

Aplicación de una Rúbrica Taxonómica para evaluar Resultados de Aprendizaje de Química

Application of a Taxonomic Rubric to evaluate Learning Outcomes of Chemistry

Presentación: 10/10/2022

Mauren Fuentes Mora^{a*}, Vanina Mazzieri^b, Nicolás Carrara, Oscar Greco

Departamento de Materias Básicas, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, Lavaisse 610, S3004EWB Santa Fe, Argentina

^a Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR (CONICET-UTN) - Avellaneda 3657 (3000) Santa Fe, Argentina

^b Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica INCAPE CONICET, Colectora Ruta Nacional 168 Km 0, Predio CONICET Dr. Alberto Cassano, Santa Fe, Argentina

*mfuentes@frsf.utn.edu.ar

Resumen

Se presenta el diseño de una rúbrica taxonómica para evaluar un resultado de aprendizaje de Química General a través de una actividad complementaria grupal no presencial, vía Campus, con el objetivo de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta asignatura y fomentar la formación de competencias genéricas de egreso en estudiantes de las carreras de Ingeniería de la Facultad Regional Santa Fe, UTN. Los resultados de las técnicas de coevaluación y heteroevaluación, haciendo uso de este instrumento, evidencian una tendencia similar, lo que hace pensar que la rúbrica diseñada cumple con la función de organizar la información, ponderar la participación del estudiante, evaluar y calificar las estrategias usadas en la resolución y ofrecer una retroalimentación. En todas las Comisiones se logró más de un 63% de aprobados, aunque pocos grupos desarrollaron trabajos con calidad de aprendizajes que denotaran entendimiento profundo.

Palabras clave: Rúbrica Taxonómica, Resultados de Aprendizaje, Actividad Complementaria No Presencial

Abstract

The design of a taxonomic rubric is presented to evaluate a learning outcome of General Chemistry through a non-classroom complementary activity, developed in group form via Campus, with the aim of improving the teaching and learning processes of this subject and promoting the formation of generic graduation competences in students of the careers Engineering from the Facultad Regional Santa Fe, UTN. The results of the co-evaluation and hetero-evaluation techniques, using this instrument, show a similar trend, which suggests that the designed rubric fulfills the function of organizing the information, weighing the student's participation, evaluating and qualifying the strategies used in the resolution and offer feedback. In all the Commissions, more than 63% of passes were achieved, although few groups developed work with quality of learning that denoted deep understanding.

Keywords: Taxonomic Rubric, Learning Outcomes, Non-presence Complementary Activity

Introducción

El modelo de educación universitaria orientado por competencias tiene como centro al estudiante, su aprendizaje y capacidades adquiridas como resultado de un proceso formativo (Acebedo, 2016). Para medir dichos desempeños se requiere establecer Resultados de Aprendizaje (RA) que permitan orientar los procesos de evaluación educativa. Es decir, a través de los RA se constata el cumplimiento de metas (logros, competencias) establecidas y contribuye a transparentar el sistema de calificación (Adam, 2004).

Cuando se establece un RA debe quedar identificado lo que el estudiante debe saber, comprender o ser capaz de hacer o resolver luego de que el docente imparta en forma secuencial las unidades académicas, que deberán ser integradas y dictadas en orden creciente de complejidad. Estos RA deben ser del conocimiento de los estudiantes como motivación y medida de lo que se espera que pueda lograr durante su formación de pregrado (Manual para redactar Resultados de Aprendizaje, 2018).

En el curso de Química General que se imparte a los estudiantes de Ingeniería de la Facultad Regional Santa Fe (FRSF), Universidad Tecnológica Nacional (UTN), se espera que los alumnos incorporen los conocimientos mínimos de Química necesarios para familiarizarse con el tipo de datos y aplicación de leyes que manejarán en el monitoreo de actividades industriales y trabajos científicos. El programa contempla el desarrollo clásico de la Química como ciencia experimental, donde la adquisición de datos experimentales y su análisis pertenece al campo laboral de la Ingeniería, e incorpora temas actuales como el estudio de materiales y ecología; mientras que en el laboratorio se realizan trabajos en orden de complejidad creciente, hasta la adquisición y tratamiento de datos usando tecnologías de la información y comunicación (TIC).

Desde hace algunos años, en la Unidad de Docencia Básica (UDB) de Química de la FRSF se diseñan y proponen actividades complementarias (AC) para integrar los contenidos y formar competencias en los estudiantes de las diversas ingenierías. Para evaluar algunas de estas propuestas se han combinado métodos taxonómicos y se han usado rúbricas, que son herramientas que permiten organizar la información, ponderar la participación del estudiante y ofrecer una retroalimentación (Blanco, 2008). El objetivo de estas AC es medir el “qué” se aprende usando diferentes niveles o categorías cognitivas (Bloom, 1956), para obtener el “cuánto” con SOLO (Structured of the Observed Learning Outcomes; Biggs, 2005). De esta forma consideramos tener una evaluación más precisa a través de resultados de aprendizaje (RA) que concreten los niveles de desempeño de las competencias previstos en un diseño de acción formativa (Libro Rojo CONFEDI, 2018).

El objetivo de este trabajo es diseñar una actividad complementaria para evaluar un resultado de aprendizaje a través de una rúbrica taxonómica. A continuación, se describen los aspectos metodológicos de la propuesta, que incluye la redacción del RA a evaluar, los criterios de evaluación, el diseño de la rúbrica taxonómica como instrumento de evaluación y la técnica de evaluación. Finalmente, se presentan los resultados de la implementación de la actividad complementaria.

Desarrollo

Aspectos metodológicos:

Las taxonomías permiten actualizar el sistema de objetivos, de manera que sirva de ordenador y guía para la planificación de la enseñanza-aprendizaje, y permiten promover el desarrollo de conocimientos específicos en los estudiantes.

La taxonomía de Bloom se basa en que las operaciones mentales pueden ser clasificadas en distintos niveles de complejidad. A los docentes les facilita secuenciar las actividades y a los estudiantes les ayuda a tener mayor consciencia de su aprendizaje. En el año 2001, Lorin Anderson y David R. Krathwohl, antiguos alumnos del propio

Bloom, revisaron su trabajo; hasta llegar a la actualización de Andrew Churches (2007) para la era digital. Esta última revisión no cambia los niveles de la taxonomía ni en orden ni en denominación, simplemente la enriquece introduciendo una serie de aprendizajes propios de los nuevos tiempos. En la versión actual de esta taxonomía se establecen seis niveles: 1) Recordar, 2) Comprender, 3) Aplicar, 4) Analizar, 5) Evaluar, y 6) Crear. En general, Bloom permite crear evaluaciones, evaluar la complejidad de las tareas, aumentar la dificultad de un examen, simplificar una actividad para ayudar a personalizar el aprendizaje, diseñar una evaluación sumativa, y planificar el aprendizaje basado en proyectos.

Por otro lado, la taxonomía SOLO permite clasificar y evaluar el resultado de una tarea de aprendizaje en función de su organización estructural. Se puede evaluar, de modo sistemático, cómo los estudiantes crecen en complejidad estructural al llevar a cabo tareas, haciendo referencia a cinco niveles o enfoques de aprendizajes (procesos cognitivos requeridos para obtener RA). Los tres primeros niveles: I) Preestructural (respuestas erróneas), II) Uniestructural (respuestas sólo cumplen con una parte de la tarea), y III) Multiestructural (respuestas donde se cuentan conocimientos sin una correcta estructura), responden a aprendizajes superficiales. El entendimiento profundo se constata en las categorías: IV) Relacional (cambio cualitativo en el aprendizaje y la comprensión, abordan un punto dándole sentido a la luz de su contribución), y V) Abstracto ampliado (respuesta abstracta ampliada que trasciende lo dado, se aplica a campos nuevos y más amplios) (Biggs, 2005).

Los resultados de aprendizaje son enunciados acerca de lo que se espera que el estudiante sea capaz de hacer, comprender y/o sea capaz de demostrar una vez terminado un proceso de aprendizaje. Están asociados a las actividades de aprendizaje y evaluación, y se orientan a la verificación de los procesos cognitivos, motores, valorativos, actitudinales y de apropiación de los conocimientos técnicos y tecnológicos requeridos en el aprendizaje (Manual para redactar Resultados de Aprendizaje, 2018). La Tabla 1 muestra la estructura en la que se redacta el RA de Química General que se evalúa en el presente trabajo. Este RA estaría ubicado en el nivel “Aplicar” descrito por Bloom, e involucra el conocimiento de los contenidos de los temas: “Estructura de la materia”, “Fuerzas inter e intra unidades estructurales”, y “Estados de agregación de la materia”.

RA: Interpreta las uniones entre átomos, iones y moléculas para la identificación de tipos de enlaces y sustancias teniendo en cuenta las fuerzas intra- e inter- unidades estructurales.			
Verbo (¿Qué hacer?)	Objeto (Con qué hacer)	Finalidad (¿Para qué hacer?)	Condición (¿Cómo hacer?)
Interpreta	las uniones entre átomos, iones y moléculas	para la identificación de tipos de enlaces y sustancias	teniendo en cuenta las fuerzas intra- e inter- unidades estructurales

Tabla 1: Estructura del RA evaluado.

A partir de aquí, se diseñó una actividad complementaria grupal, implementada vía Campus de la FRSF, que se basa en situaciones problemáticas relacionadas con el RA. Las preguntas (criterios de evaluación) se diseñaron en orden creciente de dificultad y responden a diversas categorías de la taxonomía de Bloom (Tabla 2). La AC requiere que, luego de observar un video producido en la Cátedra sobre la temática a evaluar:

https://drive.google.com/file/d/1aTwqXPT38QfVHytO5wJvsf4QbLp_szNK/view?usp=drivesdk, los estudiantes desarrollen cinco (5) preguntas relacionadas con los criterios que se presentan en la Tabla 2.

Para la evaluación de los trabajos, se diseñó la Rúbrica Taxonómica que se muestra en la Tabla 2, en la que se hace uso de los niveles taxonómicos de SOLO para determinar la calidad de las respuestas. A partir de esta rúbrica los estudiantes pueden realizar una autoevaluación a medida que realizan el trabajo, para luego llevar a cabo la

coevaluación entre grupos, y terminar finalmente en una heteroevaluación por parte del profesor. La rúbrica representa, además, las equivalencias cuantitativas (ponderación) por criterios y niveles, a los efectos de emitir una calificación. La heteroevaluación culminó con la devolución del trabajo, una retroalimentación con las sugerencias del docente, y una calificación o nota de concepto que establece una aprobación a partir del 60% y que es requisito para la Regularidad, pero que no interfiere directamente con la calificación final de la asignatura, lo que predispuso un ambiente para la investigación y discusión entre pares. Como se observa en la rúbrica de la Tabla 2, la aprobación de cada criterio requiere alcanzar, mínimamente, el nivel multiestructural (III) de SOLO.

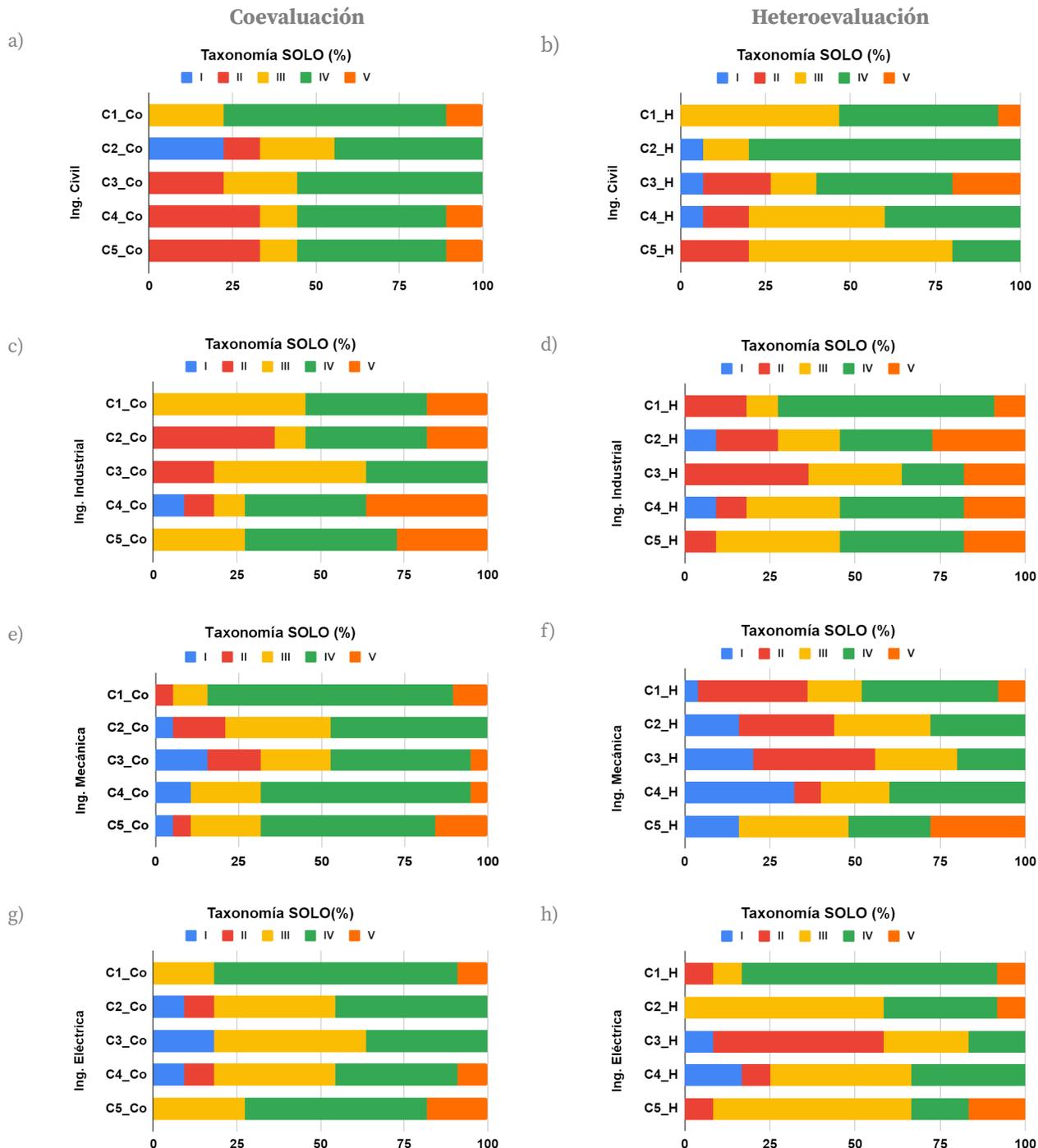


Figura 1: Resultados de la coevaluación (a,c,e,g) y la heteroevaluación (b,d,f,h) de la actividad complementaria por carreras: (a) y (b) Ing. Civil, (c) y (d) Ing. Industrial, (e) y (f) Ing. Mecánica, (g) y (h) Ing. Eléctrica.

Resultados:

En total se evaluaron 63 grupos formados por tres o cuatro estudiantes, de las carreras de Ingeniería Civil (I.C.), Ingeniería Industrial (I.I.), Ingeniería Mecánica (I.M.) e Ingeniería Eléctrica (I. E.). En las Figuras 1 (a,c,e,g) y 1 (b,d,f,h) se muestran las distribuciones por niveles de taxonomía SOLO para cada una de las preguntas y por carreras, que resultan de la coevaluación realizada entre grupos y la heteroevaluación realizada por el profesor, respectivamente.

En forma general, observando cada uno de los criterios, existe una tendencia similar a la hora de asignar categorías SOLO tanto en la coevaluación, como en la heteroevaluación. Los grupos de Ingeniería Civil realizaron una coevaluación más estricta, que denota un porcentaje de categorías más bajas (I-III) en la mayoría de los criterios. La pregunta (C3) relacionada con la clasificación de los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) y las fuerzas intra e inter unidades estructurales, categoría “Aplicar” de Bloom, es la que en la heteroevaluación denota mayor nivel de dificultad y muestra porcentajes que van desde 62% a 85% de aprendizaje superficial (I-III), con resoluciones erróneas o incompletas. Como se observa en la Figura 2, en todas las Comisiones se logró más de un 63% de aprobados (categorías Aprobado, Competente y Avanzado), aunque pocos grupos desarrollaron trabajos con calidad de aprendizajes evaluados como entendimiento profundo.

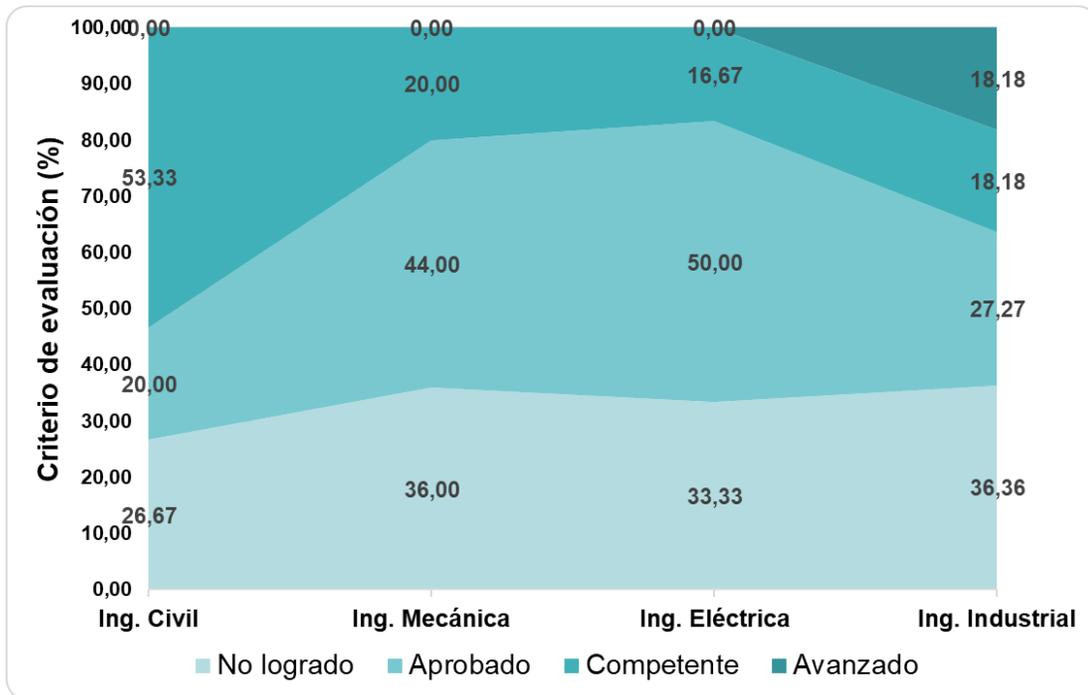


Figura 2: Resultados de la heteroevaluación (aprobación) por carreras.

Conclusiones

En este trabajo se diseñó una actividad complementaria de Química General a partir de la evaluación de un resultado de aprendizaje haciendo uso de una rúbrica basada en las taxonomías de Bloom y SOLO, con técnicas de coevaluación grupal y heteroevaluación. De esta forma, tanto estudiantes como educadores pudieron profundizar en el conocimiento. Esta experiencia permitió a los profesores conocer el nivel real del alumnado y guiarle a través del proceso de aprendizaje. La taxonomía SOLO, cada vez más usada en educación universitaria, ayuda a clasificar los aprendizajes esperados desde los niveles más concretos y cuantitativos, a los niveles más abstractos, cualitativos y complejos.

Si se comparan los resultados de la heteroevaluación y la coevaluación, así como las observaciones realizadas por los docentes y estudiantes, puede notarse que existe una tendencia similar en el análisis de calidad de respuesta; lo que hace pensar que la rúbrica diseñada cumple con la función de organizar la información, ponderar la participación del estudiante, evaluar y calificar las estrategias usadas en la resolución y ofrecer una retroalimentación, pensada como positiva y constructiva, a partir de la identificación de los aspectos donde se debe mejorar.

Con esta experiencia se logró construir nuevos aprendizajes significativos en los estudiantes, en la formulación y aplicación de soluciones a distintas situaciones problemáticas relacionadas con contenidos de Química General, de manera que pudieron desempeñarse y comunicarse en forma efectiva en equipos de trabajo.

Referencias

- Acebedo, M.J. (2016). "La evaluación del aprendizaje en la perspectiva de las competencias". *Revista TEMAS*, 3(11), 203 - 226.
- Adam, S. (2004). "A consideration of the nature, role, application and implications for European education of employing 'learning outcomes' at the local, national and international levels". Bologna Seminar on 'Using Learning Outcomes' Edinburgh, United Kingdom, 1-2 July.
- Anderson, L.W. y D. Krathwohl (Eds.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Blanco, A. (2008). Las rúbricas son un instrumento útil en la evaluación de competencias. En Prieto, L. (Coord.), Blanco, A., Morales, P. Y Torre, J.C. *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: estrategias útiles para el profesorado*. Barcelona: Octaedro-ICE de la Universidad de Barcelona.
- Bloom, Benjamin S. (Ed.) (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*. New York ; Toronto: Longmans, Green and Co.
- Churches, A. (2007). *Educational Origami, Bloom's and ICT Tools*. Disponible en <http://edorigami.wikispaces.com/Bloom's+and+ICT+tools>
- Manual para redactar Resultados de Aprendizaje (2018). Centro de Desarrollo de la Docencia. UD. Disponible en https://cdd.udd.cl/files/2018/11/Guia_para_Redactar_Resultados_de_Aprendizaje.pdf
- Libro Rojo de CONFEDI (2018). *Estándares de Segunda Generación para Ingeniería*. Universidad FASTA Eds. Buenos Aires, Argentina.

Criterios de Evaluación/ (Categoría de Bloom)	Valor ponderado	Niveles de Logro					Calificación (puntos) Observaciones
		Aprendizaje superficial (SOLO)			Entendimiento profundo (SOLO)		
		Preestructural	Uniestructural	Multiestructural	Relacional	Abstracto ampliado	
		(No logrado)	(Aprobado)	(Competente)	(Avanzado)		
C1: Selecciona sólidos cristalinos y amorfos para describir sus propiedades y mostrar gráficamente su estructura a partir de la composición química de la sustancia (Comprender)	20%	Realiza una selección incorrecta y no enumera las propiedades de sólidos cristalinos y amorfos	Selecciona y enumera propiedades de sólidos cristalinos y amorfos, pero algunos aspectos son erróneos o están incompletos	Selecciona correctamente y enumera las propiedades de sólidos cristalinos y amorfos, pero sin argumentar	Selecciona correctamente y enumera las propiedades de sólidos cristalinos y amorfos, ofreciendo un argumento simple (ej. imágenes de estructuras de sólidos)	Selecciona tipos de sólidos, enumera propiedades y suma un argumento ampliado, va más allá de la teoría estudiada en clase, cita ejemplos.	
Puntaje		0,4	0,8	1,2	1,6	2	
C2: Fórmula estructuras de Lewis de sólidos (sales y óxidos), para la identificación de tipos de enlaces a partir de las configuraciones electrónicas de los elementos (Aplicar)	20%	Fórmula erróneamente las estructuras sin calcular los electrones necesarios, intervinientes, de enlace y sin enlazar	Fórmula y/o realiza el cálculo de electrones en forma incompleta, y no logra identificar correctamente todos los tipos de enlaces covalentes o iónicos, sin especificar si se trata de un enlace sigma o pi cuando se comparten los electrones.	Formula y realiza el cálculo de electrones, identifica los tipos de enlaces covalentes (sigma, pi) o iónicos, pero no justifica en función de las configuraciones electrónicas de los elementos	Formula, calcula, identifica los tipos de enlaces covalentes (sigma, pi) o iónicos y ofrece un argumento simple en función de las configuraciones electrónicas	Realiza todas las tareas y suma un argumento ampliado incluyendo, por ejemplo, posibles estructuras de resonancia	
Puntaje		0,4	0,8	1,2	1,6	2	
C3: Clasifica los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) para indicar las fuerzas intra e inter unidades estructurales en función de lo observado (Evaluar)	20%	No clasifica correctamente los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) ni indica las fuerzas intra e inter unidades estructurales	Presenta dificultades en clasificar correctamente alguno de los sólidos o en identificar las fuerzas intra e inter unidades estructurales	Clasifica los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos), indica las fuerzas intra e inter unidades estructurales, pero sin argumentar	Clasifica los sólidos, indica las fuerzas intra e inter unidades estructurales, y ofrece un argumento simple, por ejemplo, describe algunos modelos de sustancias	Clasifica los sólidos e indica las fuerzas con amplios argumentos en cuanto al tipo de modelo y cita otros ejemplos alternativos	
Puntaje		0,4	0,8	1,2	1,6	2	
C4: Explica el proceso de formación de una disolución (componentes e interacciones) para justificar el comportamiento de las diferentes sustancias (Evaluar)	20%	No consigue explicar correctamente el proceso de formación de una disolución	No describe algunas de las interacciones soluto-soluto, solvente-solvente y soluto-solvente	Consigue explicar el proceso de formación de una disolución, pero sin argumentar	Consigue explicar el proceso de formación de una disolución y brinda un argumento simple	Consigue explicar el proceso y argumenta ampliamente, por ejemplo, tiene en cuenta las interacciones entre los componentes de la disolución y las entalpías involucradas	
Puntaje		0,4	0,8	1,2	1,6	2	
C5: Explica el proceso de conducción de la corriente eléctrica considerando estados previos y posteriores a la disolución (Evaluar)	20%	No consigue explicar correctamente la capacidad de conducción de la corriente eléctrica	No interpreta el efecto de la disolución de sales en la capacidad de conducción de la corriente eléctrica	Consigue explicar el proceso de conducción de la corriente eléctrica, pero sin argumentar	Consigue explicar el proceso de conducción de la corriente eléctrica, y brinda un argumento simple	Consigue explicar el proceso y argumenta ampliamente, por ejemplo, tiene en cuenta la presencia de electrolitos para que haya conducción	
Puntaje		0,4	0,8	1,2	1,6	2	
Calificación Final (Aprobación 60%, 6 puntos)							

Tabla 2: Rúbrica Taxonómica para la evaluación de la AC.