

# Diseño y evaluación de una ACNP de Química General asociados al uso de taxonomías

Design and evaluation of an NCCA of General Chemistry associated with the use of taxonomies

Presentación: 30/09/2021

**Mauren Fuentes Mora<sup>a\*</sup>, Vanina Mazzieri<sup>b</sup>, Nicolás Carrara, Santiago Cabrera, Lucía Giuliani**

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

<sup>a</sup> Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR (CONICET-UTN) - Avellaneda 3657 (3000) Santa Fe, Argentina

<sup>b</sup> 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](mailto:mfuentes@frsf.utn.edu.ar)

## Resumen

Se diseña y evalúa taxonómicamente una actividad complementaria no presencial (ACNP) que integra conocimientos de Química General con el objetivo de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta asignatura del ciclo básico y fomentar la formación de competencias genéricas de egreso en estudiantes de las carreras de Ingeniería de la Facultad Regional Santa Fe, UTN; entre ellas: identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y comunicarse con efectividad. Se presentan los resultados de la ACNP, desarrollada en forma grupal vía Campus, diseñada para ser evaluada por taxonomía de Bloom y parcialmente por taxonomía SOLO, acrónimo de Structured of the Observed Learning Outcomes. Según el método de Bloom, se obtuvo un promedio de 84,29% de respuestas correctas. En cuanto a las preguntas cuya resolución admitía una evaluación usando el método SOLO, el 29,28 y 70,72% de los estudiantes mostraron un aprendizaje profundo y superficial, respectivamente.

**Palabras clave:** Evaluación taxonómica, actividad complementaria no presencial, integración de conocimientos, rúbrica

## Abstract

A non-classroom complementary activity (NCCA) is designed and taxonomically evaluated that integrates knowledge of General Chemistry in order to improve the teaching and learning processes of this basic cycle subject and promote the formation of generic graduation competencies in students of the careers Engineering from the Facultad Regional Santa Fe, UTN; among them: identifying, formulating and solving engineering problems, performing effectively in work teams, and communicating effectively. The results of the NCCA are presented, developed in group form via Campus, designed to be evaluated by Bloom's taxonomy and partially by SOLO taxonomy, an acronym for Structured of the Observed Learning Outcomes. According to Bloom's method, an average of 84.29% of correct answers was obtained. Regarding the questions whose resolution allowed an evaluation using the SOLO method, 29.28% and 70.72% of the students showed deep and superficial learning, respectively.

**Keywords:** Taxonomic evaluation, non-classroom complementary activity, knowledge integration, rubric

## Introducción

En nuestro entorno de trabajo, Unidad de Docencia Básica (UDB) de Química, Facultad Regional Santa Fe (FRSF), Universidad Tecnológica Nacional (UTN), se considera la evaluación como una instancia más de aprendizaje, como un instrumento que favorece los procesos de metacognición y ofrece retroalimentación informativa.

A través de actividades complementarias no presenciales, realizadas en forma grupal y con un alto grado de autonomía, se pretende promover la autoevaluación y la evaluación entre pares de forma auténtica, asociando a los estudiantes en la definición de criterios. La idea es evaluar capacidades y conocimientos que el estudiante pone en juego en una situación problemática concreta, demostrando que es capaz de resolverla. Es una oportunidad para que el estudiante haga visible su aprendizaje.

Existen distintos tipos de capacidades y saberes que los estudiantes tienen que lograr por lo tanto no pueden ser evaluados de una única manera. Si se utiliza un solo instrumento de evaluación, se estará evaluando solamente una forma de producción del conocimiento. La investigación muestra que el estudiante adecua su estudio a la modalidad con la que va a ser evaluado.

Para evaluar se debe dar cuenta de criterios públicos y compartidos, se debe realizar la búsqueda de evidencias de aprendizajes y utilización de datos. Los criterios de evaluación que conducen a la construcción de juicios de valor sobre lo que se evalúa, así como la asignación de calificaciones muestran una gran variabilidad entre los profesores, son referentes de las competencias /capacidades, ayudan a diseñar la enseñanza y permiten diseñar asistentes para evaluar. Entre los criterios se pueden mencionar: la capacidad para resolver problemas (identificar, analizar, construir criterios, aplicar conocimientos ante situaciones específicas, tomar decisiones y valorar posibles riesgos) y la capacidad para tomar decisiones (actuar ante diversas situaciones de forma proactiva, apoyándose en información relevante que facilita la identificación, comprensión, evaluación y asunción de ciertos riesgos en situaciones de incertidumbre, eligiendo la mejor alternativa, mediante la consulta a las fuentes más adecuadas, contrastándolas e integrándolas).

Por otro lado, las taxonomías permiten actualizar un sistema de objetivos que sirva de ordenador y guía para la planificación de la enseñanza-aprendizaje, y permiten promover el desarrollo de conocimientos específicos en los estudiantes.

El desafío de este trabajo consiste, entonces, en diseñar y evaluar taxonómicamente una experiencia de aprendizaje en un entorno de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la que el estudiante pueda, desde sus formas de ver y comprender la realidad, construir nuevos aprendizajes significativos y formular y aplicar soluciones a distintas situaciones problemáticas, relacionando contenidos de Química General, una asignatura del ciclo básico. Se trabaja con alumnos regulares de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial, Civil y Sistemas de la Información.

## Desarrollo

En este trabajo se ha diseñado una ACNP considerando previamente el uso de diferentes taxonomías para el análisis y evaluación de las producciones de los estudiantes: taxonomía de Bloom (1956) (Anderson y Krathwohl, 2001; Churches, 2007) y taxonomía SOLO, acrónimo de Structured of the Observed Learning Outcomes (Biggs, 2005).

Bloom desarrolló una jerarquía de los objetivos educativos que se querían alcanzar con el alumnado, dividiéndolo en tres ámbitos: cognitivo, afectivo y psicomotor. En el 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. 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. Se trabaja el pensamiento crítico y reflexivo y aumenta la capacidad de analizar y evaluar, esto ayuda a que el conocimiento sea más duradero, los alumnos encuentran la forma de crear su propio conocimiento.

En la versión actual se establecen seis niveles: 1) Recordar: Recordar hechos/datos sin necesidad de entender. Se muestra material aprendido previamente mediante recuerdo de conceptos básicos, pero esto no sugiere que los estudiantes hayan entendido el material. 2) Comprender: Abarca la capacidad del estudiante de comprender la información que recibe (hechos e ideas), las relaciones entre datos, los criterios fundamentales, pero no va más allá. 3) Aplicar: Resolver problemas mediante conocimientos

adquiridos previamente, en este nivel se requiere usar abstracciones en hechos particulares y concretos, y la cantidad de elementos nuevos en el ejercicio es mayor. 4) Analizar: Examinar y descomponer la información en partes identificando los motivos o causas, realizar inferencias y encontrar evidencias que apoyen las generalizaciones. Al llegar a este nivel, el estudiante puede separar un problema en diferentes secciones, comprender las relaciones que existen entre ellas y utilizar su pensamiento crítico. 5) Evaluar: Justificar, comparar, presentar y defender opiniones realizando juicios sobre la información, la validez de ideas o la calidad de un trabajo basándose en una serie de criterios. 6) Crear: Cambiar o crear algo nuevo. Recopilación de información de una manera diferente combinando sus elementos en un nuevo modelo, o proposición de soluciones alternativas.

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 su parte, 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 resultados de aprendizaje):

- Aprendizajes superficiales: I) Preestructural: Las respuestas son simplemente erróneas o utilizan tautología, que no dan pruebas de un aprendizaje relevante. II) Uniestructural: Las respuestas sólo cumplen con una parte de la tarea, pasan por alto algunos atributos importantes. Estas respuestas se quedan en la terminología, están bien orientadas, pero poco más. III) Multiestructural: En estas respuestas no se aborda la cuestión clave. Esta respuesta si se elabora de manera más completa constituiría lo que llaman “contar conocimientos”, apabullar con un montón de datos, pero sin estructurarlos como se debiera.

- Entendimiento profundo: IV) Relacional: Se produce un cambio cualitativo en el aprendizaje y la comprensión. Ya no se trata de hacer una lista de datos y detalles: abordan un punto, dándole sentido a la luz de su contribución, al tema en su conjunto. Éste es el primer nivel en el que puede utilizarse adecuadamente el término “comprensión” en un sentido académicamente relevante. V) Abstracto ampliado: La esencia de la respuesta abstracta ampliada es que trasciende lo dado, mientras que la respuesta relacional se queda en ella. El todo coherente se conceptúa en un nivel superior de abstracción y se aplica a unos campos nuevos y más amplios.

Nuestra propuesta es combinar las dos taxonomías a través de rúbricas de evaluación que permitan medir el qué (con Bloom) usando diferentes niveles para obtener el “cuánto” (con SOLO). Sólo así tendríamos una evaluación precisa a través de resultados de aprendizaje que concreten los niveles de desempeño de las competencias previstos en un diseño de acción formativa. Si los objetivos generales, las competencias a desarrollar, sus resultados de aprendizaje y la forma de evaluar están alineados y además se emplean las dos dimensiones que abordan Bloom y SOLO, el aprendizaje tendrá que diseñarse como una experiencia global en el que la evaluación sea un proceso natural durante el aprendizaje.

La ACNP está basada en ocho (8) preguntas que responden a las categorías de Bloom tal como se muestra en la Tabla 1. En esta Tabla se muestran los resultados de respuestas correctas obtenidos para cada una de las carreras de Ingeniería. En total se evaluaron 117 grupos formados por tres o cuatro estudiantes. En forma general, las preguntas P(f) y P(g), de mayor nivel de complejidad, fueron respondidas correctamente en un 47,86% y 76,06%, respectivamente.

Categoría Bloom	Actividad	Respuestas correctas/Total					
		Civil (35 grupos)	Mecánica (26 grupos)	Eléctrica (10 grupos)	I.S.I. (30 grupos)	Industrial (16 grupos)	(%) (117 grupos)
Recordar	P(a): Enumerar propiedades de sólidos cristalinos y amorfos	34	25	10	30	14	96,58
Recordar	P(b): Definir concepto de disolución y componentes	35	25	10	30	14	97,43
Comprender	P(c): Clasificar sustancias simples o	33	25	10	30	15	96,58

	compuestas						
Aplicar	<b>P(d)</b> : Formular compuestos	32	25	9	30	14	94,01
Analizar	<b>P(e)</b> : Definir propiedades de las sustancias luego de observación de experiencias	20	25	9	30	6	76,92
Evaluar	<b>P(f)</b> : Clasificar los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) e indicar fuerzas intra e inter unidades estructurales en función de lo observado	13	16	7	14	6	47,86
Evaluar	<b>P(g)</b> : Explicar el proceso de formación de una disolución y la capacidad de conducción de la corriente eléctrica en función de lo observado	27	21	9	20	12	76,06
Crear	<b>P(h)</b> : Proponer sustancias alternativas asociadas a los modelos: Iónico, Metálico, Atómico y Molecular.	25	25	10	30	14	88,88

**Tabla 1:** Rúbrica para la evaluación por taxonomía de Bloom. Respuestas correctas por pregunta y por carrera.

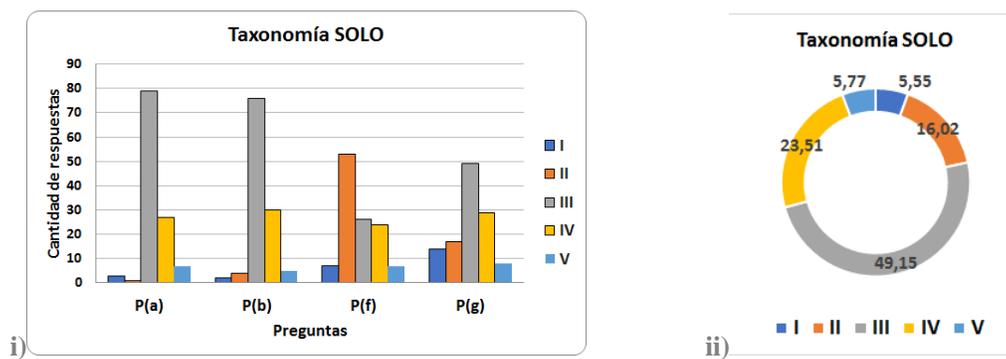
En la rúbrica de Tabla 2 se describen los criterios y resultados de la evaluación de las preguntas P(a), P(b), P(f) y P(g) usando SOLO, cuyas respuestas elaboradas permiten discriminar niveles taxonómicos. La rúbrica permite organizar la información, ponderar la participación del estudiante y ofrecer una retroalimentación luego de calificar. Además de calificar el resultado, permite calificar las estrategias que utilizó el estudiante (Blanco, 2008).

En la Figura 1 se muestra la distribución por niveles de taxonomía SOLO para cada una de las preguntas (a, b, f, g) como resultado general de todas las carreras. Con este método se discrimina la calidad de respuesta alcanzada (grises) dentro de lo que originalmente, en una especie de blanco o negro, se había obtenido usando taxonomía de Bloom.

Categoría SOLO	Criterios	Civil	Mecánica	Eléctrica	I.S.I	Industrial
I	P(a): No enumera las propiedades de sólidos cristalinos y amorfos	1	1	0	0	1
	P(b): No define el concepto de disolución y sus componentes	0	1	0	0	1
	P(f): No clasifica los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) ni indica las fuerzas intra e inter unidades estructurales	2	4	0	0	1
	P(g): No consigue explicar el proceso de formación de una disolución y la capacidad de conducción de la corriente eléctrica	6	4	0	3	1
II	P(a): Enumera propiedades de sólidos cristalinos y amorfos, pero algunas son erróneas o están incompletas	0	0	0	0	1
	P(b): Define parcialmente el concepto de disolución y sus componentes, o confunde el criterio sobre los componentes	3	0	0	0	1
	P(f): Tuvo dificultades en clasificar correctamente alguno de los sólidos o en identificar las fuerzas intra e inter unidades estructurales	20	6	3	16	8
	P(g): No consigue explicar bien alguno de los dos procesos (la formación de una disolución o la capacidad de conducción de la corriente eléctrica)	3	1	0	10	3
III	P(a): Enumera las propiedades de sólidos cristalinos y amorfos, pero sin argumentar	25	15	6	22	11
	P(b): Define el concepto de disolución y sus componentes, pero sin argumentar	25	13	9	18	11
	P(f): Clasifica los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos), indica las fuerzas intra e inter unidades estructurales, pero sin argumentar	2	7	2	8	7

	P(g): Consigue explicar el proceso de formación de una disolución y la capacidad de conducción de la corriente eléctrica, pero sin argumentar	16	10	9	7	7
IV	P(a): Enumera las propiedades de sólidos cristalinos y amorfos, y ofrece un argumento simple (ej. imágenes de estructuras de sólidos)	6	8	4	6	3
	P(b): Define el concepto de disolución y sus componentes, y ofrece un argumento simple (ej. tipos de disoluciones)	5	10	1	11	3
	P(f): Clasifica los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) e indica las fuerzas intra e inter unidades estructurales, y ofrece un argumento simple (ej. descripción de modelos)	5	9	5	5	0
	P(g): Consigue explicar el proceso de formación de una disolución y la capacidad de conducción de la corriente eléctrica, y argumenta simplemente uno (o ambos) procesos	6	7	1	10	5
V	P(a): Suma un argumento ampliado sobre las propiedades de sólidos cristalinos y amorfos, va más allá de la teoría estudiada en clase, cita ejemplos.	3	2	0	2	0
	P(b): Además de definir los conceptos de disolución y sus componentes, ejemplifica sobre tipos de disolución y características termodinámicas.	2	2	0	1	0
	P(f): Clasifica los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) e indica las fuerzas intra e inter unidades estructurales, con amplios argumentos en cuanto al tipo de modelo y las fuerzas involucradas.	6	0	0	1	0
	P(g): Consigue explicar el proceso de formación de una disolución y la capacidad de conducción de la corriente eléctrica, y argumenta ampliamente ambos procesos (ej. interacciones entre los componentes de una disolución, presencia de electrolitos para que conduzca la corriente)	4	4	0	0	0

**Tabla 2:** Rúbrica para evaluación por taxonomía SOLO. Preguntas (a), (b), (f) y (g).



**Figura 1:** Resultados generales de la taxonomía SOLO: i) por preguntas (a, b, f, g); ii) promedio (a, b, f, g).

Como se puede observar, la pregunta P(f) relacionada con la clasificación de los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) y las fuerzas intra e inter unidades estructurales, determinada con Bloom como la de mayor nivel de dificultad, muestra a través de SOLO un aprendizaje superficial uniestructural con resoluciones incompletas de la tarea. En general, un 70,72% y 29,28% de las respuestas denotan un aprendizaje superficial (I,II,III) y profundo (IV,V), respectivamente.

## Conclusiones

Se puede concluir que aunque Bloom representa el proceso de aprendizaje en sus diferentes niveles, el proceso de aprendizaje se puede iniciar en cualquier punto y los niveles taxonómicos más bajos estarán cubiertos por la estructura de la tarea de aprendizaje. Con la taxonomía SOLO, tanto estudiantes como educadores pueden profundizar en el conocimiento, además de tener la ventaja para el profesor de conocer el nivel real del alumnado y guiarle a través del proceso de aprendizaje. Tiene mayor aplicación en la enseñanza universitaria y es una gran herramienta que ayuda a clasificar los aprendizajes esperados desde los niveles más concretos y cuantitativos, a los niveles más abstractos, cualitativos y complejos, es además una teoría sobre la enseñanza y el aprendizaje que proporciona retroalimentación. En el diseño de la ACNP propuesta se ha previsto la taxonomía de evaluación a usar en cada pregunta para que, en forma complementaria, se pudiera cuantificar y clasificar tanto el aprendizaje como las competencias puestas en juego. En general, se obtuvo un promedio de 84,29% de respuestas correctas (Bloom) en toda la ACNP, y un 29,28% de aprendizaje profundo en las preguntas evaluadas por SOLO. Con esta experiencia se intentó construir

nuevos aprendizajes significativos en los estudiantes, en la formulación y aplicación de soluciones a distintas situaciones problemáticas, de manera que pudieran desempeñarse y comunicarse en forma efectiva en equipos de trabajo.

## Referencias

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>