

Propuesta de rúbrica para la adquisición de nuevos conocimientos para el Programa Educativo de Ingeniería Química

Proposed rubric for the acquisition of new knowledge for the Chemical Engineering Educational Program

Nicolás Ramírez Lara^a, Francisco Javier Salcedo Olide^b y
Luis Arturo Macías García^c

Resumen / Abstract

En la enseñanza universitaria, la rúbrica de evaluación es uno de los instrumentos de evaluación más utilizado con el cual se puede obtener evidencia del logro o en su caso, nivel de logro de alguna competencia, de un objetivo, de un atributo o de un criterio, pues establece una guía de los aspectos a evaluar, tanto para el estudiante como para el profesor, entonces, al contar con el conocimiento previo de los aspectos a evaluar y del nivel de exigencia, el estudiante puede determinar con qué profundidad se involucra en su proceso educativo y el profesor tiene un referente para poder realizar una evaluación más objetiva.

Palabras clave: rúbrica, aprendizaje, conocimiento, objetivos educacionales, atributos de egreso.

In university education, the evaluation rubric is one of the most widely used assessment instruments with which evidence of achievement or, where appropriate, level of achievement of a competency, objective, attribute or criterion can be obtained, since it establishes a guide of the aspects to be evaluated, both for the student and for the teacher, then, by having prior knowledge of the aspects to be evaluated and the level of demand, the student can determine how deeply he or she is involved in his or her educational process and the teacher has a reference to be able to carry out a more objective evaluation.

Keywords: rubric, learning, knowledge, educational objectives, graduation attributes.

^a. El Doctor Ramírez Lara es Profesor Investigador adscrito al Departamento de Ciencias Tecnológicas del Centro Universitario de la Ciénega. Universidad de Guadalajara. ORCID iD: 0009-0007-7826-8997. Correo electrónico: nicolas.rlara@academicos.udg.mx.

^b. El Doctor Salcedo Olide es Profesor Investigador adscrito al Departamento de Ciencias Tecnológicas del Centro Universitario de la Ciénega. Universidad de Guadalajara. Orcid iD: 0009-0008-9298-4487. Correo electrónico: francisco.solide@academicos.udg.mx

^c El Profesor Macías García es Profesor Investigador de la Universidad de Guadalajara. Economista y Politólogo con estudios de Ingeniería Industrial. Orcid iD 0000-0001-7703-4012. Correo electrónico: larturo.macias@academicos.udg.mx

Introducción

El Centro Universitario de la Ciénega, uno de los centros regionales constitutivos de la Universidad de Guadalajara, ofrece desde su fundación en 1994, la carrera de Ingeniería Química en su sede de Ocotlán, Jalisco, atendiendo necesidades que se presentan a nivel superior en la Región Ciénega de Jalisco, tal y como lo tiene establecido en su misión (Centro Universitario de la Ciénega, s.f.).

El plan de estudios vigente de la carrera de Ingeniería Química en el Centro Universitario de la Ciénega, rige la carrera desde el año 2013, esto en base al dictamen número I/2012/386 (Universidad de Guadalajara, 2012), dictamen en el cual están plasmadas las características y requisitos que se deben cumplir para formar a los estudiantes interesados en cursar la carrera de Ingeniería Química.

En dicho dictamen, en el Resultando 27, se encuentra descrita la misión del Programa Educativo de estudios de Ingeniería Química: “Que la misión del PE de la Ingeniería Química es la formación académica de profesionistas del área de la Ingeniería Química. Como parte fundamental de esta formación promueve en sus estudiantes la educación autogestiva, el conocimiento de vanguardia, valores de respeto al medio ambiente, la seguridad, la creatividad y la disposición al trabajo con una actitud positiva. De esta manera busca la formación integral de Ingenieros Químicos que sean profesionales responsables y útiles en el campo de trabajo y la sociedad en general.”

Así mismo, en el resultando 28 del dictamen número I/2012/386, se halla definida la visión del programa de Ingeniería Química, en donde se “contempla que para el año 2020 mantendrá la acreditación de instancias externas reconocidas por el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES).”

Por lo anterior, se han planteado los objetivos educacionales del programa de Ingeniería Química, los cuales tienen las siguientes características (Centro Universitario de la Ciénega, s.f.):

- Son declaraciones generales que describen lo que se espera que los graduados logren algunos años después de la graduación.
- Están basados en las necesidades de los grupos de interés del programa.
- Constituyen una visión del éxito de sus egresados.
- Representan una aspiración para los estudiantes que cursan el Programa Educativo o que están considerando ingresar al mismo.

En total, son cuatro los objetivos educacionales que se tienen establecidos en el programa de Ingeniería Química, a los que se les ha asignado su respectiva clave descriptiva y están disponibles para su consulta en la página web de la oferta académica del Centro Universitario de la Ciénega, en el apartado correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Química:

- *OEINQU1*. El egresado de Ingeniería Química interviene profesionalmente, con lineamientos de seguridad, en procesos de transformación, considerando normatividad nacional e internacional basadas en sustentabilidad ambiental.
- *OEINQU2*. El egresado de Ingeniería Química se desempeña colaborativamente en equipos de trabajo multidisciplinarios.
- *OEINQU3*. El egresado de Ingeniería Química se actualiza permanentemente en su área profesional.

- *OEINQU4*. El egresado de Ingeniería Química se desempeña de manera profesional e integral con apego a principios y valores con respeto a su entorno y compromiso social.

En esencia, con los objetivos educacionales se busca dar cabal cumplimiento al objetivo general del Programa Educativo, pues en el dictamen número I/2012/386, en el Resultando 30, se encuentra descrito éste: “Que el objetivo general del Programa Educativo es la formación de Ingenieros Químicos que sean capaces de intervenir profesional y eficientemente en el análisis, desarrollo y operación de procesos de transformación para producir de manera sustentable bienes de valor agregado en la industria de la transformación química; a través de un modelo educativo basado en competencias y estructurado en módulos.”

Del objetivo general del Programa Educativo, se desprenden, en el mismo dictamen, los siguientes objetivos específicos:

- a. La aplicación de los principios de conservación de masa y energía para analizar procesos de transformación;
- b. La utilización de la información y conceptos básicos termodinámicos para aplicarlos en el análisis de procesos de transformación;
- c. El modelado de los fenómenos de transporte para el análisis fenomenológico de los procesos de transformación;
- d. El modelado de los procesos de transformación para analizar su comportamiento fenomenológico basándose en los principios fisicoquímicos;
- e. La aplicación de la cinética química y catálisis al análisis de los procesos de transformación química;
- f. El modelado y dimensionamiento de equipos con operaciones de transferencia;
- g. El modelado y dimensionamiento de sistemas reaccionantes;
- h. El análisis, síntesis y optimización de equipos y procesos de transformación;
- i. La instrumentación y control de equipos y procesos de transformación.

Entonces, en relación con los objetivos educacionales y con los objetivos del Programa Educativo de Ingeniería Química, el Centro Universitario tiene planteados siete atributos del egresado de Ingeniería Química, que no son otra cosa más que “los resultados del aprendizaje medibles describiendo o ejemplificando los conocimientos, habilidades y actitudes esperados de un egresado(a) que proporciona los fundamentos educativos para un propósito particular.” (Centro Universitario de la Ciénega, s.f.). Los atributos de egreso también cuentan con una clave descriptiva:

- Resolver problemas de ingeniería química aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería. AEINQU1
- Analizar y solucionar procesos de diseño de ingeniería química que resulten en proyectos que cumplen las necesidades técnicas, de seguridad y ambientales en los procesos de transformación. AEINQU2
- Desarrollar y argumentar experimentaciones y proyectos de investigación, aplicando técnicas y métodos propios de los procesos de transformación. AEINQU3
- Comunicar efectivamente ideas, conocimientos e indicaciones a audiencias multidisciplinarias, utilizando vocabulario adecuado. AEINQU4
- Evaluar con responsabilidad ética y profesional situaciones de procesos de transformación para

- emitir juicios fundamentados, considerando el impacto económico, social y ambiental. AEINQU5
- Incorporar permanentemente conocimientos útiles para el desarrollo y mejora continua de las capacidades profesionales. AEINQU6
- Trabajar colaborativamente en equipo para la planeación y cumplimiento de metas y objetivos, considerando el análisis de riesgos e incertidumbre. AEINQU7.

Como se menciona en el párrafo anterior, los resultados del aprendizaje que proporcionan los fundamentos educativos para un propósito particular, esos resultados del aprendizaje son los que buscan satisfacer el perfil de egreso del programa de Ingeniería Química propuesto en el dictamen número I/2012/386: “el egresado será capaz de intervenir profesional y eficientemente en el análisis, desarrollo y operación de procesos de transformación para producir de manera sustentable bienes de valor agregado en la industria de la transformación química.”

Se hace hincapié en el aprendizaje porque en el Resultado 10 del citado dictamen se describe que “para el modelo pedagógico o curricular se establece la formación enfocada en el estudiante y centrada en el aprendizaje apoyada en las mejores prácticas pedagógicas y en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)”.

Por lo tanto, el estudiante de Ingeniería Química tiene la necesidad de ejecutar la función de aprender, que de acuerdo con Leiva (2005) “Aprender comprende la adquisición y modificación de conocimientos, creencias, conductas, habilidades, estrategias y actitudes. Exige capacidades lingüísticas, cognoscitivas, motoras y sociales, y adopta muchas formas.”

En lo referente a la parte que comprende el conocimiento, se puede considerar que el conocimiento “es un recurso que no tan sólo nos permite interpretar nuestro entorno, sino que nos da la posibilidad de actuar. Es un recurso que se halla en las personas y en los objetos –físicos o no– que estas personas utilizan, pero también en las organizaciones a las que pertenecen, en los procesos y en los contextos de dichas organizaciones.” (Canals, 2003).

Ahora, se resalta que el dominio del conocimiento de la Ingeniería Química es una de las competencias profesionales que deben tener los egresados de Ingeniería Química para su contratación, esto como resultado de un estudio de egresados y empleadores realizado en referencia a la importancia que les otorgan a las competencias profesionales, como se menciona en el Resultado 29 del dictamen número I/2012/386.

También se establece en el Resultado 11 del dictamen que la educación centrada en el aprendizaje “se evalúa de acuerdo con las habilidades o aprendizajes referidos mediante instrumentos preferentemente cualitativos como el uso de portafolios y rúbricas de desempeño.” Mientras que en la visión del programa educativo de Ingeniería Química se plantea, entre otras cosas, que el programa educativo contará con procesos e instrumentos apropiados para la evaluación de los aprendizajes alcanzados (Universidad de Guadalajara, 2012).

De los muchos instrumentos de evaluación, quizá el más utilizado sea la rúbrica, Martínez (2008) describe lo que es una rúbrica y menciona algunas ventajas de su uso en los procesos educativos:

- En el contexto educativo, una rúbrica es un conjunto de criterios o de parámetros desde los cuales se juzga, valora, califica y conceptúa sobre un determinado aspecto del proceso educativo.
- Las rúbricas también pueden ser entendidas como pautas que permiten aunar criterios, niveles de logro y descriptores cuando de juzgar o evaluar un aspecto del proceso educativo se trata.

- Las rúbricas son guías o escalas de evaluación donde se establecen niveles progresivos de dominio o pericia relativos al desempeño que una persona muestra respecto de un proceso o producción determinada.
- Son escalas ordinales que destacan una evaluación del desempeño centrada en aspectos cualitativos, aunque es posible el establecimiento de puntuaciones numéricas.

En cuanto a las ventajas a la par señala:

- Son una poderosa herramienta para el maestro que le permite evaluar de una manera más objetiva, pues los criterios de la medición están explícitos y son conocidos de antemano por todos, no se los puede cambiar arbitrariamente y con ellos se hace la medición a todos los casos sobre los cuales se ofrezca emitir juicios.
- Promueven expectativas sanas de aprendizaje en los estudiantes pues clarifican cuáles son los objetivos del maestro respecto de un determinado tema o aspecto y de qué manera pueden alcanzarlos los estudiantes.
- Enfocan al profesor para que determine de manera específica los criterios con los cuales va a medir y documentar el progreso del estudiante.
- Permiten al maestro describir cualitativamente los distintos niveles de logro que el estudiante debe alcanzar.
- Permiten que los estudiantes conozcan los criterios de calificación con que serán evaluados, previamente al momento mismo de la evaluación.
- Aclaran al estudiante cuáles son los criterios que debe utilizar al evaluar su trabajo y el de sus compañeros.
- Permiten que el estudiante evalúe y haga una revisión final a sus trabajos, antes de entregarlos al profesor.
- Indican con claridad al estudiante las áreas en las que tiene falencias o deficiencias y con esta información, planear con el maestro los correctivos a aplicar.
- Proveen al maestro información de retorno sobre la efectividad del proceso de enseñanza que está utilizando.
- Proporcionan a los estudiantes retroalimentación sobre sus fortalezas y debilidades en las áreas que deben mejorar.
- Reducen al mínimo la subjetividad en la evaluación.
- Promueven la responsabilidad.
- Ayudan a mantener el o los logros del objetivo de aprendizaje centrado en los estándares de desempeño establecidos y en el trabajo del estudiante.
- Proporcionan criterios específicos para medir y documentar el progreso del estudiante.
- Son fáciles de utilizar y de explicar.

Por otro lado, Kweksilber y Trías (2020) aluden a que la comprensión de la rúbrica por parte de los estudiantes se puede ver afectada por los siguientes motivos:

- Si el lenguaje es demasiado técnico.
- Si la extensión es excesiva.
- Si carecen de cierto conocimiento tácito necesario para un adecuado abordaje.

Los elementos básicos de una rúbrica son proporcionados por Amante y López (2015):

- En la parte superior se halla la escala de calificación (esta escala habitualmente se encuentra entre 3 y 5 puntos de graduación).
 - En la izquierda se encuentran los criterios, con sus diferentes indicadores o elementos a evaluar.
 - En la parte central la descripción de los niveles de calidad de aquello que se está midiendo.
- Velasco y Tójar (2018) señalan varios puntos en relación con el uso de las rúbricas de evaluación:
- Son uno de los instrumentos más utilizados para obtener evidencias de la adquisición de competencias.
 - Disponer de una rúbrica específica favorece una evaluación más sistematizada.
 - Disminuye el margen de error en la calificación.

Amante y López (2015) mencionan que existen dos tipos de rúbricas principalmente:

- *La rúbrica holística o global.* Consta de una sola escala con todos los criterios incluidos en la evaluación juntos.
- *La rúbrica analítica.* Identifica y evalúa por separado los componentes de un producto finalizado o tarea. Es más apropiada para evaluación formativa.

Propuesta de instrumento de evaluación (Rúbrica)

Para el planteamiento de la rúbrica se inicia con el establecimiento de los siguientes aspectos:

- Competencia o criterio para evaluar. Define con claridad que habilidad, conocimiento o actitud se evaluará. En el caso de este trabajo es “Incorporar permanentemente conocimientos útiles para el desarrollo y mejora continua de las capacidades profesionales”. Al disgregar la declaración de la competencia se observa que se deben considerar varios aspectos: la búsqueda activa o permanente de conocimientos, que puede ser la consecuencia del proceso de una nueva actividad o simplemente por solo adquirir un nuevo conocimiento; el siguiente paso es la de aplicar estos nuevos conocimientos adquiridos, ya sea en un contexto profesional o no (aun como estudiante); la reflexión sería el siguiente paso, para qué le servirá este nuevo conocimiento para su desarrollo como estudiante o en su desarrollo profesional y por último, la responsabilidad de establecer este proceso como una mejora continua, en donde se torna en un proceso en espiral ascendente.
- Indicadores de desempeño. Son los aspectos concretos con los que el individuo muestra que ha alcanzado la competencia.
- Niveles de logro o desempeño. Se establecen como grados de calidad o dominio, que usualmente están entre 3 y 5 niveles (por ejemplo: Excelente, bueno, satisfactorio, insuficiente), se pueden establecer según el propósito.
- Descriptores claros y diferenciadores. Para cada indicador se describe con claridad qué significa estar en cada nivel, debe evitarse usar términos ambiguos.
- Ponderación o valor numérico. Se asigna un peso específico a cada criterio o indicador según sea su importancia relativa, ya sea porcentajes o escalas.

Se debe considerar que la rúbrica se construye coherentemente con la naturaleza de la actividad (presentación oral o escrita, ensayo, proyecto, etc.). Utilizar un lenguaje comprensible es vital, ya que un lenguaje preciso y accesible, permitirá a los estudiantes o profesionales entender cómo serán evaluados, por último, la posibilidad de retroalimentación, ya que este instrumento debe facilitar una evaluación formativa, que no solo califique, sino que también oriente al individuo so-

bre cómo mejorar. Conforme se aplica este instrumento, se debe validar y revisar, para ajustar los niveles, indicadores o ponderaciones, este paso es importante.

Esta rúbrica se puede utilizar para evaluar durante la formación profesional, es decir en el proceso estudiantil (Atributo de egreso), así como en el proceso profesional, después de egresar e incorporarse en el ámbito laboral (Objetivo educacional), ya sea como aplicación en focus group o en un estudio de empleadores o egresados.

Los descriptores a que hace referencia la rúbrica se ubican en un contexto de impacto alto (avanzado), los cuales se pueden ajustar de acuerdo con el nivel que se pretende, ya sea Inicial, Medio o Avanzado, esto con lo establecido por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C., en su Marco de Referencia 2018. En cuanto a la ponderación, la cual, también puede estar sujeta a cambios, la propuesta es una sugerencia solamente.

Rúbrica de evaluación para la adquisición de nuevos conocimientos

Criterio / Indicador	Nivel 4 (Excelente)	Nivel 3 (Bueno)	Nivel 2 (Satisfactorio)	Nivel 1 (Insuficiente)	Peso (%)
Búsqueda activa de conocimientos	Investiga y consulta diversas fuentes actualizadas y pertinentes por iniciativa propia.	Consulta algunas fuentes pertinentes y actualizadas con orientación.	Consulta fuentes limitadas o poco actualizadas.	No consulta fuentes relevantes o actualizadas.	25%
Aplicación de nuevos conocimientos	Integra de forma creativa y efectiva los nuevos conocimientos a su práctica o propuestas profesionales.	Aplica de manera adecuada los conocimientos nuevos en contextos profesionales.	Aplica conocimientos nuevos de forma parcial o superficial.	No aplica los conocimientos nuevos o lo hace de manera incorrecta.	30%
Reflexión sobre el aprendizaje	Analiza con profundidad cómo el nuevo conocimiento contribuye a su desarrollo profesional.	Reflexiona con claridad sobre el impacto del aprendizaje en su formación.	Realiza una reflexión limitada o general.	No reflexiona o lo hace de manera vaga.	20%
Compromiso con la mejora continua	Evidencia compromiso constante y sostenido con su formación profesional continua.	Muestra interés por mejorar sus capacidades profesionales.	Muestra compromiso ocasional o poco consistente.	No evidencia interés en mejorar sus capacidades.	25%

Fuente: propuesta de los autores.

Conclusiones

Las rúbricas de evaluación pueden ser un gran instrumento de evaluación, si éstas están correctamente diseñadas, es decir, el que los criterios de evaluación estén explícitos, puede ofrecer una guía sobre los aspectos a mejorar y también fortalecer, así como favorecer el aprendizaje autónomo, al ser clara y transparente, se tendría una evaluación más justa y consistente, todo esto es posible si se conectan los criterios de evaluación con las competencias u objetivos de aprendizaje esperados del curso en cuestión.

Por otro lado, pueden limitar la creatividad si se utilizan de forma muy rígida, o que los estudiantes se limiten a cumplir con los requerimientos mínimos sin proponer soluciones originales o innovadoras, es importante que una rúbrica no sea demasiado detallada o extensa, ya que puede dificultar el propósito para lo cual fue diseñada.

También se considera necesario que los profesores involucrados en el establecimiento de rúbricas sean capacitados en su elaboración, para que puedan diseñar un instrumento certero y de calidad, pues son estos los profesores clave que cuentan con el conocimiento pedagógico y técnico necesario para llevarlo a cabo.

Referencias bibliográficas

- AMANTE García, Beatriz; López Cassá, Élia. (2015). El uso de rúbricas y e-rúbricas para la evaluación competencial. Formación y evaluación por competencias en educación superior. Bogotá, Colombia.
- CANALS, Agustí (2003). La gestión del conocimiento. En: Acto de presentación del libro Gestión del conocimiento (2003: Barcelona) [en línea]. UOC. <http://www.uoc.edu/dt/20251/index.html>
- CENTRO UNIVERSITARIO DE LA CIÉNEGA. (s.f.). Historia. Obtenido de <https://cuci.udg.mx/historia>
- CENTRO UNIVERSITARIO DE LA CIÉNEGA. (s.f.). INGENIERÍA QUÍMICA. Obtenido de <https://cuci.udg.mx/quimica/inicio>
- CENTRO UNIVERSITARIO DE LA CIÉNEGA. (s.f.). Misión. Obtenido de <https://cuci.udg.mx/mision>
- KWEKSILBER. Carola; Trías, Daniel. (2020). Rúbrica de evaluación. Usos y aprendizajes en un grupo de docentes universitarios. Páginas de Educación. Vol. 13 no. 2 [en línea]. Montevideo, Uruguay. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=s1688-74682020000200100&script=sci_arttext
- LEIVA, Carlos. (2005). Conductismo, cognitivismo y aprendizaje. Tecnología en marcha, vol. 18, núm 1. Instituto Tecnológico de Costa Rica. pp. 66-73
- MARTÍNEZ Rojas, José Guillermo. (2008). LAS RÚBRICAS EN LA EVALUACIÓN ESCOLAR: SU CONSTRUCCIÓN Y SU USO. Avances en medición, 6. [en línea]. Universidad Nacional de Colombia, Colombia. <https://liceo53.wordpress.com/wp-content/>

uploads/2013/07/rubricas_2.pdf

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. (2012). Dictamen número I/2012/386 [En red]. Disponible en: http://www.hcgu.udg.mx/sesiones_cgu/dictamen-numero-i2012386

VELASCO Martínez, L.C. y Tójar Hurtado, J.C. (2018). Uso de rúbricas en educación superior y evaluación de competencias. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 22(3), 183-208.

Responsabilidades y funciones de los autores del documento

Dr. Ramírez Lara: revisión bibliográfica, propuesta inicial de rúbrica, supervisión, revisión, agregados y mejoras a redacción del artículo.

Dr. Salcedo Olida: Revisión bibliográfica, redacción del primer borrador del artículo, mejoras a la rúbrica, revisión y arreglos de redacción.

Mtro. Macías García: revisión bibliográfica y revisión del documento final.