure 1 below.

131

FIGURE 1. DEVELOPMENT OF COMPETENCES



Taken from: Ministry of National Education, 2010

Due to the above, evaluating the complete development of a competency during an academic program is not an easy task and much less feasible, so the Learning Outcomes (LO), recognized at Universidad de La Sabana as Intended Learning Outcomes (ILO), are established as the mechanism through which the development of competencies during a formative period is evaluated (Ministry of National Education, 2019b).

132

In the workshop that was developed, the student outcomes declared by the Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET), a non-governmental / non-profit organization dedicated to the accreditation of applied science, computer science, engineering and technology programs, taking into account that the CE program received accreditation in 2019 (ABET, 2020). There are seven LOs, they are written as skills that students perform, related to: *problem solving, engineering design, communication, ethics, teamwork, development of experiments and acquisition of new knowledge*. Additionally, the inclusion of four competencies suggested in the workshop on Learning Outcomes for engineering programs, held in November 2019 and organized by the Ministry of National Education and

ACOFI (ACOFI, 2019), related to: *second language, innovation and creativity, research and project management, were put under consideration of the professors.*

The methodology developed in this activity consisted of organizing working groups, as shown in Figure 2, and through a SWOT analysis strategy, the 11 competencies were validated and drafted according to the needs and scope of the program.

FIGURE 2. TEACHERS DEVELOPING A TRAINING WORKSHOP AT THE LIVING LAB - ADPORTAS



The competencies were numbered from 1 to 11 and all courses applied this numbering, thus allowing systematization and follow-up in each semester and throughout the program, seeking their continuous and permanent development, see Table 4.

TABLE 4. DECLARED COMPETENCIES FOR THE CE PROGRAM

	COMPETENCY
1	Identify, formulate and solve complex engineering problems through the application of engineering principles, science and mathematics.
2	Apply engineering design to generate solutions that address specific needs with considerations to public health, safety and welfare, as well as global, cultural, social, environmental and economic factors.
3	Communicate effectively with a range of audiences.
4	Recognize ethical and professional responsibility in engineering situations and make informed decisions, considering the impact of solutions in the global, economic, environmental and social context.
5	Work effectively in a team whose members jointly demonstrate leadership, create a collaborative and inclusive environment, set goals, plan tasks and achieve objectives.
6	Develop and conduct appropriate experiments, analyze and interpret data, and use engineering judgment to generate conclusions.
7	Acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.
8	Conduct research through appropriate knowledge and methods, analysis and interpretation of data and synthesis of information.
9	Proficient in English for technical communication.
10	Incorporate the concepts of planning and administration in the management of a project.
11	To act with an innovative, entrepreneurial and creative spirit in problem solving.

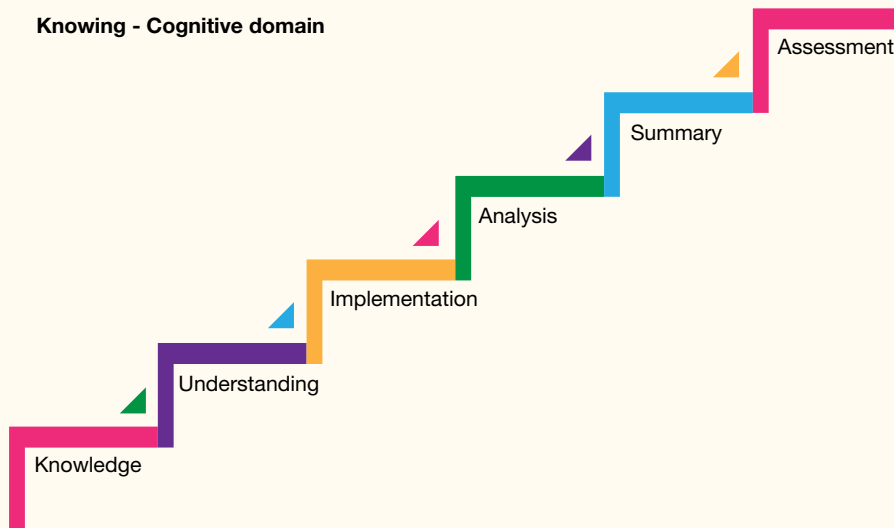
The next step was to establish the levels of competencies, for which it was important to recognize that the essence of a competency is to integrate knowledge in the same action: cognition, skills and values, which many authors recognize as knowing, doing and being (Manassero-Mas & Vázquez-Alonso, 2020). A characteristic that has been recognized of competencies is that their development

is achieved with a progressive performance, which can be understood as levels of competence, so that, if it is intended to achieve that students develop a competence, it is necessary to work on it little by little, increasing the demand and hierarchy of the tasks they must perform to demonstrate their acquisition (Sánchez et al., 2018).

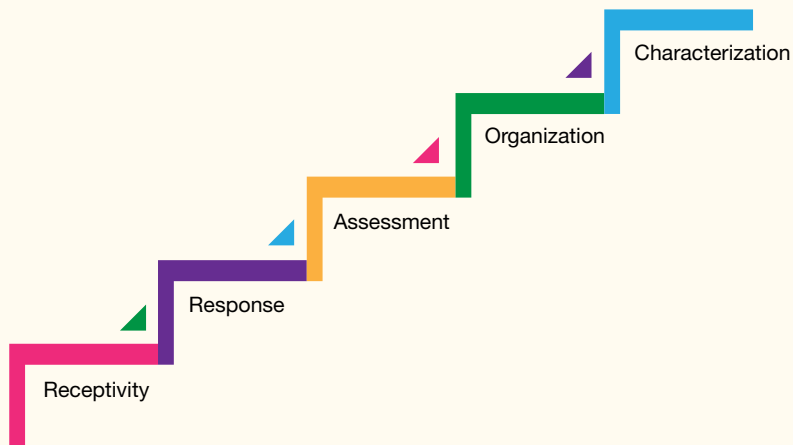
Based on the above, and understanding that the competencies must be developed throughout the program in a gradual and increasing manner, it was proposed to define three levels of development that advance as the terms go by: *introduction, reinforcement and emphasis*.

To develop the exercise, the teachers were presented with the conceptual framework showing the orders of thought related to the cognitive, socio-affective and psychomotor domains, following the taxonomy proposed by different authors.

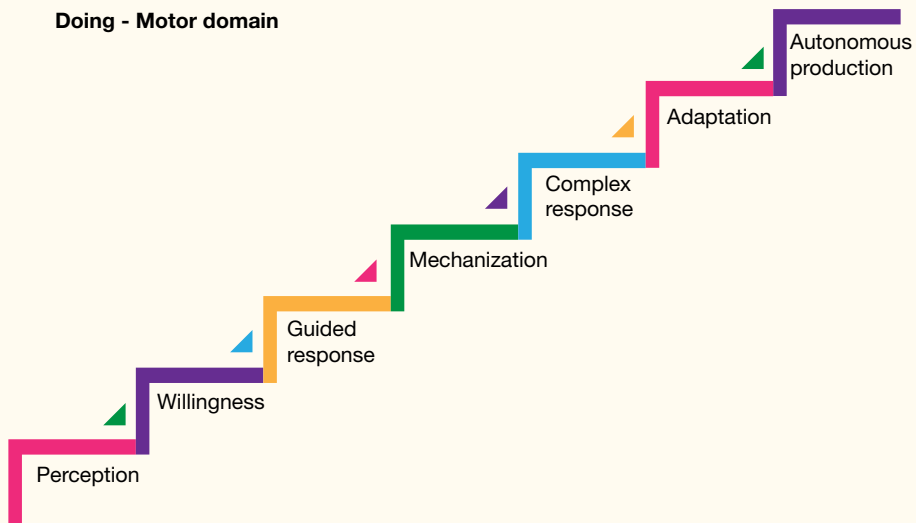
FIGURE 3. DOMAINS AND ORDERS OF THOUGHT



### Being - Socio-affective domain



### Doing - Motor domain

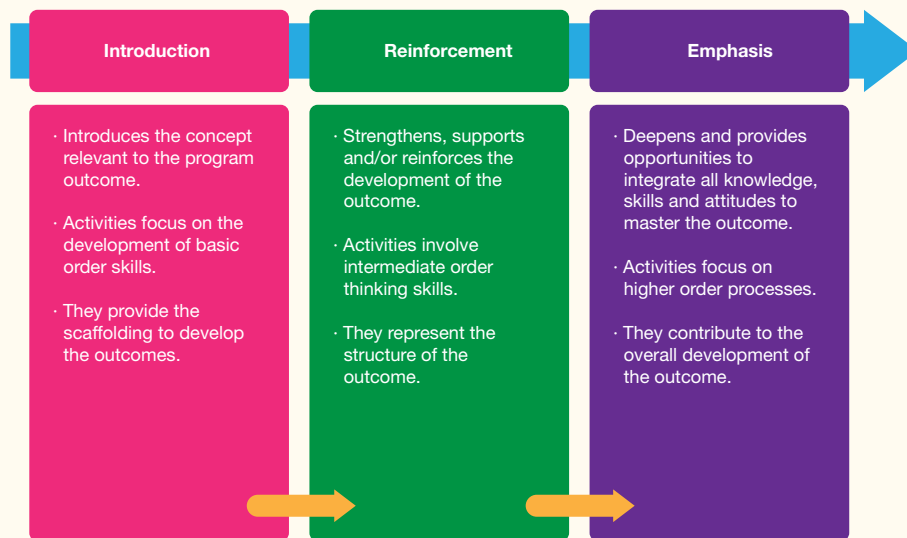


136

In addition, the general characteristics of the three proposed levels were presented: *introduction, reinforcement and emphasis* (Figure 4).



FIGURE 4. LEVELS OF COMPETENCE DEVELOPMENT



In order to achieve the definition of the level of competencies, teachers were provided with a compilation of actions proper to the different levels of each of the competencies, information that was structured from various writings, in which the verbs are related according to the domains of thought: cognitive, socio-affective and psychomotor (Bloom, 1977; Sánchez-Contreras, 2019; Guzmán Duchén, 2007; Churches, 2009; Hoque, 2016; Sönmez, 2017; Ferris & Aziz, 2005).

Table 5 lists the verbs selected for the different levels of each competency.

137

TABLE 5. VERBS RELATED TO THE LEVELS OF COMPETENCES

	COMPETENCE	VERBS		
		INTRODUCTION	REINFORCEMENT	EMPHASIS
1	Problem solving	Solve, calculate, construct, complete, apply, determine	Compare, question, debate, discuss, pose, model	Argue, evaluate, explain, assess, justify, validate, produce, select
2	Engineering design	Propose, design, test, devise, plan	Argue, evaluate, model, sizing, select	Optimize, refine, design

	COMPETENCE	VERBS		
		INTRODUCTION	REINFORCEMENT	EMPHASIS
3	Effective communication	Receive, recognize, follow, identify, classify, understand	Contribute, Evaluate, Guide, Interact, Justify, Present	Criticize, defend, argue, convince, debate, influence, challenge
4	Ethical responsibility	Recognize, identify, accept, cooperate, respond	Allow, participate, assist, collaborate	Advise, criticize, decide, defend, change, advocate
5	Teamwork	Attend, assist, help, cooperate, allow, contribute	Propose, assume, contribute, interact, distribute	Manage, coordinate, direct, facilitate, plan, simplify, consolidate
6	Conduct experiments	Repeat, replicate, check, select, develop, recognize, process, rehearse, interpret	Analyze, compare, question, debate	Propose, evaluate, standardize, escalate
7	Acquire and apply new knowledge	Present, compile, summarize, synthesize, tabulate, differentiate	Structure, appropriate, write, calculate, complete, choose	Apply, resolve, communicate, expose, validate
8	Research	Review, define, cite, list, synthesize	Classify, deduce, differentiate, discriminate, adapt, propose, use, compare	Build, argue, estimate, recommend, predict, assess
9	Second language	listen, read, understand	Write, draft, structure, build	Speak, express, grasp, think, understand
10	Projects management	Manage, administer, distribute, include, delegate, structure, plan	Delimit, propose, restructure, enforce, estimate	Anticipate, decide, project, monitor, improve, optimize, implement
11	Innovation	Suggest, innovate, propose	Create, evaluate, rehearse, model	Optimize, assemble, build, manufacture

The methodology that was developed consisted of forming working groups among the participating professors and distributing the competencies among the groups, so that the same competency was worked on in two different groups. The professors had 100 minutes to discuss three aspects: the profile of the graduate, the competencies of the program and the value proposition of the institution, in

order to resolve the question: What characteristics define each of the levels of the competencies analyzed?

*Graduate Profile:* The Chemical Engineering graduate from Universidad de La Sabana is a comprehensive professional who develops and leads organizations that provide goods and/or services, integrating the principles of green engineering and modeling and simulation tools for the design of products and processes.

After some time, the groups presented their proposals and after a debate, the characteristics of each of the levels of competencies were established, which are listed in Table 6.

TABLE 6. CHARACTERISTICS OF THE LEVELS OF COMPETENCIES

	COMPETENCE	CHARACTERISTICS		
		INTRODUCTION	REINFORCEMENT	EMPHASIS
1	Identify, formulate and solve complex engineering problems through the application of engineering principles, science and mathematics.	Apply mathematical and analytical tools specific to engineering.	Analyze and compare solutions of a problem considering its constraints.	Argue the chosen solution taking into account the context.
2	Apply engineering design to generate solutions that address specific needs with considerations to public health, safety and welfare, as well as global, cultural, social, environmental and economic factors.	Establish needs and determine design constraints.	Explore and model engineering design alternatives.	Optimize and document the final design.

	COMPETENCE	CHARACTERISTICS		
		INTRODUCTION	REINFORCEMENT	EMPHASIS
3	Communicate effectively with a range of audiences.	Present in oral or written form information developed in an engineering context.	Present information in oral or written form evaluating engineering relationships.	Argue engineering proposals to different types of audiences.
4	Recognize ethical and professional responsibility in engineering situations and make informed decisions, considering the impact of solutions in the global, economic, environmental and social context.	Recognize regulations and norms that govern engineering, showing interest in knowing contemporary aspects related to engineering and science.	Evaluate current and emerging technologies and their impact on economic, ethical and environmental aspects.	Decide on engineering solutions with regard to their effect on the local and global environment, public safety and quality of life.
5	Work effectively in a team whose members jointly demonstrate leadership, create a collaborative and inclusive environment, set goals, plan tasks and achieve objectives.	Cooperate effectively and empathetically in assigned activities within the work team.	Assume specific roles within the work team.	Empathetically direct assigned activities.
6	Develop and conduct appropriate experiments, analyze and interpret data, and use engineering judgment to generate conclusions.	Recognize the variables involved in an experiment and executes it following a guide.	Analyze data and experimental results using computer tools.	Evaluate experimental results in a given context.

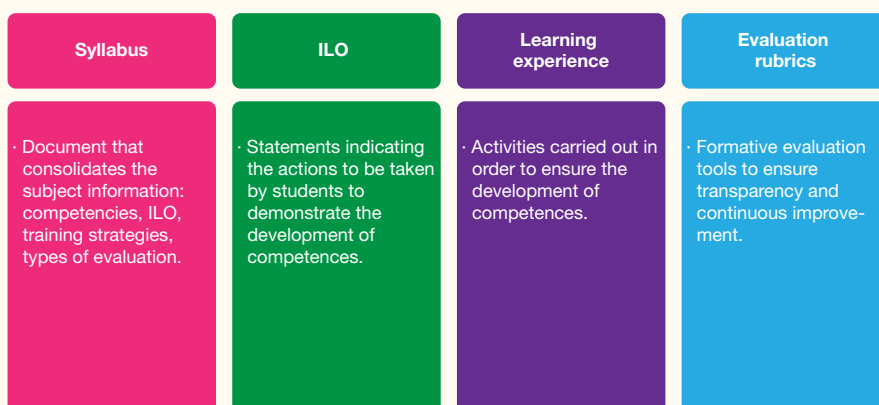
	COMPETENCE	CHARACTERISTICS		
		INTRODUCTION	REINFORCEMENT	EMPHASIS
7	Acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.	Present new knowledge acquired through new learning strategies.	Structure new knowledge acquired through new learning strategies.	Incorporate new knowledge acquired through different learning strategies in the development of specific topics.
8	Conduct research using appropriate knowledge and methods and properly analyze and interpret information.	Identify research problems and methodologies through literature review.	Propose objectives and activities to conduct research.	Analyze the results obtained by developing previously designed experiments.
9	Effective second language communication with oral and written proficiency.	Understand the main ideas of a document in a second language.	Draft basic documents from written and audiovisual sources.	Effectively express technical information in oral and written form.
10	Manage projects using resources appropriately.	Apply methodologies for project structuring and monitoring, including feasibility.	Propose a project considering realistic assumptions and constraints.	Fully manage a project.
11	Act with an innovative, entrepreneurial and creative spirit in problem solving.	Identify societal needs and opportunities for innovation and entrepreneurship.	Propose strategies that respond to the identified need or opportunity.	Evaluate the feasibility of the design, proposal or model.

At the end of this work session, the competencies of the program, the levels of the competencies and the different actions to be developed by the students to demonstrate their acquisition at the different levels were declared.

## Implementing curriculum coherence

The second activity of the curriculum management stage consisted of guiding the coherence exercise, framed in 4 axes, as detailed in Figure 5:

FIGURE 5. ELEMENTS OF CURRICULUM COHERENCE



142

An effective curriculum coherence exercise relates to: the statement of competencies, which corresponds to the actions that must be developed for students to achieve the training purposes and are related to the achievement of the graduate's profile; *the definition of Learning Outcomes*, that are achievable, executable and measurable; *the implementation of learning activities or experiences*, that promote the appropriation and application of knowledge, and the *execution of formative evaluation activities*, that allow monitoring the progress in meeting the objectives, in addition to ensuring permanent feedback and continuous improvement of the process, all of the above, recorded in the syllabus, a master document that formalizes the information of the subject.

## Intended Learning Outcomes

*Intended Learning Outcomes* – ILO, as mentioned in the chapter: Foundations (page 9), are currently the curricular element that is implemented to determine the achievement of the training purposes, Ballesteros (2020), recognized in his writing that the Learning Outcomes must correspond to the actions that a typical student must perform after living a learning experience and for there to be transparency and quality in the process, there must be clarity and coherence between the expected outcomes, the strategies and the evaluation. To this end, this stage consisted of aligning the courses, for that purpose, it was necessary for the teachers to assume the role of curriculum managers and to be trained in the design of the necessary elements to carry out the articulation.

ILOs are the verifiable statements that students should know, understand and be able to make as a result of an activity, subject or program. Their role in the formative process is related to clarity, transparency and qualification, and their adequate formulation is the basis for the estimation of academic credits. It has been shown that LOs facilitate the planning and organization processes of institutions, in addition to serving as a link between methodologies and evaluation. Finally, they can be considered as a guide for professors and students (Center for Teaching Development, 2018).

At the national level, ILOs are useful in qualification alignment processes, to guide the job market and provide information to employers on future professionals. Internationally, they facilitate comparison between countries, are a tool for student mobility and allow recognition of academic achievements (Ortiz and Gonzalez, 2021).

It is important not to confuse ILOs with training objectives; a comparison between them is presented below (Table 7).

TABLE 7. COMPARISON BETWEEN ILOS AND TRAINING GOALS

	ILO	GOALS
Characteristics	Related to the student and his or her achievements. They are assessable and observable.	Related to the teacher's intentions. Statements indicating contents, approaches, methodologies, among others.
Example	Describe the different reaction mechanisms.	To introduce students to the basic principles of chemistry.
Verbs	Action: Relate Choose Modify Identify	Passive: Know Understand Comprehend Grasp

Generally speaking, ILOs must meet the following characteristics (Nava et al., 2014):

Be clearly defined, so as to avoid ambiguities.

Be observable and evaluable, establishing clear follow-up criteria.

Be feasible and achievable, challenging students.

Be designed to ensure appropriateness and relevance, achieving pertinence.

Be directly related to the competences of the program, ensuring coherence.

Correspond to the degree of process, adjusting to the level of competence.

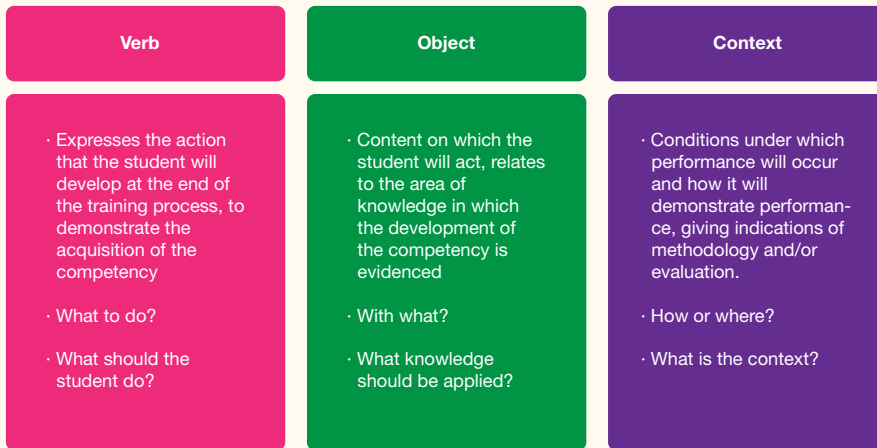
Unlike the competencies, the ILOs indicate the level of development of the training purposes, understanding that they respond to a permanent process, related to transcending through different levels of deepening, which continuously guarantee the appropriation of knowledge and its application in different contexts. For the Universidad de La Sabana University, the ILOs allow us to describe a competency through its components and direct the planning of the teaching and learning processes through which the means for their achievement are made available, thus to report on how far students have progressed from what they are expected to know and demonstrate according to what was planned and executed (Vice President's Office for Academic Processes and Social Projection, 2021).



# ILO Formulation

ILOs are configured with three components, as shown in Figure 6 (ANECA, 2013; Quintana et al., 2019).

FIGURE 6. ILO COMPONENTS



## The verb

Ideally there should be only one verb, which should be written in the infinitive. If additional verbs are required to support the demonstration, they are used in the gerund. It is important to keep in mind that the main verb should have the highest level in the different domains: cognitive, socio-affective and psychomotor. It must be an action verb and correspond to the level of the competence being developed (ANECA, 2013; Nava et al., 2014).

In the wording, it is necessary to avoid verbal periphrases that complicate comprehension, for example: “propose a design”, a phrase that can be replaced by the action verb “to design”, since ILOs must be concise, avoiding unnecessary embellishments.

For the formulation of the ILOs, the list of verbs consigned in table 5 can be taken as a reference, it is worth recognizing that a verb is not exclusive to a

competence, level or category, the difference lies mainly in the object and the context that frames the stated result, as shown in table 8.

TABLE 8. EXAMPLES OF VERBS

COMPETENCE	LEVEL	MAIN VERB	COMPLEMENTARY VERBS
Problem Solving	Introduc-tion	To Solve	calculating, planning
Engineering Design	Reinforce-ment	To Argue	proposing, evaluating
Teamwork	Emphasis	To Defend	Presenting, Identifying, Acknowl-edging

## The object

The content represents knowledge, topics, attitudes, actions, among others. It is convenient that the ILO makes reference to the content in a clear and defined way, so that there is no confusion. For the Universidad de La Sabana, the object is the knowledge on which the student has to act (Vice President’s Office for Academic Processes and Social Projection, 2021).

146

## The context

The context, is recognized as the framework in which the learner performs the action, must be observable and represent evidence that the competency has been developed (Quintana et al., 2019). In some cases, the wording of the ILO includes both the “how” and the “what for”.

Figure 7 below presents a series of steps that could be useful in the ILO drafting process.

FIGURE 7. STEPS FOR ILO WRITING

Identify the subject competency and level of development (introduction, reinforcement or emphasis) for which the ILO is to be written.

Choose the main verb that represents the action to be performed by the student, to demonstrate the development of the competence and write it in the infinitive.

Recognize the object on which the action will be performed and describe it clearly and concisely.

Write the context by relating the conditions under which the action is to be performed, the "how" and/or "what for". If in the context it is necessary to specify supporting actions, the wording of the verbs is done followed by "comma" and in gerund, in such a way that they are differentiated from the main action.

Now, table 9 shows examples of the construction of some ILO's.

TABLE 9. ILO EXAMPLES

VERB + OBJECT + CONTEXT		
COMPE- TENCE	LEVEL	ILO
Problem solving	Introduc- tion	To calculate the specific volume, using the equations of state, to establish properties of thermodynamic systems.
Problem solving	Rein- forcement	To establish energy costs, calculating the amount of usable energy from the first law of thermodynamics.

Problem solving	Emphasis	To <b>select</b> the best operating conditions in terms of pressure and temperature, <b>comparing</b> entropy values.
-----------------	----------	---

COMPE-TENCE	LEVEL	ILO
Conduct experi-ments	Introduc-tion	To <b>replicate</b> the heat transfer test on a liquid at rest in contact with air, <b>following</b> the instructions and reporting the results.
Conduct experi-ments	Rein-forcement	To <b>analyze</b> the information obtained by comparing two heat transfer mechanisms, <b>developing</b> the experiments and applying the given restrictions and assumptions.
Conduct experi-ments	Emphasis	To <b>propose</b> a laboratory test to manipulate velocity and record temperature, <b>quantifying</b> heat flow in a shell and tube heat exchanger.

COMPE-TENCE	LEVEL	ILO
Ethical Re-sponsibility	Introduc-tion	To <b>recognize</b> the regulations related to chemical waste, <b>identifying</b> responsible and environmentally friendly disposal processes.
Ethical Re-sponsibility	Rein-forcement	To <b>propose</b> strategies for chemical waste disposal, <b>relating</b> the social, economic and environmental impact.
Ethical Re-sponsibility	Emphasis	To <b>dispose</b> , responsibly, of chemical waste, <b>applying</b> current regulations, minimizing the social, economic and environmental impact.

148

Finally, the intended learning outcomes are numbered according to the competency they respond to and in ascending order according to the number

declared for each one. The foregoing, with the idea of facilitating the relationship of the results with the evidence and the performance of the students.

The good writing of the ILOs ensures the understanding by all the actors of the academic process of the task that the students must perform to demonstrate the development of the competencies and thus, direct the actions that must be implemented to ensure the achievement of the formative purposes.

## Evaluation Rubrics

Before consolidating the information related to the design of evaluation rubrics, it is necessary to clarify some terms. *To measure*: process by which a numerical value is assigned to a learning result achieved by a student during a period. *To estimate or grade*: the concrete action of making a judgment on what students have learned. *To evaluate*: comprehensive and systematic process through which information is collected in a methodical and rigorous way, in order to know, analyze and judge a training activity (ANECA, 2013; Viñas-Diz et al., 2020).

On the other hand, there are three types of evaluation. *Self-evaluation*: performed by the student himself/herself. *Co-evaluation*: it is carried out jointly or mutually, among peers or peers, and *Heteroevaluation*: performed by the teacher or trainer (Mendoza et al., 2021). Three types of evaluation have been generalized. *Diagnostic evaluation*: it is carried out before the training process, in order to identify the ideas and previous knowledge on which the new knowledge will be anchored. *Summative or punitive evaluation*: it is carried out in order to promote or certify at the end of a training cycle, to check the development of competencies, and finally, *Formative evaluation*: it is carried out within the formative process to evaluate progress, allows decisions to be made and influence the evaluated population (Van der Kleij et al., 2015).

Formative evaluation has three main characteristics (Giraldo and Hoyos, 2015), which are formalized in Table 10.

TABLE 10. CHARACTERISTICS OF FORMATIVE EVALUATION

PARTICIPATORY	CLEAR	CONTEXTUALIZED
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Student-centered.</li> <li>• Orienting, regulating and motivating.</li> <li>• It is not exclusive.</li> <li>• Reflection for improvement.</li> <li>• Dialogic, processual and permanent.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Has a defined purpose.</li> <li>• Responds to competencies and Learning Outcomes.</li> <li>• It is transparent and previously disclosed.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulates an environmental event that provides learning characteristics.</li> <li>• Provides arguments to infer strengths and weaknesses.</li> <li>• Makes the student aware of and responsible for his process.</li> </ul>

In general, formative evaluation involves the collection of evidence that is used to monitor and analyze the process that students are going through. When implementing a formative process, the evaluator should question the following aspects:

- What competence will be evaluated?
- What learning outcome is to be evaluated?
- How and when will it be evaluated?
- What are the evaluation criteria that students will demonstrate?
- What evidence is needed to show that students have achieved the goals?
- What will be done with the results?

After solving each of the questions, we proceed to construct the evaluation rubric, known as matrices, which should evaluate the ILOs that respond to the competencies.

Evaluation rubrics promote reflection, provide clear feedback on the scope, and present transparency in the process and final outcome. Two types of rubrics have been identified, holistic and analytical (Jönsson et al., 2021). The former corresponds to global rubrics, they make an integrated assessment of the student's performance, without specifying the components of the process, they are very general. In the second case, analytical rubrics evaluate performance by parts, components or specific topics, they are more specific and include indicators.

## Rubric development

Rubrics should have a robust structure, i.e., they should be applicable to any test, the idea is that the rubric responds to an ILO and not to a specific test. They are an instrument that guarantees the transparency of the evaluation and allows establishing the level of performance, so that the rubric should always seek to value each of the efforts made by the students to demonstrate their skills.

Within the research process developed in the Chemical Engineering program, in the Department of Chemical and Biotechnological Processes, a work session was held with the participation of all the professors associated with the department, with the participation of permanent and tenured professors. A total of twelve professionals were presented with the rubric as an evaluation tool, and it was proposed to establish the number of performance levels to be included, defining the percentage value for each one of them.

In order to carry out the activity, anonymized rubrics from different higher education institutions with four and five levels were shared. The reason why in the evaluation process it would be favorable not to handle five levels and thus break the link between the levels and the traditional grade in the range of 1 to 5 was debated.

After a lengthy discussion, the percentages were established, as shown in Table 11:

TABLE 11. PERCENTAGES OF PERFORMANCE LEVELS

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
20 %	50 %	80 %	100 %

Finally, on the recommendation of the President of the university, the levels should have names that would motivate the students and not belittle their performance, so students from different semesters were invited to propose several names that could be used to refer to the progressive development of the competencies. Table 12 shows the students' proposals

TABLE 12. PROPOSED NAMES FOR DIFFERENT PERFORMANCE LEVELS

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
Bad	Regular	Good	Superior
Basic	Medium	Advanced	Excellent
Novice	Intermediate	Progressive	Expert
Beginner	Learner	Extra	Supreme
Deficient			God

In the end, after a vote, the following names were chosen (Table 13)

TABLE 13. NAMES OF RUBRIC PERFORMANCE LEVELS

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
Novice	Learner	Proficient	Expert

Performance levels were generally defined in Table 14.

TABLE 14. CHARACTERISTICS OF PERFORMANCE LEVELS

NOVICE	LEARNER	PROFICIENT	EXPERT
The student misrecognizes the topic or addresses the question incorrectly.	The student recognizes the subject matter, addresses the question, but does not develop it.	The student recognizes the subject matter, correctly addresses the question, executes a development, but does not achieve the expected result.	The student recognizes the subject matter, correctly addresses the question, develops it and obtains the expected result.

It is worth clarifying that there is a category that is not related within the rubric and corresponds to the student who does NOT perform any activity that



demonstrates the development, even if it is minimal, of the competency. In this case, the student's performance will be a *Deserter*, that is, a deserter of the rubric, it is necessary to leave him/her out of the rubric since he/she cannot be included in the evaluation process because the rubric values the actions that the student DOES perform, which is why his/her percentage will be zero.

Figure 8 shows a series of steps that lead to the construction of the rubrics.

FIGURE 8. STEPS FOR THE DEVELOPMENT OF THE RUBRICS



Subsequently, the rubrics were constructed, an example of which is shown in Table 15.

TABLE 15. EXAMPLE OF A RUBRIC CONSTRUCTED WITHIN THE FRAMEWORK OF THE PROJECT

COMPE- TENCE	ILO	INDICATOR	NOVICE	LEARNER	PROFI- CIENT	EXPERT
Identify, formulate and solve complex engineering problems through the application of engineering principles, science and mathematics	<b>Justify</b> the information obtained from solving problems related to thermodynamic cycles, calculating thermodynamic properties of pure substances and mixtures.	<b>Justify</b> the difference between the data obtained from the calculation of thermodynamic cycle efficiencies.	It shows some calculations of thermodynamic cycle efficiencies.	Correctly calculates thermodynamic cycle efficiencies.	Partially <b>justifies</b> the difference between the data obtained from the correct calculation of the thermodynamic cycle efficiencies.	Fully <b>justifies</b> the difference between the data obtained from the correct calculation of the thermodynamic cycle efficiencies.
Rubric analysis						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• The wording of the rubric shows coherence thanks to the alignment between the verbs that define the activities to be performed by the students in the ILO, the indicator and the level of highest performance.</li> <li>• The indicator is written starting with an infinitive verb, which indicates the level of development of the competency.</li> <li>• All performance levels begin with an action verb in the present tense, which indicates the main action to be demonstrated by the students.</li> <li>• It includes adverbs of quantity and quality, which allows establishing the level of development of the competence.</li> <li>• It has no periphrasis.</li> <li>• It is not written in negative.</li> </ul>						

154

Finally, to ensure the appropriation by the teachers, the anonymized rubrics from different universities were presented to them as examples (table 16), the purpose was that the teachers learned to identify weaknesses and strengths, developing a criterion for the construction of their own matrices.

TABLE 16. EXAMPLES OF RUBRICS

COMPETENCE	INDICATOR	DEFICIENT	ACCEPTABLE	PROFICIENT	EXCELLENT
Critical thinking	Shows a critical attitude towards reality: he/she wonders why things happen.	Does not show any type of critical spirit: he/she never questions situations.	Questions certain situations of reality, but he/she is unable to make judgments.	Wonders the why of things and investigates to get answers.	Reflects and investigates the why of things and finds argued answers.
<b>Source:</b> Anonymous university rubric					
RUBRIC ANALYSIS					
<p><b>Strengths:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• It is related to a competency.</li> <li>• It is evident that the demand increases with the level of performance.</li> </ul> <p><b>Weaknesses:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The rubric does not indicate which learning outcome it responds to.</li> <li>• There is no evidence of coherence between the indicator and the actions to be performed by students at the different performance levels.</li> <li>• The verb of the indicator is written in the present tense and is of a low cognitive level with respect to the action to be performed by students with the highest level of performance.</li> <li>• The actions at the performance levels are worded distinctly, which devalues the instrument.</li> <li>• The highest performance level is worded with two main verbs (to reflect and to investigate), which is inappropriate for evaluation.</li> <li>• The highest performance level has a supporting verb (to argue) of a higher cognitive level than the main verbs.</li> <li>• The Good performance level has a supporting verb (to investigate) of higher cognitive level than the main verb (to ask).</li> <li>• The Deficient level is written in negative, contradicting the purpose of the rubric which is to evaluate the actions that the student performs, if eventually a student does not demonstrate the performance of any action it is necessary to leave him/her out of the rubric with an assignment of 0%.</li> </ul>					

DIMENSION	DEFICIENT	ACCEPTABLE	GOOD	EXCELLENT
Apply the law of conservation of mass.	Not clear in the process to determine the amount of an element in different samples.	Presents some inaccuracies in determining the amount of an element in a sample.	Shows clarity in determining substances in different samples	Demonstrates proficiency in determining amounts of substance in different samples

**Source:** Anonymous university rubric

#### RUBRIC ANALYSIS

##### **Strengths:**

- It is evident that the demand increases with the level of performance.
- The Acceptable, Good and Excellent levels are written in a similar way, beginning with an action verb in the present tense.

##### **Weaknesses:**

- The rubric does not relate to a competency.
- The rubric does not indicate which learning outcome it responds to.
- There is no evidence of consistency between the indicator (dimension) and the actions to be carried out by students at different performance levels.
- The verb of the indicator is written in the present tense and is of a higher cognitive level (to apply) than the action that students must carry out at the highest level of performance (to demonstrate).
- The difference between the Good level (shows clarity) and the Excellent level (shows mastery) is not evident.
- The Acceptable Performance Level is written in terms of what is done poorly and should be in terms of what is done well.
- The Deficient level is written in negative, contradicting the purpose of the rubric, which is to evaluate the actions that the student performs.
- The complement of the action is not unified, which may lead to confusion.

INDICATOR	DEFICIENT	ACCEPTABLE	GOOD	EXCELLENT
To present arguments to support the thesis.	There are no arguments to support the thesis.	Supporting arguments are found, but they are insufficient to sustain the thesis.	Presents arguments for the thesis, there is a relationship between them and the main idea.	Presents supporting arguments for the thesis and they are sufficient to sustain it.

**Source:** Anonymous university rubric

RUBRIC ANALYSIS

**Strengths:**

- It is evident that the requirement increases with the level of performance.
- The Good and Excellent levels are written in a similar way, starting with an action verb in the present tense.
- There is coherence between the verb of the indicator and the verb of the higher levels.

**Weaknesses:**

- The rubric does not relate to a competency.
- The rubric does not indicate which learning outcome it responds to.
- The indicator verb is written in the present tense and should be in the infinitive.
- There is no clear difference between the Good and Excellent levels.
- The Acceptable performance level is poorly worded as it assesses an action to be taken by the teacher (find) and not an action to be taken by the student.
- The Acceptable Performance Level is written in terms of what is done poorly and should be in terms of what is done well.
- The Deficient level is written in negative, contradicting the purpose of the rubric, which consists of evaluating the actions that the student performs. If a student does not demonstrate the performance of any action, it is necessary to leave him/her out of the rubric with an assignment of 0%.

## Rubric reading

A special situation arises when interpreting the rubric. In general, it is usually read from left to right, in the same way that the level or performance increases, although this is common practice, it is not the best way to do it. To understand this statement, it is important to be clear that the rubric is transparent and

completely objective, it should not lend itself to ambiguities, assumptions or misinterpretations, for this it is necessary that the reading is done from right to left, that is, start with the highest level of performance, so that it is evaluated that the student has accurately and completely performed the activity related to the level, if not, he/she should be moved to the previous level. Similarly, if the student does not meet the specifications of the level being evaluated, he/she should be downgraded.

This rubric reading methodology avoids the subjective component of the evaluation, since for a student to be categorized in a given level, he or she must meet the level specifications. To better explain this idea, an example is presented below, using the rubric indicator presented in Table 15.

Indicator: **Justify the difference between the data obtained from the calculation of thermodynamic cycle efficiencies.**

If in the test designed to evaluate the indicator in question, the student in the evidence provided demonstrates to have correctly performed the calculations of the thermodynamic cycle efficiencies and presents a poorly argued justification, the evaluation should be performed as follows:

*Level Expert: Fully justifies the difference between the data obtained from the correct calculation of the thermodynamic cycle efficiencies.*

According to the evidence, did the student accurately and completely fulfill the activity described in the level? The answer is: NO, the student did calculate correctly but did not fully justify, his performance does not demonstrate the Expert level, which is why he should be downgraded to the Proficient level.

*Level Proficient: Partially justifies the difference between the data obtained from the correct calculation of the thermodynamic cycle efficiencies.*

Based on the evidence, Did the student accurately and fully complete the activity described in the level? The answer is: YES, the student calculated correctly and partially discussed the difference between the data.

The success in the use of the rubrics lies in the fact that their design is so robust and accurate, that it does not allow confusion, that it includes the evaluation of all the possible solutions presented by the students as evidence of the achievement of the competence.

## Learning experiences

Learning experiences are generated in different ways: the *Natural Way*, in which a phenomenon or reality is interpreted in a given context, without any mediation, entering into a dialogic process with nature, and the *Intentional Way*, which correspond to those that are mediated by the planning of pedagogical-didactic strategies by teachers, which aim to transform behavior and contribute to the learning process (Ruiz and Gamboa, 2016), may or may not make use of Information and Communication Technologies (ICT), generating an organized collection of works and documents, which reflect the student's process and performance, in relation to the Learning Outcomes (Ruiz and Gamboa, 2016).

Regarding didactic strategies, authors such as (Tobón, 2009; Tobón and López, 2009; García and Tobón, 2009), refer that “they are logical constructions designed to guide the learning and teaching of competencies at different educational levels. They are based on procedures composed of a set of stages that aim to facilitate student learning” (p.16).

For the process of learning by competencies, it is proposed to select some of the following strategies or experiences:

### Portfolio

For Briceño and Gamboa, (2011) the portfolio is a “pedagogical strategy that allows the collection of evidence of classroom processes, in addition to this, it opens the opportunity to maintain a dialogue between students and teacher, becoming the axis of collaborative work between them. The systematization of the activities that take place in the classroom makes it possible to recognize the student's work, as well as their progress or setbacks” (p.85).

Within the research process, the portfolio was configured as an organized collection of works and documents previously selected by the teacher, which reflect the student's process and performance in relation to the Learning Outcomes.

### Presentation

It is a strategy that has been implemented for decades in the academic environment, generating controversy around it, because the leading role sometimes remains in the exhibitor; it is recognized as the speech of the teacher who manages

in the classroom and whose purpose is to develop a theme. Therefore, it should be accompanied by other techniques to verify the effectiveness of the communicative process.

For Castro, (2017) the exposition is configured with oral and/or written speeches, which are based on argumentation, description and narration, making use of language and writing, configuring the oral and written presentation. The process has been assumed as the presentation of synthesized information in an organized manner in front of the learning group, following guidelines previously established by the teacher.



160

## Case study

The case study allows the evaluation of a particular situation, real or created, which raises a series of questions that must be resolved. The questions should be open-ended so that the answers allow for academic discussions.

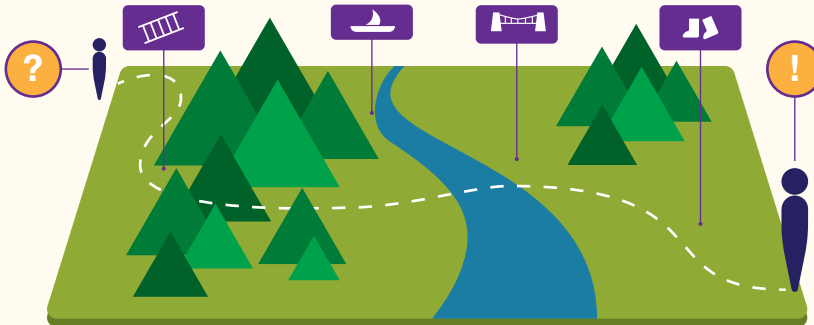
In this regard, Gamboa in 2017 presents the case study as a learning strategy feasible to be addressed in three stages: identification, decision making and problem solving, which raise thought processes, by means of hierarchization of the problems associated with the case analyzed, favoring actions that allow to reduce the negative impact on the actors involved, which favors the acquisition of skills as precursors of competences.





## Simulation or simulator-based learning

Simulators enable the representation of real situations in which the performers establish various qualitative or quantitative conditions to modify the values of variables or factors, and thus verify hypotheses and conditions of the problem (Restrepo et al., 2013). They can be part of virtual or face-to-face learning environments.

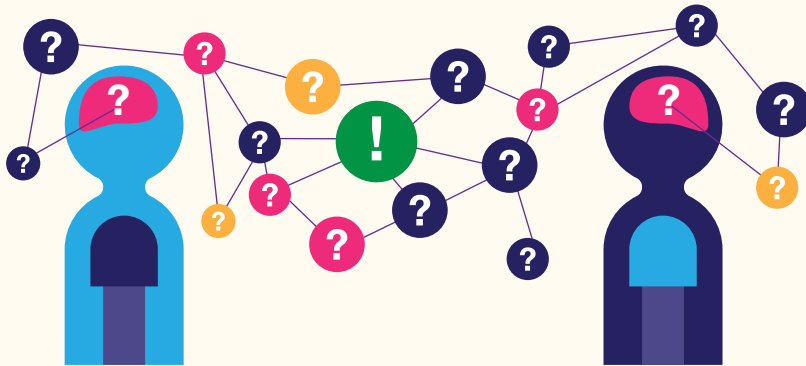


On the other hand, simulation in an intentional learning environment is configured through the recreation of a real situation in which a problem is proposed to be solved by assuming specific roles, facilitating teamwork.

## Problem-Based Learning

The Problem Based Learning (PBL) strategy is considered an active learning strategy because first the problem is presented, the learning needs are identified, and the situation and information that will contribute to the solution are analyzed.

In this regard, Marra et al. (2014) state that PBL is “a type of active, student-centered teaching methodology that is characterized by producing student learning in the context of solving an authentic problem” (p. 221). This is complemented by Barbosa et al. (2018) when they point out that, in this experience, the integration of theory and practice is promoted, together with the cognitive and behavioral dimensions, since it is preferably solved through teamwork.

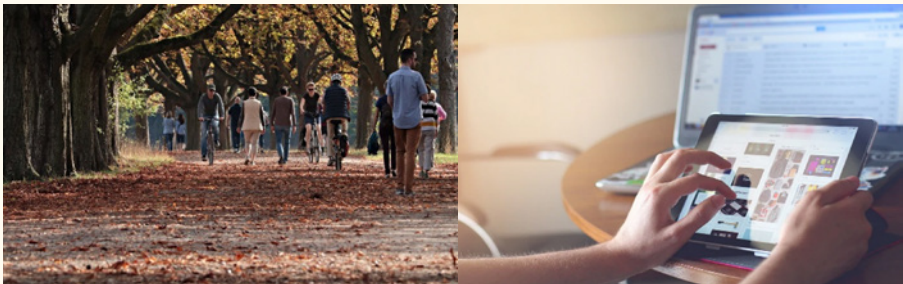


In the framework of the research, PBL was assumed as an experience that proposes the resolution of a real problem with an impact on the environment of the profession, applying the knowledge acquired during the development of a course.

## Environment-Based Learning

162

The strategy is based on the proposal called Personal Learning Environments (PLEs) where students plan their learning process, focusing on three questions: what to learn, why to learn and how to learn, emphasizing self-regulated learning (Adell and Castañeda, 2010; Valtonen et al., (2012).



For the process, it was defined as the development of learning in contexts different from the traditional ones, using the resources of the environment as knowledge material and learning facilitators.

## Challenge-Based Learning

Challenge Based Learning (CBL) proposes an experience from the approach of a problematic situation, which must be solved from the choice of a challenge. It has its origins in experiential learning (Gaskins et al., 2015). It seeks the interaction of a group of people to propose a solution, acquiring in the process hard and soft skills, in this regard Akella (2010) points out that learning experiences that mix cognitive and behavioral aspects, lead to self-improvement.

The strategy is proposed as learning mediated by the intention to meet a challenge, which is formulated in an environment under the experimentation of a real and significant problematic situation.



163

## Task-Based Learning

The Task-Based Learning (TBL) proposal aims, in part, to focus the leading role on the student, and reduce the role of the teacher, who no longer only through oral and written communication presents topics, becoming a mediator and planner. For Esquicha (2018), the strategy can start with the approach of simple tasks and gradually assign more complex ones, generating motivation in the students, who understand in the execution of the process and develop the skills necessary for the achievement of a given competency.



## Scenario-Based Learning

For Ahumada (2013), the concept of learning by doing is materialized in Scenario-Based Learning (SBL) because students are involved in the learning experience, preserving their interests and motivating them. SBL consists of a pedagogical design in which an authentic or artificial scenario is the basis for learning, teaching and evaluation activities. Students must assume a role and develop an activity that demands the demonstration of specific skills.

164

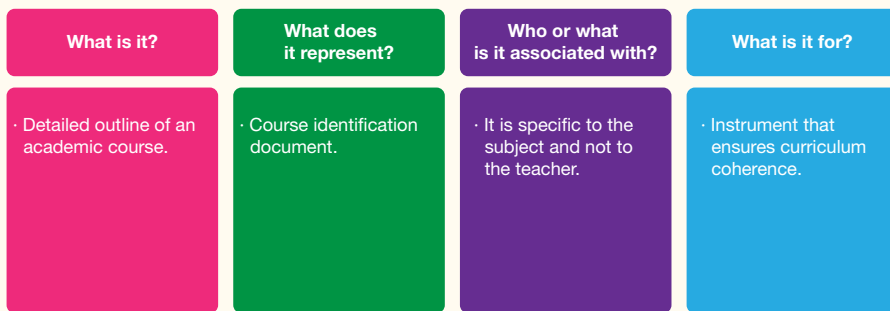


# Syllabus

The curriculum management phase was consolidated with the organization of the syllabus. In order to develop this task, the teachers were presented with a general concept of the syllabus and the elements that define it.

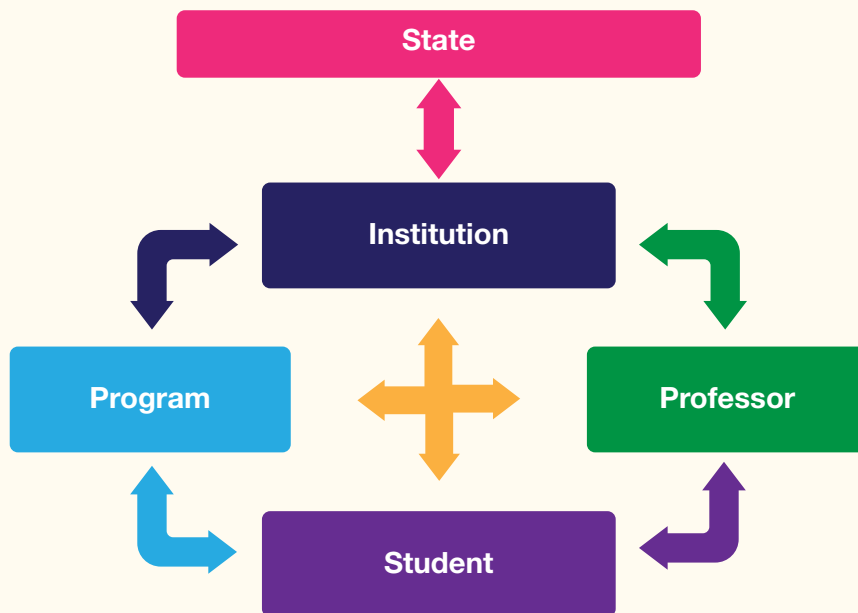
The syllabus is a support document for all the actors involved in the training process, where the particularities of a subject or course are clearly expressed, as shown in Figure 9, which describes the characteristics of the syllabus.

FIGURE 9. SYLLABUS GENERAL FEATURES



The syllabus assumes the figure of a formal contract that declares the characteristics, contributions and commitments of a training course (Barros-Morales et al., 2018). It acts in all directions, generating a commitment between the different actors of the educational process, Figure 10 shows the relationship between the parties that associates the syllabus. It is important that all the actors recognize the syllabus as a formal document, which must be fully complied, and a very important point is that evidence must be generated to demonstrate its compliance.

FIGURE 10. THE SYLLABUS, AN ELEMENT OF INTERACTION BETWEEN THE EDUCATIONAL ACTORS.



One of the fundamental purposes of carrying out an exercise of curriculum coherence in an academic unit is to ensure that professors recognize themselves as curriculum managers, to this end, it is important that they know the basic concepts of the curricular levels, which are described in Table 17.

166

TABLE 17. CURRICULUM LEVELS (ROMERO ET AL., 2020; MERO ET AL., 2018).

Macro curriculum	<p>Government                      First level of curricular concreteness                      It expresses the conception of education and its purposes as seen from the educational system, headed by the Ministry of National Education (MEN). It refers to the regulations generated to guarantee the quality of education. It includes the control and regulation of the processes within the institutions. Inspired by social needs in the short and medium term.</p>
------------------	---

Meso curriculum	<p>Entity</p> <p>Second level of curricular concretion</p> <p>Corresponds to directors and teachers, it is related to the curricular design of the programs developed in specific contexts and responding to the needs of society.</p>
Micro curriculum	<p>Classroom</p> <p>Third level of curricular concretion</p> <p>It is the responsibility of the teacher and contains the basic curricular elements, being the unit that relates the teaching-learning process.</p> <p>It identifies competencies, results, strategies, evolution, among many others.</p>

The syllabus plays the role of a communication medium, in which all the information related to the subject, the competencies that are developed, the Learning Outcomes that students are expected to achieve, the contents, the learning strategies that are implemented, the assessment tools and the references are safeguarded (Jones & VanScoy, 2019).

Complementing this, the syllabus is considered as a learning tool that contains the aspects that the actors of the educational process must know in order to promote with the students the skills, abilities and competencies of the subject, in other words, it is a guide of the formative process and a reliable source of information (Farrow & Leathem, 2021).

## Elements included in the syllabus

In general terms, Table 18 shows the information related to a syllabus.

TABLE 18. SYLLABUS ELEMENTS

GENERAL INFORMATION	CURRICULUM INFORMATION
Name of the subject	Prerequisites
Learning Environment	Corequisites
Course ID	Course description
Language	Competencies - level - description
Credits	Intended Learning Outcomes
Direct teaching hours	Thematic areas - topics
Independent work hours	detailed contents
Department	Didactic strategies
Academic Unit	Evaluation strategies
Academic Program	Bibliography

168

## Results

The training process ended with the consolidation of documents generated by each of the teachers who participated in the study.

The following is an example of the work developed in the subject of General Chemistry I (figure 11). The syllabus, which consolidates most of the curricular elements, specifically the competencies and the intended learning outcomes; the learning experience, where some activities are related to develop the competencies of the course and finally; the evaluation rubric, which establishes the performance criteria that students are expected to demonstrate.



# Syllabus

FIGURE 11. SYLLABUS - GENERAL CHEMISTRY I


**Universidad de La Sabana**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA

**DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS**  
**SYLLABUS DE QUÍMICA GENERAL I**

**INFORMACIÓN GENERAL**

Ambiente de Aprendizaje:		Asignatura - Química General I			
No. de Catálogo:	21102	ID Curso:	013299	Tipo de Ambiente de aprendizaje:	Teórico
Créditos:	3	Carácter de los créditos:	Troncal	Idioma:	Español
Semestre:	I				
Hora 144	Horas de docencia directa:	80	Horas de trabajo independiente:	64	
Departamento:	Procesos Químicos y Biotecnológicos	Unidad:	Facultad de Ingeniería	Programa Académico:	IQ, IM, IPA y Licenciatura en Ciencias
Prerrequisitos: RPA previos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar conocimientos básicos en matemáticas</li> <li>• Comprender y analizar información</li> <li>• Resolver operaciones usando la calculadora</li> </ul>		Prerrequisitos: RPA simultáneos	No aplica	
Para el desarrollo adecuado del curso el estudiante debe tener la capacidad de:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar nuevas ideas y plasmarlas en un escrito</li> <li>• Adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Comprometarse éticamente</li> <li>• Seguir instrucciones</li> </ul>		Para el desarrollo adecuado del curso el estudiante debe adquirir la capacidad de:		


 DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS  
 SYLLABUS DE QUÍMICA GENERAL I

**DESCRIPCIÓN DEL CURSO**

El curso de Química General I pertenece al subcampo de formación científica dentro del campo básico o de fundamentación del plan de estudio de los programas de Ingeniería: Química, Industrial, Producción Agroindustrial, Civil y Mecánica y el programa de Educación: Licenciatura en Ciencias Naturales. El curso tiene como propósito alcanzar los conocimientos, habilidades y destrezas sobre materia y energía; propiedades, interacciones y transformaciones; logrando la comprensión cualitativa de los principios químicos que le permitan interpretar situaciones problemáticas, argumentar y proponer soluciones a las mismas, en el contexto de su profesión; promoviendo el desarrollo de competencias relacionadas con aplicación de conocimiento, resolución de problemas, trabajo en equipo e innovación.

**COMPETENCIAS**

El curso de Química General I contribuye en el desarrollo de las siguientes competencias:

Competencia	Nivel	Descripción
1. Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias y matemáticas.	Introducción	El estudiante resuelve problemas, aplicando conocimientos de química general, formulando estrategias para solucionarlos usando técnicas y herramientas apropiadas, identificando variables y algunas restricciones y reportando la respuesta con significancia y aproximación.
5. Trabajar efectivamente en un equipo cuyos miembros de manera conjunta demuestran liderazgo, se crea un ambiente colaborativo e inclusivo, se establecen metas, se planifiquen actividades, y se alcancen objetivos.	Introducción	El estudiante trabaja efectivamente dentro de un grupo de compañeros de diferentes disciplinas, recopilando información de calidad, cumpliendo con las funciones de su rol en el equipo, participando de forma activa, escuchando y aportando.
11. Actuar con espíritu innovador, emprendedor y creativo en la solución de problemas.	Introducción	El estudiante propone alternativas innovadoras en situaciones básicas del contexto formativo, que evidencian el aprendizaje de conceptos químicos.


 DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS  
 SYLLABUS DE QUÍMICA GENERAL I

**RESULTADOS PREVISTOS DE APRENDIZAJE**

Al finalizar la asignatura el estudiante será capaz de:

- 1.1. Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas.
- 5.1. Trabajar efectivamente en equipo, en el desarrollo de un proyecto de aprendizaje experiencial que incorpora los resultados previstos de aprendizaje desarrollados en la asignatura.
- 11.1. Proponer una alternativa innovadora a una situación básica del contexto formativo, que evidencie la apropiación de conceptos de química básica.

**EJES TEMÁTICOS**

1. Medición: magnitudes, conversión, densidad, porcentajes, precisión y exactitud.
2. Conceptos Químicos: materia, átomo y periodicidad.
3. Lenguaje Químico: moléculas, compuestos, fórmulas, nomenclatura y reactividad.
4. Interacción Química: enlace y fuerzas moleculares.
5. Estados de la Materia: sólidos, gases y líquidos.
6. Soluciones: soluciones, propiedades ácido-base y propiedades coligativas.
7. Introducción a la Termoquímica: energía, calor, cambios de estado, entalpía, calorimetría.

**CONTENIDO DETALLADO**

Eje Temático	Tema	Contenido Detallado
	Introducción	Presentación de la asignatura, desarrollo del curso, porcentajes, metodología, reglas.
Medición	Medición	Medir (qué, cómo, para qué, tipos, formas), unidades y magnitudes fundamentales y derivadas, múltiplos y submúltiplos, sistemas de medida (ingles, internacional), cifras significativas, reglas de aproximación, notación científica, factores de conversión, análisis dimensional, precisión y exactitud, Densidad, porcentajes, temperatura (construcción de escalas), resolución de ejercicios en contexto ingenieril.
Generalidades de Química	Materia	Clasificación de la materia (sustancias puras y mezclas), propiedades, cambios y estados de la materia, técnicas de separación de mezclas.


 DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS  
 SYLLABUS DE QUÍMICA GENERAL I

Átomo	Teoría atómica, configuración electrónica (representativos y transición interna), partículas subatómicas (proton, neutrón y electrón), iones, isótopos e isóbaros, ubicación en la tabla periódica (grupo y período).
Periodicidad	Ley periódica, grupos (representativos, transición y transición interna), tendencias generales (metales, no metales, metaloides, oxidación y reducción, estados de oxidación, jones más probables), propiedades periódicas (radio, energía de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad).
Moléculas y Compuestos	Gramos, moles, moléculas, átomos, número de Avogadro, composición porcentual, relaciones másticas y molares.
Funciones Químicas	Funciones Químicas, grupos funcionales, óxidos, anhídridos, hidruros, ácidos, sales, hidruros y peróxidos. Nomenclatura (tradicional, stock y sistemática).
Lenguaje Químico	Fórmulas Químicas (mínima y molecular), Determinación de las fórmulas a partir de porcentajes y relaciones másticas y molares.
Reactividad	Ecuaciones Químicas: partes (reactivos, productos, coeficientes), tipos (combinación, descomposición, sustitución simple y doble), clases (reversible e irreversible), actividad (tanto y algebraico), cantidad de reactivos y producto, reactivo limitante, reactivo en exceso y porcentaje de rendimiento.
Sólidos	Propiedades del estado sólido, tipos de sólidos. Celdas unitarias, redes cristalinas y fundamentos de cristalografía. Cálculo de densidad y volumen.
Interacción Química	Generalidades de: enlaces iónicos, enlace covalente polar, apolar y coordinado y enlace metálico. Estructuras de Lewis, relación del enlace con las propiedades de los compuestos. Carga formal. Momento dipolar. Geometría molecular. TREC.P.

ESTADOS DE LA MATERIA	
Fuerzas Intermoleculares	Fuerzas intermoleculares: Fuerzas de dispersión de London, dipolo-dipolo, puentes de hidrógeno, redes metálicas, redes covalentes, redes iónicas. Relación de las fuerzas con las propiedades físicas de las sustancias.
Gases	Teoría Cinética molecular de los gases. Leyes de los gases: Boyle, Charles, Gay Lussac, Avogadro, combinada, Dalton. Ecuación de estado de los gases ideales. Ley de Graham. Diferencias entre gases reales y gases ideales.
Líquidos	Teoría cinética molecular de los líquidos. Propiedades de los líquidos (viscosidad, tensión superficial, presión de vapor, ebullición). Ecuación de Clausius-Clapeyron.
Introducción a la Termodinámica	
Energía	Formas y transformaciones de energía. Química verde y energías alternativas.
Conceptos Termodinámicos	Temperatura, entalpía y calor. Diagramas de fases.
Calorimetría	Calor específico, curvas de calentamiento y enfriamiento.
Soluciones	
Soluciones	Tipos de soluciones, clasificación de las soluciones, solubilidad. Formas de expresar la concentración de las soluciones (molaridad, molaridad, normalidad, fracción molar, porcentajes, partes por millón). Diluciones.
Propiedades Ácido - Base	Formación de electrolitos, indicadores ácido-base, conceptos de pH, escala de pH y pOH, ácidos y bases fuertes. Ácidos y bases débiles, aplicación de $K_a$ y $K_b$ .
Propiedades Coligativas	Definición de las propiedades coligativas. Aumento en el punto de ebullición, disminución del punto de congelación, presión de vapor y presión osmótica.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**  
 Química General I se desarrolla a través de actividades que promueven la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes con un acompañamiento permanente y progresivo por parte del profesor. El método de evaluación comprende un proceso

continuo mediante la aplicación de actividades como talleres, problemas en contexto, quices, parciales, mapas conceptuales, entre otros, los cuales tienen como finalidad establecer el grado de apropiación de conocimiento y el desarrollo de las habilidades y destrezas relacionadas con las competencias que adquieren los estudiantes durante este curso.

En Química General I los estudiantes tienen a su disposición tres espacios, el primero corresponde al tiempo presencial en el que el profesor implementa estrategias didácticas propias de su quehacer y que buscan el desarrollo de las competencias, presentado temáticas, resolviendo ejercicios en contexto y aplicando estrategias de aprendizaje experiencial. El segundo espacio representa el trabajo independiente, tiempo en el que el estudiante desarrolla actividades para la apropiación de los saberes mediante la resolución de problemas en contexto, talleres o pruebas diseñadas por el profesor que sirven no solo como instrumentos de aprendizaje sino también como evidencias de evaluación del proceso formativo. Por último, el espacio de refuerzo, tiempo extra clase en el que el estudiante puede acudir a monitorías o tutorías, las primeras desarrolladas por estudiantes de semestres superiores, que adquieren las competencias de la asignatura y que además tienen facilidad para transmitirlos, en las que se aclaran dudas, resuelven problemas contextualizados y se refuerzan temáticas, facilitando el desarrollo de las competencias; las monitorías son horas de atención que disponen los profesores que imparten la asignatura, diferentes a las horas presenciales, en las que los estudiantes pueden aclarar dudas.

**ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN**  
 Química General I se evalúa de manera formativa, en la que se reconoce el proceso que adelanta cada estudiante, recogiendo evidencias que son usadas por los profesores para realizar una retroalimentación continua a los estudiantes, la cual les permite incidir de manera positiva sobre el proceso formativo. Dentro de la evaluación formativa se utiliza la rúbrica, una herramienta que permite evaluar de manera objetiva, rápida y de calidad, en la que se definen criterios de desempeño y se establece de manera clara las habilidades y destrezas que el estudiante debe demostrar respecto a un tema, permitiendo evaluar el desarrollo de las competencias. Las rúbricas se establecen de acuerdo con los resultados previstos de aprendizaje y se les dan a conocer a los estudiantes antes de aplicar las pruebas de evaluación, evocando la transparencia en el proceso.

Por otro lado, la evaluación se convierte en una oportunidad para promover el desarrollo de competencias blandas como la ética y el trabajo en equipo, de manera que durante el semestre se penaliza aquellas acciones que pongan en entredicho la ética de los estudiantes, como el plagio, las cuales son sancionadas acorde al reglamento estudiantil.

**BIBLIOGRAFÍA**

Chang, R., & Goldsby, K. A. (2017). *General chemistry: The essential concepts* (12th Edition). New York: McGraw Hill.

Whitten, K., Davis, R., Peck, L., & Stanley, G. (2017). *Chemistry* (10th edition). Boston: Cengage.

Brown, T. L., Bursten, B. E., Murphy, C.J, Lemay H.E. & Woodward P.M. (2014). *Química: la ciencia central* (12ª edición). Pearson: Prentice Hall.

**GESTIÓN DE CALIDAD DE DOCUMENTACIÓN**

Código	Elaborado por	Fecha
FF-DPOB-21102-2020-SYLL	Solina Paola Vera Mourey	1.0
Etapas	Aprobado	24/06/2020
Revisado por	Mannel Fernando Valero	02/07/2020
Aprobado por	Yenny Lim Caceron Lee	

The following are the main elements that make up the curriculum coherence described in the syllabus: in Table 19, the competencies; in Table 20, the ILOs; in Table 21, the learning experience; and in Table 22, the rubric.

## Competences

The competencies assigned for the General Chemistry I course were 1, 5 and 11. The assignment of competencies was based on the premise that all courses should respond with at least one cognitive and one socio-affective competency, in this case problem solving and teamwork, respectively.

TABLE 19. COMPETENCIES DEVELOPED IN THE COURSE GENERAL CHEMISTRY I

Course: General Chemistry I, contributes to the development of the following competencies:		
COMPETENCY	LEVEL	DESCRIPTION
To Identify, formulate and solve complex engineering problems through the application of engineering principles, science and mathematics.	Introduction	The student solves problems, applying knowledge of general chemistry, formulating strategies to solve them using appropriate techniques and tools, identifying variables and some restrictions and reporting the answer with significance and approximation.
5. To Work effectively in a team whose members jointly demonstrate leadership, create a collaborative environment, and even set goals, plan activities, and achieve objectives.	Introduction	The student works effectively within a group of peers from different disciplines, gathering quality information, fulfilling the functions of his/her role in the team, participating actively, listening and contributing.
11. To act with an innovative, entrepreneurial and creative spirit in problem solving.	Introduction	The student proposes innovative alternatives in basic situations of the formative context, which evidence the learning of chemical concepts.

# Intended Learning Outcomes

The intended learning outcomes are numbered as 1.1, 5.1 and 11.1, taking into account that they respond to competencies 1, 5 and 11, respectively, it is important to notice that the subject: General Chemistry I, has declared only one ILO for each competency, but, if the curricular design requires more outcomes, these would be numbered in ascending order starting with the number of the competency.

TABLE 20. INTENDED LEARNING OUTCOMES OF THE COURSE: GENERAL CHEMISTRY I

AT THE END OF THE COURSE THE STUDENT WILL BE ABLE TO:
Solve disciplinary problems by applying properties, concepts and chemical laws. 5.1. Work effectively in a team to develop an experiential learning project that incorporates the intended learning outcomes developed in the subject. 11.1. Propose an innovative alternative to a basic situation of the formative context, which evidences the appropriation of basic chemistry concepts.

172

## Learning Strategy

In the subject: General Chemistry I, two experiential learning strategies were proposed. On the one hand, PBL-based work (see page 46), to develop competency 1, where students must generate a solution to a problem related to the context of their disciplinary training (Figure 12). On the other hand, CBL-based experience (see page 47), for competencies 5 and 11, where students must present a solution to a challenge that seeks to contribute to the SDGs (Sustainable Development Goals).

FIGURE 12. LEARNING STRATEGY FOR GENERAL CHEMISTRY I


 DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE QUÍMICA GENERAL I		FACULTAD DE INGENIERÍA
<b>Título</b>	ECA - Evaluación de competencias adquiridas	
<b>Competencia</b>	1. Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias y matemáticas.	
<b>RPA</b>	1.1. Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas.	
<b>Estrategia</b>	Estudio de caso	
<b>Descripción de la actividad</b>	Se diseña un caso de estudio enmarcado en un contexto disciplinar, para cada estudiante, el cuál debe ser resuelto de forma individual y utilizando todas las herramientas académicas y multimedia disponibles.	
<b>Metodología</b>	Durante el corte cada estudiante debe buscar ciertas características de un compuesto químico relacionado con los ODS (objetivos de desarrollo sostenible), información que compartirá a través de una base de información.	
	Usando la información consultada, se diseña un caso de estudio en el que el estudiante debe aplicar las leyes químicas para resolverlo.	
	La solución debe ser consignada en un documento a manera de presentación que se usa como apoyo para realizar un video corto en el que se debe explicar claramente la forma en la que se solucionó el caso de estudio.	
<b>Tiempo de desarrollo</b>	Los estudiantes tienen 24 h para resolver el caso de estudio.	
<b>Recursos</b>	Bases de datos para consultar información, dispositivos electrónicos y software multimedia.	

TABLE 21. LEARNING EXPERIENCES DEVELOPED IN  
THE COURSE GENERAL CHEMISTRY I

TITLE	EAC - EVALUATION OF ACQUIRED COMPETENCIES	BECHALLENGE: A CHALLENGE TO WORK TOGETHER AND INNOVATE
Competence	I. To identify, formulate and solve complex engineering problems through the application of engineering principles, science and mathematics.	5. To work effectively in a team whose members jointly demonstrate leadership, create a collaborative and inclusive environment, set goals, plan activities, and achieve objectives. II. To act with an innovative, entrepreneurial and creative spirit in problem solving.
ILO	I.I. To solve disciplinary problems by applying properties, concepts and chemical laws.	5.I. To work effectively as a team in the development of an experiential learning project that incorporates the intended learning outcomes developed in the course. II.I. To propose an innovative alternative to a basic situation of the formative context, which evidences the appropriation of basic chemistry concepts.
Strategy	Case study	Challenge-based learning
Description of activity	A case study framed in a disciplinary context is designed for each student, which must be solved individually and using all available academic and multimedia tools.	A challenge is proposed to be solved by the students in teams, in which they must apply the knowledge acquired in the course, proposing innovative solutions.

TITLE	EAC - EVALUATION OF ACQUIRED COMPETENCIES	BECHALLENGE: A CHALLENGE TO WORK TOGETHER AND INNOVATE
Methodology	<p>During the grading period, each student must search for certain characteristics of a chemical compound related to the SDGs (Sustainable Development Goals), information that will be shared through an information base.</p> <p>Using the information consulted, a case study is designed in which the student must apply the chemical laws to solve it. The solution should be recorded in a presentation document that is used as a support for a short video that clearly explains how the case study was solved.</p>	<p>At the beginning of the term, in the awareness class, the challenge is presented to the students, which they must develop in teams that are created randomly, the rules are established and a document is handed out specifying the activities that must be related in 7 stages. The BeChallenge platform and MS Teams channels are used as support.</p> <p>Phase 1. Discovery: recognize the dynamics of the work and establish name, slogan and logo.</p> <p>Phase 2. Ideation: Propose solution ideas.</p> <p>Phase 3. Initial solution: propose a solution to the challenge.</p> <p>Phase 4. Feedback: perform a partial evaluation of the solution.</p> <p>Phase 5. Partial solution: propose an adjusted solution.</p> <p>Phase 6. Final Solution: final delivery of the challenge.</p> <p>Phase 7. Evaluation: assess the work done by the peers.</p>
Development time	Students have 24hs to solve the case study, at the end of every grading period.	10 weeks
Resources	Databases to consult information, electronic devices and multimedia software.	BeChallenge platform, MS Teams, electronic devices, activity consignment formats.
Assessment	A heteroevaluation process will be carried out using a rubric.	Self-assessment, co-assessment and hetero-assessment are carried out, using a rubric.


TITLE	EAC - EVALUATION OF ACQUIRED COMPETENCIES	BECHALLENGE: A CHALLENGE TO WORK TOGETHER AND INNOVATE
Supporting documents	The document containing the solution of the problem and the video with the explanation will be collected.	In each phase students must submit different activities and formats according to their team assignment and the video presentation of the solution to the challenge.

## Evaluation Rubric

The rubric of General Chemistry I (Figure 13 and Table 22), shows the indicators that were written for each ILO that respond to the different competencies of the course. The number of indicators depends on the manager who designs the document. The rubric indicators are numbered in ascending order in order to facilitate feedback to the students within the formative evaluation processes.



FIGURE 13. EVALUATION RUBRIC FOR THE SUBJECT GENERAL CHEMISTRY I

 Universidad de La Sabana		DEPARTAMENTO DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS <b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN QUÍMICA GENERAL I</b>	
COMPETENCIA	RPA	INDICADOR	
1. Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias y matemáticas.	1.1. Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas.	1. Resolver problemas disciplinares, aplicando las leyes de la química	
1. Identificar, formular y resolver problemas complejos ingenieriles mediante la aplicación de principios de la ingeniería, ciencias y matemáticas.	1.1. Resolver problemas disciplinares aplicando propiedades, conceptos y leyes químicas.	2. Resolver problemas disciplinares aplicando los conceptos químicos	
5. Trabajar efectivamente en un equipo cuyos miembros de manera conjunta demuestren liderazgo, se cree un ambiente colaborativo e inclusive, se establezcan metas, se planifiquen actividades, y se alcancen objetivos.	5.1. Trabajar efectivamente en equipo, en el desarrollo de un proyecto de aprendizaje experiencial que incorpora los resultados previstos de aprendizaje desarrollados en la asignatura.	3. Cooperar efectiva y empáticamente en el desarrollo de un proyecto de ABP.	
11. Actuar con espíritu innovador, emprendedor y creativo en la solución de problemas.	11.1. Proponer una alternativa innovadora a una situación básica del contexto formativo, que evidencie la apropiación de conceptos de química básica.	4. Proponer una alternativa innovadora a una situación básica del contexto formativo, que evidencie la apropiación de conceptos de química básica.	

NOVATO	APRENDIZ	BUENO	EXPERTO
20%	50%	80%	100%
Identifica algunas de las variables del problema disciplinar.	Propone una estrategia de solución del problema disciplinar, basado en los conceptos de las leyes de la química.	Resuelve problemas disciplinares correctamente, aplicando las leyes de la química.	Resuelve problemas disciplinares correctamente, aplicando las leyes de la química, expresando el resultado con la significancia y aproximación correcta.
Identifica algunos de los conceptos químicos relacionados con el problema disciplinar.	Propone una estrategia de solución basada en los conceptos químicos.	Resuelve problemas disciplinares aplicando los conceptos químicos.	Resuelve problemas disciplinares correctamente aplicando adecuadamente los conocimientos y las propiedades químicas.
Realiza algunas tareas aisladas.	Participa en las actividades relacionadas con el proyecto de curso.	Coopera con en el desarrollo de las actividades relacionadas con el proyecto de curso, propendiendo por el logro de los resultados.	Coopera efectiva y empáticamente con el desarrollo de las actividades relacionadas con el proyecto de curso, propendiendo por el logro de los resultados.
Presenta ideas sobre el tema.	Realiza un prototipo ya existente sobre el contexto.	Propone una alternativa creativa a una situación del contexto, evidenciando la apropiación de conceptos.	Propone una alternativa innovadora y creativa a una situación del contexto, evidenciando la apropiación de conceptos básicos.

TABLE 22. EVALUATION RUBRIC FOR THE COURSE GENERAL CHEMISTRY I

COMPETENCE	ILO	INDICATOR	NOVICE	LEARNER	PROFICIENT	EXPERT
1. To identify, formulate and solve complex engineering problems through the application of engineering principles, science and mathematics.	1.1. To solve disciplinary problems by applying chemical properties, concepts and laws.	1. To solve disciplinary problems, applying the laws of chemistry.	Identifies some of the variables of the disciplinary problem.	Proposes a solution strategy for the disciplinary problem, based on the concepts of the laws of chemistry.	Solves disciplinary problems correctly, applying the laws of chemistry.	Solves disciplinary problems correctly, applying the laws of chemistry, expressing the result with the correct significance and approximation.
1. To identify, formulate and solve complex engineering problems through the application of engineering, science and mathematical principles.	1.1. To solve disciplinary problems by applying properties, concepts and chemical laws.	2. To solve disciplinary problems by applying chemical concepts.	Identifies some of the chemical concepts related to the disciplinary problem.	Proposes a solution strategy based on chemical concepts.	Solves disciplinary problems by applying chemical concepts.	Solves disciplinary problems correctly applying knowledge and chemical properties.

COMPETENCE	ILO	INDICATOR	NOVICE	LEARNER	PROFICIENT	EXPERT
5. To work effectively in a team whose members jointly demonstrate leadership, create a collaborative environment, and even set goals, plan activities, and achieve objectives.	5.1. To work effectively as a team in the development of an experiential learning project that incorporates the intended learning outcomes developed in the course.	3. To cooperate effectively and empathetically in the development of a PBL project.	Performs some isolated tasks.	Participates in activities related to the course project.	Cooperates with the development of the activities related to the course project, aiming for the achievement of results.	Cooperates effectively and empathetically with the development of the activities related to the course project, aiming for the achievement of results.
11. To act with an innovative, entrepreneurial and creative spirit in problem solving.	11.1. To propose an innovative alternative to a basic situation of the formative context, which evidences the appropriation of basic chemistry concepts.	4. To propose an innovative alternative to a basic situation of the formative context, which evidences the appropriation of basic chemistry concepts.	Presents ideas on the subject.	Makes an existing prototype on the context.	Proposes a creative alternative to a context situation, evidencing the appropriation of concepts.	Proposes an innovative and creative alternative to a context situation, showing the appropriation of basic concepts.

## Applying what has been learned

Having defined a pathway in which the professors of the chemical and biotechnological processes department experienced the curriculum, internalizing, appropriating and applying it, a final challenge was devised to evaluate the reproducibility of the route in a different learning environment. For this purpose, we worked with the Master's Degree in Education, in the problem nucleus called Educational Praxis. The program is offered by the National Open and Distance University of Colombia (UNAD), with valid registration from November 2019 to November 2026, featuring nationwide coverage, distance modality and virtual methodology, 45 academic credits, with 15 courses and an average number of students per academic period of 120.

The Educational Praxis core aims to “Strengthen academic spaces that promote the construction of knowledge that encourage the appropriation of the foundational knowledge of education and educational research from the framework of Education for All” UNAD (2018), it is configured with the articulation of 10 courses with 28 credits, in which topics such as: *educational quality, didactics, curriculum, evaluation and research* are addressed, in table 24 the courses, semester and credits are listed..

180

To begin the exercise with the Educational Praxis core, the competencies of the program were drafted, in line with the competencies proposed for the graduate program in education, the review of those declared in the initial teacher training at the international level, through the OECD and UNESCO, together with those proposed in the public policy documents, formulated by the Ministry of National Education, which include the transversal competencies that are fundamental and structuring of the teacher's professional knowledge: teaching in terms of teachability, training in terms of educability and evaluating, highlighting the need to implement improvements in the processes (Ministry of National Education, 2013a).

The competencies proposed to be declared for the Master's in Education program are listed in Table 23, as well as the definition of each of them.

COMPETENCES	
Problem resolution	To identify, formulate and solve problems in education, which implies addressing realities inside and outside the classroom corresponding to educational research and research on education, through the application of pedagogical, sociological and psychological principles.
Design	To apply the principles of education for all, generating solutions that respond to the consolidation of learning environments, pedagogical-didactic strategies, learning strategies, metacognitive strategies and evaluation methodologies that allow the achievement of the competencies established in the training processes, redefining their professional practices.
Communication	To communicate assertively with all educational stakeholders.
Ethics	To assume with ethical responsibility the situations of the context in order to make decisions that do not violate the rights of the educational actors.
Teamwork	Work as a team to empower communities in diverse contexts generating cooperative and inclusive environments for the achievement of training or transformation purposes.
Experimentation	To analyze qualitative and quantitative information to present data and interpret it appropriately, making relevant decisions and conclusions in a given context.
New knowledge	To construct knowledge based on the analysis of epistemological positions through autonomous learning strategies in diverse contexts.
Research	To lead research involving the implementation of learning and assessment theories in diverse contexts.

Second language	To communicate effectively in a second language with oral and written proficiency
Management	To manage resources, efficiently and effectively, to achieve objectives in a community
Innovation	To transform contexts through innovation and entrepreneurship to propose solutions to various problem situations.
Critical thinking	To argue decisions to propose educational policies, design environments and strategies that contribute to meaningful learning.

After declaring the competencies and their definition, the levels of development throughout the program were established, defining two levels: improvement and expertise, levels of higher category than those established in undergraduate: introduction, reinforcement and emphasis, understanding that students entering a postgraduate program have already worked for the development of the competencies.

The next step consisted of constructing a matrix relating the competencies and the level expected for each of the courses associated with the Educational Praxis core (see Table 24), taking into account the syllabus of the courses and the planning that the coordinating teachers had for their courses.

TABLE 24. EDUCATIONAL PRAXIS CORE COMPETENCY MATRIX

COMPETENCE MATRIX															
No.	Credits	Semester	Subject	Problem Solving	Design	Communication	Ethical Responsibility	Teamwork	Experimentation	New knowledge	Research	Second language	Management	Innovation	Critical thinking
1	2	1	Quality, equity and inclusion	Enhancement				Enhancement	Enhancement						
2	3	1	Permanent seminar on Education for Everyone	Enhancement	Enhancement	Enhancement									
3	2	1	Education and Pedagogy Seminar							Enhancement			Enhancement		
4	3	1	Research Seminar on Education I				Enhancement				Enhancement				Enhancement
5	3	1	Didactics	Enhancement					Enhancement						Enhancement
6	3	2	Curriculum and Innovation		Enhancement	Expertise								Enhancement	
7	3	2	Research Seminar on Education II				Enhancement				Enhancement				Expertise
8	3	2	Evaluation	Expertise	Expertise		Expertise								
9	3	3	Education Research Seminar III				Expertise		Expertise		Expertise				
10	3	4	Education Research Seminar IV					Expertise		Expertise				Expertise	

 ENHANCEMENT

 EXPERTISE

After constructing the competency matrix, the actions that would correspond to the improvement and expertise levels were listed, in order to generate a guide for teachers at the time of writing their Learning Outcomes (LO), table 25 details the verbs.

TABLE 25. VERBS RELATED TO SKILL LEVELS

COMPETENCE	VERBS	
	ENHANCEMENT	EXPERTISE
Problem solving	To elaborate, to enunciate, to propose, to resolve, to argue, to evaluate, to justify.	To Create, to decide, to debate, to judge, to conclude.
Design	To propose, to pose, to construct, to develop, to produce, to prepare.	To validate, to transform, to recommend.
Effective communication	To propose, to produce, to spin.	To argue, to sequence, to categorize.
Ethical responsibility	To characterize, to choose, to propose.	To justify, to negotiate, to judge, to discriminate.
Teamwork	To rotate, to discriminate, to captivate, to agree.	To agree on, to validate, to suggest.
Experimentation	To differentiate, to explain, to make explicit, to plan, to project, to organize.	To decide, to implement, to conclude, to verify, to judge.
New knowledge	To propose, to intervene, to appropriate.	To argue, to elaborate, to defend.
Research	To raise, to present, to propose.	To implement, to execute, to develop, to optimize, to validate, to perfect.
Second Language	To understand, to read.	To communicate, to speak.
Project management	To design, to process, to intervene, to disseminate.	To implement, to evidence, to enhance.
Innovation	To create, to design, to construct, to propose.	To transform, to model.
Critical Thinking	To argue, to dialogue.	To evidence, to defend, to assess.



Subsequently, the Learning Outcomes for each of the courses were drafted, which were designed taking into account the competency to which they respond and the level of development to which they correspond (see Table 26).

TABLE 26. LEARNING OUTCOMES FOR THE MASTER'S  
IN EDUCATION COURSES

LEARNING OUTCOMES - EDUCATIONAL PRAXIS CORE			
SUBJECT	COMPETENCY	DEFINITION	PROPOSED LO
Didactics	Problem Solving - Improvement	Identify, formulate and solve problems in education, which implies addressing realities inside and outside the classroom, corresponding to educational research and research on education, through the application of pedagogical, sociological and psychological principles.	Solve a learning problem, designing a proposal based on the fundamentals of didactics and the guidelines of the educational system.
	Experimentation - Improvement	Analyze qualitative and quantitative information to present data and interpret it appropriately, making relevant decisions and conclusions in a given context.	Differentiate the object of study of pedagogy, didactics and education, recognizing the epistemological and methodological foundations, reviewing its historical evolution.
	Critical Thinking - Improvement	To argue decisions to propose educational policies, design environments and strategies that contribute to meaningful learning.	To argue critically about the incidence of general and specific didactics in the teaching and learning processes, recognizing the object of study of each one of them for the different levels of education.

LEARNING OUTCOMES - EDUCATIONAL PRAXIS CORE			
SUBJECT	COMPETENCY	DEFINITION	PROPOSED LO
Quality, equity and inclusion	Problem Solving - Improvement	Identify, formulate and solve problems in education, which implies addressing realities inside and outside the classroom corresponding to educational research and research on education, through the application of pedagogical, sociological and psychological principles.	Propose a solution to a social problem, involving the categories of quality, equity and inclusion
	Communication - Improvement	Communicate assertively with all educational stakeholders.	Produce academic documents following writing standards, with an epistemological foundation on quality in contemporary contexts of cultural diversity.
	Teamwork - Improvement	Work as a team to empower communities in diverse contexts generating cooperative and inclusive environments for the achievement of training or transformation purposes.	Agree on the categories on equity and inclusion that contribute to theoretical and research training, discriminating the arguments presented by the members of the collaborative work group.
Seminar on Education and Pedagogy	New knowledge	Construct knowledge based on the analysis of epistemological positions through autonomous learning strategies in diverse contexts.	Appropriate knowledge about an educational-pedagogical problem consulted in different sources, synthesizing information in cards, maps, cause-effect diagrams and essays using different technological tools.
	Management	Efficiently and effectively manage resources to achieve objectives in a community.	Reporting an expert interview, designing a protocol and defining the technique and selecting the categories of analysis.

LEARNING OUTCOMES - EDUCATIONAL PRAXIS CORE			
SUBJECT	COMPETENCY	DEFINITION	PROPOSED LO
Evaluation	Problem solving - expertise	Identify, formulate and solve problems in education, which implies addressing realities inside and outside the classroom corresponding to educational research and research on education, through the application of pedagogical, sociological and psychological principles.	Discuss the solution of a problem related to connectivism, applying the cooperative learning methodology and using the case study technique.
	Design - expertise	Apply the principles of education for everyone, generating solutions that respond to the consolidation of learning environments, pedagogical-didactic strategies, learning strategies, metacognitive strategies and evaluation methodologies that allow the achievement of the competencies set forth in the training processes, resignifying their professional practices.	Validate a proposal and rubric for the evaluation of concept maps built from an innovative methodology, through cooperative work.
	Ethics - expertise	To assume with ethical responsibility the situations of the context in order to make decisions that do not violate the rights of the educational actors.	Negotiate a pedagogical position on evaluation in the Knowledge Society, assuming roles and respecting differences.

LEARNING OUTCOMES - EDUCATIONAL PRAXIS CORE			
SUBJECT	COMPETENCY	DEFINITION	PROPOSED LO
Curriculum and Innovation	Design - improvement	Apply the principles of education for everyone, generating solutions that respond to the consolidation of learning environments, pedagogical-didactic strategies, learning strategies, metacognitive strategies and evaluation methodologies that allow the achievement of the competencies established in the training processes, resignifying their professional practices.	Explain the epistemological trends and currents of thought on curriculum and innovation in the educational context, redefining educational practice.
	Communication - Expertise	Communicate assertively with all educational stakeholders.	Argue knowledge about the relationship between curriculum and innovation, elaborating a scientific article based on the curricular design proposed for the institutional context of professional practice.
	Innovation - Improvement	Transform contexts through innovation and entrepreneurship to propose solutions to various problem situations.	To build an innovative curricular design proposal, reflecting on the needs of the institutional context of professional practice, contributing to the formation of researchers in the educational field.

LEARNING OUTCOMES - EDUCATIONAL PRAXIS CORE			
SUBJECT	COMPETENCY	DEFINITION	PROPOSED LO
Education for Everyone Seminar	Problem solving - improvement	Identify, formulate and solve problems in education, which implies addressing realities inside and outside the classroom corresponding to educational research and research on education, through the application of pedagogical, sociological and psychological principles.	To solve a problem in the context of professional development, transferring the theoretical knowledge built through a critical and specialized reading on education as complex, emancipatory and autonomous knowledge within the framework of education for everyone.
	Design - improvement	Apply the principles of education for everyone, generating solutions that respond to the consolidation of learning environments, pedagogical-didactic strategies, learning strategies, metacognitive strategies and evaluation methodologies that allow the achievement of the competencies established in the training processes, resignifying their professional practices.	To build an educational methodology to re-signify professional practice, recognizing the incidence of the Knowledge Society in the learning process.
	Communication - improvement	Communicate assertively with all educational stakeholders.	Produce academic documents supported by arguments and reasons, complying with reference specifications, citations and respecting copyrights.

LEARNING OUTCOMES - EDUCATIONAL PRAXIS CORE			
SUBJECT	COMPETENCY	DEFINITION	PROPOSED LO
Research Seminar I	Ethics - improvement	To assume with ethical responsibility the situations of the context in order to make decisions that do not violate the rights of the educational actors.	Propose a research topic that contributes significantly to the solution of a problem in the professional context, prioritizing the common Good.
	Research - improvement	Lead research involving the implementation of learning and assessment theories in diverse contexts.	Propose an innovative and impactful research proposal, delimiting the topic, problem, objectives, current status, justification, limitations and feasibility.
	Critical thinking - improvement	Argue decisions to propose educational policies, design environments and strategies that contribute to meaningful learning.	Argue a position on the perspectives that have historically permeated educational processes, critically analyzing specialized literature and the context of professional development.

LEARNING OUTCOMES - EDUCATIONAL PRAXIS CORE			
SUBJECT	COMPETENCY	DEFINITION	PROPOSED LO
Research Seminar II	Ethics - improvement	To assume with ethical responsibility the situations of the context in order to make decisions that do not violate the rights of educational actors.	Choose reliable sources of information to argue positions, presenting them following citation specifications and respecting copyrights.
	Critical thinking - expertise	Argue decisions to propose educational policies, design environments and strategies that contribute to meaningful learning.	Defend the methodological selection to answer the research question, based on the theoretical and epistemological references.
	Research - improvement	Lead research involving the implementation of learning and assessment theories in diverse contexts.	Propose the methodological and epistemological aspects that lead to the solution of the research question, selecting the approach that allows to address it.
Research Seminar III	Ethics - Expertise	Assume with ethical responsibility the situations of the context to make decisions that do not violate the rights of educational actors.	To judge the ethical dilemmas related to the research project, constructing an information analysis matrix.
	Experimentation - Expertise	Analyze qualitative and quantitative information to present data and interpret them appropriately, making decisions and conclusions relevant to a given context.	Implement the research instruments designed to collect project information in coherence with the approach selected to answer the research question, applying them to the sample under study.
	Research - Expertise	Lead research involving the implementation of learning and evaluation theories in diverse contexts.	Execute data collection, systematizing and analyzing the information in specialized software.

LEARNING OUTCOMES - EDUCATIONAL PRAXIS CORE			
SUBJECT	COMPETENCY	DEFINITION	PROPOSED LO
Research Seminar IV	New knowledge - expertise	Construct knowledge based on the analysis of epistemological positions, through autonomous learning strategies in diverse contexts.	To defend the construction of new knowledge resulting from research, socializing through diverse strategies and with criteria of relevance, effectiveness and quality, contributing to the improvement of the quality of life of the communities in an innovative way.
	Teamwork - Expertise	Work as a team to empower communities in diverse contexts, generating cooperative and inclusive environments for the achievement of training or transformation purposes.	Validate research products among peers through critical debate, sharing them in research networks in an efficient way, contributing significantly to the educational discipline in social and scientific fields.
	Innovation - expertise	Transform contexts through innovation and entrepreneurship to propose solutions to various problem situations.	Transform social realities in different contexts, publishing scientific knowledge resulting from research and innovation processes.

The exercise continued with the generation of the evaluation rubrics that will allow, in a formative manner, the evaluation of the Learning Outcomes that respond to the competencies. For the creation of the rubrics, 3 levels of performance were used, in accordance with institutional policies. Table 27 shows, as an example, the evaluation rubric for the Didactics course.



TABLE 27 DIDACTICS COURSE EVALUATION RUBRIC

DIDACTICS COURSE RUBRIC					
COMPETENCE	ILO	INDICATOR	LOW	MEDIUM	HIGH
			30 %	70 %	100%
To identify, formulate and solve problems in education, which implies addressing realities inside and outside the classroom corresponding to educational research and research on education, through the application of pedagogical, sociological and psychological principles.	To solve a learning problem, designing a proposal based on the fundamentals of didactics and the guidelines of the educational system. .	To solve a learning problem, designing a proposal based on the fundamentals of didactics and the guidelines of the educational system. .	Designs a partial proposal based on the fundamentals of didactics and/or the guidelines of the educational system.	Solves a learning problem, designing a proposal based on the fundamentals of didactics or on the guidelines of the educational system.	Adequately solves a learning problem, designing a proposal based on all the fundamentals of didactics and the guidelines of the educational system.
To analyze qualitative and quantitative information to present data and interpret it appropriately, making relevant decisions and conclusions in a given context.	To differentiate the object of study of pedagogy, didactics and education, recognizing the epistemological and methodological foundations, reviewing its historical evolution. .	To differentiate the object of study of pedagogy, didactics and education, recognizing the epistemological and methodological foundations, reviewing its historical evolution.	Differentiates the object of study of pedagogy and education, recognizing some of the epistemological and/or methodological foundations.	Differentiates the object of study of pedagogy, didactics and education, recognizing the epistemological or methodological foundations. .	Differentiates clearly the object of study of pedagogy, didactics and education, recognizing the epistemological and methodological foundations, reviewing its historical evolution.

DIDACTICS COURSE RUBRIC					
COMPETENCE	ILO	INDICATOR	LOW	MEDIUM	HIGH
			30 %	70 %	100%
To argue decisions to propose educational policies, design environments and strategies that contribute to meaningful learning.	To argue critically about the incidence of general and specific didactics in the teaching and learning processes, recognizing the object of study of each one of them for the different levels of education.	To argue about the incidence of general didactics in teaching and learning processes, recognizing the object of study.	Weakly argues about the incidence of general didactics in teaching and learning processes. .	Argues about the incidence of general didactics in teaching and learning processes, partially recognizing the object of study.	Coherently argues about the incidence of general didactics in teaching and learning processes, recognizing the object of study.
To argue decisions to propose educational policies, design environments and strategies that contribute to meaningful learning.	To argue critically about the incidence of general and specific didactics in the teaching and learning processes, recognizing the object of study of each one of them for the different levels of education.	To argue about the incidence of specific didactics in the teaching and learning processes, recognizing the object of study for the different levels of education.	Weakly argues about the incidence of specific didactics in the teaching and learning processes.	Argues about the incidence of specific didactics in the teaching and learning processes, partially recognizing the object of study for the different levels of education.	Argues coherently about the incidence of specific didactics in the teaching and learning processes, recognizing the object of study for the different levels of education.

DIDACTICS COURSE RUBRIC					
COMPETENCE	ILO	INDICATOR	LOW	MEDIUM	HIGH
			30 %	70 %	100%
To argue decisions to propose educational policies, design environments and strategies that contribute to meaningful learning.	To argue critically about the incidence of general and specific didactics in the teaching and learning processes, recognizing the object of study of each one of them for the different levels of education.	To argue about the incidence of general and specific didactics in the teaching and learning processes, proactively.	To argue about the incidence of general and specific didactics in the teaching and learning processes.	To argue about the incidence of general and specific didactics in the teaching and learning processes, proactively.	To argue about the incidence of general and specific didactics in the teaching and learning processes, assuming a critical and proactively posture.

The establishment of the curriculum coherence ends with the approach of learning strategies that promote the development of competencies, that allow the achievement of the Learning Outcomes and can be evaluated in a formative way. In the case of the Didactics course, the strategy is defined as SBL (see page 47), where the master's student works professionally and finds the need to solve problems, generating knowledge products, evidencing the acquisition of the proposed competencies, through research in the classroom (educational research) and research in other socio-educational contexts (research on education), which, when articulated, are recognized as research in education, and are disseminated through argumentative essays, research articles, articles of reflection, review articles and didactic innovations, among others.

The design of the experience was omitted in this study, taking into account that the teachers who guide the courses are professionals in education, so they are experts in learning strategies.

Finally, this book ends with a great learning: curriculum coherence is the road through which academic success runs, and teachers are the drivers who mediate

the journey, taking ownership of the route, understanding it, updating it and implementing it. For this to be possible, it is necessary that teachers experience the curriculum and assume the role of managers.

# References

- ABET. (2020). ) *Accreditation Policy and Procedure Manual (APPM), 2020-2021, 7 pp.*, ABET Engineering Accreditation Commission, 2019. [www.abet.org](http://www.abet.org)
- Acevedo, J. A. (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 2(3), 280–301. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92020301.pdf>
- ACOFI. (2019). *Taller sobre resultados de aprendizaje para programas de ingeniería*. <http://www.acofi.edu.co/noticias/informacion-sobre-resultados-de-aprendizaje-para-programas-de-ingenieria/>
- Adell, J., & Castañeda, L. J. (2010). Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje. In M. n Roig Vila, R. & Fiorucci (Ed.), *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas*. Alcoy: Marfil–Roma TRE Universita degli studi.
- Ahumada, V. del R. (2013). El Aprendizaje Basado en Escenarios (ABE). In R. Restrepo, E., Nieto, L., Gómez, M., Ahumada, V., Puentes, E y Meneses (Ed.), *Metodologías, estrategias y herramientas didácticas para el diseño de cursos en ambientes virtuales de aprendizaje en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/11664/79420429.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Akella, D. (2010). Learning together: Kolb’s experiential theory and its application. *Journal of Management & Organization*, 16(1), 100–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.5172/jmo.16.1.100>
- ANECA. (2013). *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje*. [http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED\\_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/CALIDAD\\_E\\_INTERNA-CIONALIZACION/INNOVACION\\_DOCENTE/IUED/MATERIALES\\_DIDACTICOS/WEB\\_MADI\\_MANUAL\\_DOCENTIA\\_UNED\\_APROBADO\\_ANECA\\_09\\_04\\_20\\_0.PDF](http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/CALIDAD_E_INTERNA-CIONALIZACION/INNOVACION_DOCENTE/IUED/MATERIALES_DIDACTICOS/WEB_MADI_MANUAL_DOCENTIA_UNED_APROBADO_ANECA_09_04_20_0.PDF)

- Ballesteros, V. A. (2020). Una aproximación inicial a los resultados de aprendizaje en educación superior. *Revista Científica*, 39, 259–261. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/23448350.17060>
- Barbosa, A., Kruta, A., Goncalves, D., & Vasquez, F. I. F. (2018). Problem-based learning: A proposal for structuring PBL and its implications for learning among students in an undergraduate management degree program. *Revista de Gestão*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/REG-03-2018-030>
- Barros-Morales, R., Tapia-Barros, S., Chuchuca-Basantos, F., & Chuchuca-Basantos, I. (2018). Syllabus universitario actuante en ciencias pedagógicas potencialidades y limitaciones en la Universidad de Guayaquil. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2), 327–339. <https://doi.org/DOL: 10.22507/rli.v15n2a25>
- Bigott, L. A. (1982). *Modelos de análisis de sistemas escolares* (Ediciones). Universidad Central de Venezuela.
- Bloom, B. S. (1977). *Taxonomía de los objetivos de la educación*. El Ateneo. [http://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID\\_Bloom\\_1\\_Unidad\\_2.pdf](http://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID_Bloom_1_Unidad_2.pdf)
- Bovill, C., & Woolmer, C. (2019). How conceptualisations of curriculum in higher education influence student-staff co-creation in and of the curriculum. *Higher Education*, 78(3), 407–422. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10734-018-0349-8>
- Briceño, J. J. B., & Gamboa, M. C. (2011). El portafolio: una estrategia para la enseñanza de las ciencias. Experiencia llevada a cabo en una universidad colombiana. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 84–92. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92017185007.pdf>
- Castillo, S., & Cabrerizo, J. (2006). *Formación del profesorado en educación superior. Volumen I*. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U.
- Castro, I. (2017). La exposición como estrategia de aprendizaje y evaluación en el aula. In *Razón y palabra*. <https://razonypalabraeditorial.files.wordpress.com/2020/03/expo-estrategia-aprendizaje.pdf>
- Centro de Desarrollo de la Docencia. (2018). *Guía para redactar Resultados de Aprendizaje*. [https://cdd.udd.cl/files/2018/11/Guia\\_para\\_Redactar\\_Resultados\\_de\\_Aprendizaje.pdf](https://cdd.udd.cl/files/2018/11/Guia_para_Redactar_Resultados_de_Aprendizaje.pdf)
- Churches, A. (2009). Taxonomía de Bloom para la era digital. *Eduteka. Recuperado*, 11, 1–13. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34778640/taxonomia\\_de\\_bloom\\_para\\_la\\_era\\_digital-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1624502455&Sig](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34778640/taxonomia_de_bloom_para_la_era_digital-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1624502455&Sig)

nature=NisnrVHEWg1B9JALnVw2bNixGbrTpBn~2xPo-So2Dko3UE0HBXdX-5Fo0CmKOCLO1uLWffKX1m5~5Gv20cFtsT-QoKvY-3W-oKt6W9onAbjCubMbd-rmY5A

Dirección de Planeación. (2011). *Plan estratégico de la Universidad de La Sabana al 2019*.

Dirección de Planeación. (2017). *Plan estratégico de la Universidad de La Sabana al 2018 - 2029*.

Esquicha, A. (2018). Aprendizaje basado en tareas en un entorno virtual de aprendizaje para el desarrollo de producción escrita en alemán, niveles a1 y a2 MCER, en la Educación Superior. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 53, 61-78. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53/04>

Farrow, C. Ben, & Leathem, T. (2021). The Syllabus as a Tool to Enhance Teaching & Learning in Construction Education. *International Journal of Construction Education and Research*, 17(3), 201–221.

Ferris, T. L. J., & Aziz, S. (2005). *A psychomotor skills extension to Bloom's taxonomy of education objectives for engineering education*. National Cheng Kung University Tainan. [https://www.researchgate.net/profile/Syed-Aziz-4/publication/228372464\\_A\\_Psychomotor\\_Skills\\_Extension\\_to\\_Bloom%27s\\_Taxonomy\\_of\\_Education\\_Objectives\\_for\\_Engineering\\_Education/links/02e7e52ee3fb9c298f00000/A-Psychomotor-Skills-Extension-to-Blooms-Taxonomy-](https://www.researchgate.net/profile/Syed-Aziz-4/publication/228372464_A_Psychomotor_Skills_Extension_to_Bloom%27s_Taxonomy_of_Education_Objectives_for_Engineering_Education/links/02e7e52ee3fb9c298f00000/A-Psychomotor-Skills-Extension-to-Blooms-Taxonomy-)

Figuroa, R., & Conde, J. (2008). Historia del currículum: Perspectivas y dilemas en la integración del desarrollo humano y en los textos escolares. *Revista Educación y Humanismo*, 15, 100–114.

Gamboa, M. C. (2014). *La evaluación externa en el área de ciencias a través de las pruebas masivas a gran escala PISA y TIMSS. Análisis del desempeño de estudiantes colombianos y españoles a través de la comparación*. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/2792/4/9789588832692.pdf>

Gamboa, M. C. (2017). Estudio de caso como estrategia didáctica para el proceso enseñanza-aprendizaje: retos y oportunidades. *Bio-Grafía*, 1533–1540. <https://doi.org/https://doi.org/10.17227/bio-grafia.extra2017-7334>

- García, J., & Tobón, S. (2009). Estrategias didácticas para la formación por competencias. *Cuadernos Unimetanos*, 20, 16–18.
- Gaskins, W. B., Johnson, J., Maltbie, C., & Kukreti, A. R. (2015). Changing the Learning Environment in the College of Engineering and Applied Science Using Challenge Based Learning. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 5(1). <http://journals.sfu.ca/onlinejour/index.php/i-jep/article/view/4138>
- Jimeno-Sacristán, J. (1991). *El currículo: Una reflexión sobre la práctica*. Morata.
- Giraldo, D. C. S., & Hoyos, G. E. (2015). La evaluación formativa en los escenarios de educación superior. *Revista de Investigaciones UCM*, 15(26), 204–213. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22383/ri.v15i2.56>
- Guarro, A. (2020). La construcción de la coherencia institucional. *Revista De Teoría, Investigación Y Práctica Educativa*, 33, 69–96. <https://doi.org/https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2020.33.05>
- Guzmán Duchén, H. (2007). Aspectos conceptuales, metodológicos y operativos de los objetivos de aprendizaje. *Gaceta Médica Boliviana*, 30(1), 72–79. <http://www.scielo.org.bo/pdf/gmb/v30n1/a14.pdf>
- Hoque, M. E. (2016). Three domains of learning: Cognitive, affective and psychomotor. *The Journal of EFL Education and Research*, 2(2), 45–52. [http://www.lcwu.edu.pk/ocd/cfiles/Professional Studies/FC/B.ED-307/ArticleBloom.pdf](http://www.lcwu.edu.pk/ocd/cfiles/Professional%20Studies/FC/B.ED-307/ArticleBloom.pdf)
- Jones, K. M. L., & VanScoy, A. (2019). The syllabus as a student privacy document in an age of learning analytics. *Journal of Documentation*.
- Jönsson, A., Balan, A., & Hartell, E. (2021). Analytic or holistic? A study about how to increase the agreement in teachers' grading. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 28(3), 212–227. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/0969594X.2021.1884041>
- Kemmis, S. (1988). *El currículo más allá de la teoría de la reproducción*. Morata.
- Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, Á. (2020). Desarrollo curricular de las competencias clave: su evaluación para el aprendizaje desde la normativa educativa. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 38(1), 29–48. <https://doi.org/https://doi.org/10.14201/et20203812948>
- Marra, R. M., Jonassen, D. H., Palmer, B., & Luft, S. (2014). Why problem-based learning works: Theoretical foundations. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1041376>



- Mendoza, S. T. B., Cedeño, J. A. M., Espinales, A. N. V., & Gámez, M. R. (2021). Autoevaluación, Coevaluación y Heteroevaluación como enfoque innovador en la práctica pedagógica y su efecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico-Profesional*, 6(3), 828–845. <https://doi.org/DOI: 10.23857/pc.v6i3.2408>
- Mero, O. F., Tapia, M. V., & Ramos, M. P. (2018). Rediseño curricular de la Carrera de Ingeniería Forestal en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. *Conrado*, 14(62), 212–221. <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Ministerio de Educación Nacional. (1986). *Ley 7 de 1986*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2008a). *Lineamientos para la formación por competencias en educación superior*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2008b). *Plan Sectorial 2006-2010*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2010a). *Revolución Educativa, Cinco Acciones que están Transformando la Educación en Colombia*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2010b). *Revolución Educativa, Cinco Acciones que están Transformando la Educación en Colombia*. [https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-233263\\_archivo\\_pdf\\_presentacional\\_05\\_2010.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-233263_archivo_pdf_presentacional_05_2010.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2013a). *Sistema Colombiano de Formación de Educadores y Lineamientos de Política*. [https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-345485\\_anexo1.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-345485_anexo1.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2013b). *Sistema de Aseguramiento de la Calidad para la Educación Superior: una tarea pendiente*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2019a). *Decreto 1330 - Por el cual se sustituye el Capítulo 2 y se suprime el Capítulo 7 del Título 3 de la Parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2019b). *Decreto 1330 - Por el cual se sustituye el Capítulo 2 y se suprime el Capítulo 7 del Título 3 de la Parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015*. [https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-387348\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-387348_archivo_pdf.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (2020). *Sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2021). *Consejo Nacional de Educación Superior (CESU)*.

- Nava, T., Pazos, Á., Cruz, A. de la, & Sánchez-Oro, J. J. (2014). Manual para la Renovación de las Guías Docentes. Redacción, revisión y evaluación de los Resultados del Aprendizaje. In <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27268/1/Manual%20para%20la%20Renovacio%CC%81n%20de%20las%20Gui%CC%81as%20Docentes%20de%20la%20Facultad%20de%20Geografi%CC%81a%20e%20Historia.pdf>. Facultad de Geografía e Historia, UCM. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27268/1/Manual para la Renovación de las Guías Docentes de la Facultad de Geografía e Historia.pdf>
- Ortiz, J. N., & González, M. L. C. (2021). La evaluación de las competencias en la formación profesional desde un enfoque basado en los resultados de aprendizaje. *Revista Internacional de Organizaciones*, 27, 173–196. <https://doi.org/https://doi.org/10.17345/rio27.173-196>
- Osorio, M. (2017). El currículo: Perspectivas para acercarnos a su comprensión. *Zona Próxima Revista Del Instituto de Estudios En Educación y Del Instituto de Idiomas*, 26, 140–151. <http://www.scielo.org.co/pdf/zop/n26/2145-9444-zop-26-00140.pdf>
- Quintana, E. R., Rodríguez-Mantilla, J. M., Fernández-Cruz, F. J., Zarzuelo, A. M., Carrascosa, V. L., Plangger, L., Garrote, N., Díaz, M. J. F., & Olmeda, G. J. (2019). Concreción y formulación de resultados de aprendizaje en la formación universitaria. *Edunovatic 2018. Conference Proceedings: 3rd Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT. 17-19 December, 2018*, 15–20.
- Restrepo, E. del C., Nieto, L. E., Guzmán, L. D., Gómez, M., Ahumada, V. del R., Puentes, E., & Meneses, R. D. (2013). Metodologías, estrategias y herramientas didácticas para el diseño de cursos en ambientes virtuales de aprendizaje en la Universidad Nacional Abierta ya Distancia UNAD. *Bogotá: Universidad Nacional Abierta Ya Distancia UNAD*. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/11664/79420429.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Robitaille, D. ., & Garden, R. A. (1996). *TIMSS Monograph No. 2: Research Questions y Study Design*. Press, Pacific Educational.
- Rodríguez, M. E. (2020). El currículo en espacios transmodernos. *Revista Espaço Do Currículo*, 13(1), 17–31. <https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.22478/ufpb.1983-1579.2020v13n1.50434>
- Romero, I. C., Chacin, I. M. P., & Ortega, E. (2020). Ejes transversales y perfiles por competencia: una propuesta viable para su ejecución. *Telos: Revista de Estu-*

*dios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 22(3), 510–527. <https://doi.org/www.doi.org/10.36390/telos223.03>

Ruiz, J. N. y Gamboa, M. C. (2016). Grupo de Investigación Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias Básicas (AMECI) -Interinstitucional UNAD-UD. In G. Villareal, E., Fonseca, G., Becerra, L. F y Giraldo (Ed.), *El impacto de la investigación en ciencias biológicas y su enseñanza* (pp. 356–387). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Sánchez-Contreras, M. L. (2019). Taxonomía socioformativa: Un referente para la didáctica y la evaluación. *Forum International Journal of Social Sciences and Humanities*, 1(1), 100–115. [https://www.researchgate.net/profile/Martha-Sanchez-7/publication/330185545\\_Taxonomia\\_Socioformativa\\_Un\\_Referente\\_para\\_la\\_Didactica\\_y\\_la\\_Evaluacion\\_Socioformativa\\_Taxonomy\\_A\\_Referent\\_for\\_Didactics\\_and\\_Evaluation/links/5c330f00458515a4c712f923/Taxonomia-So](https://www.researchgate.net/profile/Martha-Sanchez-7/publication/330185545_Taxonomia_Socioformativa_Un_Referente_para_la_Didactica_y_la_Evaluacion_Socioformativa_Taxonomy_A_Referent_for_Didactics_and_Evaluation/links/5c330f00458515a4c712f923/Taxonomia-So)

Sánchez, A. R., Mejía, M. L. Á., & Hernández, F. A. T. (2018). Competencias digitales: una mirada desde sus criterios valorativos en torno a los estilos de aprendizaje. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 14(2), 56–78. <http://orcid.org/0000-0002-2084-6906>

Sönmez, V. (2017). Association of Cognitive, Affective, Psychomotor and Intuitive Domains in Education, Sönmez Model. *Universal Journal of Educational Research*, 5(3), 347–356. <https://doi.org/10.13189/ujer.2017.050307>

Stenhouse, L. (1984). *Investigación y Desarrollo del Currículo*. Morata. [https://books.google.com.co/books/about/Investigación\\_y\\_desarrollo\\_del\\_curricul.html?id=TzGPP84I1\\_AC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.co/books/about/Investigación_y_desarrollo_del_curricul.html?id=TzGPP84I1_AC&redir_esc=y)

Tobón, S. (2009). Cartografía curricular y proyectos formativos por competencias. *Ecoe*.

Tobón, S. (2015). *Formación integral y competencias* (Vol. 227). Editorial Macro. [https://www.researchgate.net/profile/Sergio\\_Tobon4/publication/319310793\\_Formacion\\_integral\\_y\\_competencias\\_Pensamiento\\_complejo\\_curriculo\\_didactica\\_y\\_evaluacion/links/59a2edd9a6fdcc1a315f565d/Formacion-integral-y-competencias-Pensamiento-complejo-curricul](https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Tobon4/publication/319310793_Formacion_integral_y_competencias_Pensamiento_complejo_curriculo_didactica_y_evaluacion/links/59a2edd9a6fdcc1a315f565d/Formacion-integral-y-competencias-Pensamiento-complejo-curricul)

Tobón, S., & López, N. M. (2009). Estrategias metacognitivas. In J. A. García & S. Tobón (Eds.), *Estrategias didácticas para la formación de competencias* (pp. 4–5). Representaciones Generales S.R.L.

- UNESCO-IBE. (2011). *World Data on Education 2010 - 2011*. International Bereal of Education.
- Valtonen, T., Hacklin, S., Dillon, P., Vesisenaho, M., Kukkonen, J., & Hietanen, A. (2012). Perspectives on personal learning environments held by vocational students. *Computers & Education*, 58(2), 732–739. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.09.025>
- Van der Kleij, F. M., Vermeulen, J. A., Schildkamp, K., & Eggen, T. J. H. M. (2015). Integrating data-based decision making, assessment for learning and diagnostic testing in formative assessment. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 22(3), 324–343. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/0969594X.2014.999024>
- Viñas-Diz, S., Rodríguez-Romero, B., Camargo, F. J. S., & Vivas, J. (2020). “CALIFICAR” no es lo mismo que “EVALUAR”: Reflexión hacia una evaluación formativa. *Contextos Universitarios Transformadores: Boas Prácticas No Marco Dos GID.*, 539–542. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7615312>
- Zabalza, M. Á. (2006). *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Narcea. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=129126>



# Coherencia curricular

## Profesores que viven el currículo

*Coherencia curricular: profesores que viven currículo* es una obra que recoge la experiencia vivida en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Sabana, en donde los profesores y administrativos trabajaron en cooperación para alinear curricularmente el programa de Ingeniería Química; se presentan los aprendizajes y desafíos que vivieron los participantes hasta convertirse en gestores curriculares. La ruta trazada como viviendo currículo se validó mediante la réplica en un programa de educación a nivel de Maestría en Educación en la Escuela de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, y se corroboró que se puede aplicar en otros escenarios formativos. El libro es una guía para profesores, administrativos, programas, facultades e instituciones que quieran alcanzar la coherencia curricular de manera práctica, con ejemplos claros de cada uno de los elementos curriculares que se deben articular para alinear un programa académico.

# Curriculum Coherence

## Teachers living curriculum

*Curriculum Coherence - Teachers Living Curriculum* is a book that collects experiences lived in the School of Engineering at the Universidad de La Sabana, where faculty and administrative staff worked cooperatively to organize, in terms of curriculum, the Chemical Engineering study program, the book also registers the learning and challenges faced by the participants until they became curriculum managers. The path traced as a living curriculum was validated by replicating it in a Master in Education program from the School of Education Sciences of the Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, thus confirming that it can be applied in different training scenarios. This book is a guide for professors, administrative staff, programs, university schools and educational institutions that want to achieve curricular coherence in a practical way, with clear examples of each of the curricular elements that must be articulated to align an academic program.

