



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES



Los NIVELES COGNITIVOS en los PROGRAMAS DE QUÍMICA del COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

Silvia Hernández Ángeles
y Maritza López Recillas



LOS NIVELES COGNITIVOS EN LOS PROGRAMAS DE QUÍMICA EN EL CCH

En atención al interés de los nuevos docentes de Química, por conocer; el origen de la taxonomía de los aprendizajes incluidos en los programas de estudio, el fundamento teórico de los niveles cognitivos y el contexto que favoreció el acuerdo entre los profesores integrantes de las comisiones para la revisión de los programas de Química en 2003 y 2004.

Las profesoras:

Silva Hernández Ángeles y Maritza López Recillas

Elaboramos este documento que pretende responder a la inquietud de las nuevas generaciones de docentes.

Junio de 2021

	CONTENIDO	PAGINA
1	Introducción	3
2	Contexto en el desarrollo de la taxonomía de Química	3
3	Inclusión de la taxonomía en los programas de Química I y Química II	5
4	Problemática con las taxonomías al final del siglo XX y principios del XXI	6
5	Estudio de taxonomías	7
5.1	Taxonomía de Bloom	8
5.2	Taxonomía de Blosser	9
5.3	Taxonomía SSA	10
5.4	Taxonomía DGEE	10
5.5	Taxonomía Dra. Castañeda	10
5.6	Taxonomía Alberta Education	11
6	Análisis comparativo de las taxonomías.2000	12
7	La Ciencia cognitiva	13
7.1	Base de conocimientos	14
7.2	Estrategias cognitivas	14
7.3	Estrategias metacognitivas	14
7.4	Procesamiento de la información	15
7.5	Progreso novicio- experto	15
8	Modelo de Herron para explicar el desarrollo del conocimiento en la educación en ciencias	16
9	Características de la taxonomía en Química	18
9.1	Utilidad de las taxonomías	20
9.2	Relatividad de los niveles taxonómicos	20
9.3	Independencia; proceso cognitivo-nivel de complejidad del contenido	21
10	Análisis y revisión de la taxonomía de Química en la actualidad	22
10.1	Taxonomía de Bloom revisada	22
10.2	Taxonomía SOLO	22
10.3	Comparación de taxonomías. 2021	24
11	Impacto del manejo de la taxonomía en la academia. Análisis valorativo	25
12	Referencias	26

LOS NIVELES COGNITIVOS EN LOS PROGRAMAS DE QUÍMICA EN EL COLEGIO DE CIENCIAS HUMANIDADES

1. Introducción

Desde los ajustes a los programas de estudio en 2003-2004, cada uno de los aprendizajes plasmados en los programas de Química contiene el nivel cognitivo correspondiente al proceso mental que el alumno desarrolla. ¿Cuáles son esos niveles cognitivos, cual su fundamento, de donde proceden y cuáles son las circunstancias que permitieron su inclusión en los programas de estudio? Son cuestiones que se resuelven en este documento.

Además de informar sobre las circunstancias del origen de la taxonomía, en este trabajo se incluye una muestra de los aspectos de la teoría cognitiva y un ejemplo de los modelos cognitivos en la enseñanza de las ciencias asociados a la taxonomía.

Se analiza la congruencia que se observa entre esta clasificación y otras taxonomías actuales y se reflexiona sobre los resultados que ha tenido el uso de esta taxonomía entre los profesores a 20 años de su puesta en práctica.

2. Contexto en el desarrollo de la definición de la taxonomía

En los años 90 del siglo pasado, prevalecía en el ámbito de la Educación Media y Media Superior, la necesidad de incorporar la cultura de la evaluación en las actividades docentes. En este contexto, en 1998 la administración del CCH, promovió la constitución de grupos de trabajo que se avocaran al campo de la

evaluación, por lo cual se estableció una línea de trabajo definido como Rubro 4, dedicado a la evaluación de los aprendizajes. Los grupos de trabajo fueron

coordinados por la Dirección General y se creó un grupo por cada Área, con la participación de profesores de los 5 planteles. Se origina así, el Seminario del Área de Ciencias Experimentales, Rubro 4; Evaluación del Aprendizaje, con participación de profesores de Biología, Física y Química.

Al inicio del presente siglo, el Seminario de Ciencias Experimentales se separó por materia. En el caso de Química, se continuó con el estudio de los procesos cognitivos y los profesores, Silvia Hernández del plantel Azcapotzalco, Maritza López del plantel Naucalpan y Agustín Arrequín del plantel Sur, fueron los responsables de seguir esta línea de trabajo tal como lo venían haciendo desde la detección de la necesidad de comprender los procesos que se realizan en la mente cuando se aprende, y su relación con las taxonomías.

Los resultados de sus estudios permitieron a estos docentes, visualizar la necesidad de proponer una taxonomía que, de forma sencilla y práctica, facilitara la comunicación de la academia acerca de la interacción; estrategias de aprendizaje en el aula – estrategias de evaluación – estructura curricular.

Los niveles cognitivos se presentaron por primera vez en un curso de evaluación para profesores del Colegio en 1999 y en 2001, la propuesta y sus bases teóricas se presentaron en congresos. Además de los cursos de evaluación educativa en el Colegio, en 2001, el Seminario de Evaluación de los Aprendizajes inició su participación en el Diplomado de Educación en Ciencia de la Facultad de Química, impartiendo cursos de evaluación de los aprendizajes a profesores de ciencias en los niveles de educación primaria, de educación secundaria y medio superior en varias entidades del país.

3. Inclusión de la taxonomía en los programas de Química I y Química II

La inclusión de la clasificación de los aprendizajes en los programas de Química, se originó en el contexto del ajuste a los Programas de Estudios Actualizados (PEA), de 1996. Este ajuste se realizó entre 2001 y 2004. Se concretó en 2003 para los programas del tronco común con es el caso de Química I y Química II. Para los programas del quinto y sexto semestre, el ajuste de terminó en 2004 como es el caso de Química III y Química IV.

En 2003, la Comisión para la revisión de los programas de Química I y Química II, consideró importante que los aprendizajes incluyeran una clasificación cognitiva y decidió incorporar una de las taxonomías conocidas por los profesores en aquel momento. Esta Comisión para los programas de Química I y Química II, permitió que el actual Seminario para la Evaluación de los aprendizajes en Ciencias presentara su propuesta de clasificación.

Fue la profesora Silvia Hernández, quien hizo la presentación de la propuesta a la Comisión de Revisión y Ajuste de los Programas de Química I y Química II. El fundamento se centró, además de la clasificación de Bloom y otras taxonomías, en los planteamientos teóricos de varios investigadores como; la estructura de objetivos instruccionales de Hanna y Michaelis, la organización de objetivos de aprendizaje de Gagné y destacadamente las interpretaciones de la Teoría Cognitiva, de profesores investigadores en la educación de las ciencias como Johnstone, Herron y Layton.

Después de analizar la propuesta, la Comisión de Programas de estudio decidió incorporar esta taxonomía en los programas de Química I y Química II. Para el caso de los programas de Química III y Química IV ajustados en 2004, la Comisión

encargada, acordó dar continuidad al uso de la misma clasificación e incorporarla a los programas de Química de quinto y sexto semestre.

4. Problemática con las taxonomías existentes al final del siglo XX y principios del siglo XXI

Por los años 90 y los primeros años del siglo XXI, entre la comunidad académica, se conocían diversas clasificaciones (TAXONOMIAS) para los niveles cognitivos. Algunas clasificaciones enfatizan la aplicación de conceptos por lo que son adecuadas a materias que tienden a privilegiar la resolución de problemas; otras enfatizan la memorización de hechos; algunas clasificaciones ponen mayor atención al análisis, la síntesis y la valoración de la información. Si bien las ciencias experimentales tienen como principales propósitos la aplicación de sus conocimientos, para que los jóvenes estudiantes logren resolver problemas, criticar, crear o valorar, deben dominar un mínimo de conocimientos específicos la materia de estudio.

Además del diferente énfasis de acuerdo al área de conocimientos, los procesos intelectuales a los que se refieren las taxonomías son invisibles, su comprensión es complicada y en su descripción se usan diferentes términos, los que en ocasiones son contradictorios. Aunado a las dificultades señaladas, los procesos intelectuales se realizan al manejar conocimientos, los que difieren en grado de abstracción. Por otro lado, existen varias clasificaciones de los conocimientos y aunque en menor grado también son variadas y por lo mismo son confusas.

Por las dificultades expresadas, más que proporcionarnos comprensión de los procesos intelectuales, las diversas taxonomías dificultan la comunicación entre los profesores. De inicio, por usar diferentes términos, nos dejan la impresión que se refieren a distintos asuntos.

Los docentes dedicados a la evaluación teníamos varias encomiendas como; apoyar los exámenes diagnósticos de las facultades y escuelas dentro de la UNAM, las que dan seguimiento a los aprendizajes del bachillerato universitario. También debíamos implementar cursos de evaluación a los profesores del Colegio, por lo que, nos vimos en la necesidad de estudiar a fondo los temas relacionados a la evaluación.

Entre las temáticas asociadas a la evaluación, destacan, además de las taxonomías de los aprendizajes, las referentes a los procesos cognitivos que se despliegan cuando se aprende y las teorías que los explican. En particular, tuvimos problemas con los aprendizajes en ciencias como la química, en las que se procesan contenidos con un alto grado de abstracción.

5. Estudio de taxonomías

En este apartado se presenta una síntesis de los hallazgos sobre las taxonomías de los aprendizajes conocidas por la comunidad académica a finales del siglo XX. Se muestra una tabla que permite contrastar estas clasificaciones.

Se puso mayor atención en la taxonomía de Bloom, con la intención de tomar su organización como referencia en el análisis de otras propuestas como: Bloom; Blosser; Secretaría de Servicios Académicos (UNAM), en este tiempo organismo responsable de la guía llamada 1001 preguntas para el examen de admisión; Dirección General de Evaluación, UNAM (actualmente CODEIC); Alberta Education (Canadá) y la propuesta por la Doctora Sandra Castañeda. Cabe señalar que en esta etapa la intención del grupo no fue hacer una propuesta.

A continuación, se hace una breve descripción y comentarios de cada una.

5.1 Taxonomía de Bloom

1. Conocimiento: implica el recordar reglas universales y específicas, método y procesos, o bien patrones, estructuras o disposiciones.
2. Comprensión: es una clase de entendimiento o aprehensión del conocimiento de tal forma que el individuo sabe lo que se está comunicando y puede hacer uso del material o idea, sin necesariamente relacionarlo a otro material o ver la totalidad de sus implicaciones; *traducción, interpretación, extrapolación*.
3. Aplicación: uso de las abstracciones en situaciones particulares y concretas.
4. Análisis: consiste en dividir lo comunicado en elementos constitutivos o partes, de tal manera que la jerarquía de cada una y sus relaciones son claras y quedan explícitas. Análisis de elementos, de relaciones, de principios
5. Síntesis: juntar los elementos y partes en un todo.
6. Evaluación: juicios del valor de los materiales y los métodos para un propósito dado.

Ventajas que observamos:

- *Es muy conocida y refleja, con bastante aproximación, el orden de complejidad de los procesos desarrollados por una inteligencia general.*
- *Permite una comunicación adecuada entre la comunidad académica, acerca de los procesos intelectuales desarrollados por los estudiantes en las aulas.*

Las desventajas observadas son:

- *El término conocimiento para el primer nivel que Bloom usa se refiere a conocimiento memorístico, pero si no se aclara, se genera confusión, ya que el significado de la palabra conocimiento en nuestra lengua incluye todo tipo de conocimiento.*
- *El nivel aplicación como lo describe el mismo Bloom, puede ser incluido en el de comprensión.*

- *El número de categorías es muy elevado para ser práctico en su aplicación cotidiana.*
- *Algunos autores como Edward Furst, Hill y Mc Graw, opinan que los niveles; análisis, síntesis y evaluación no necesariamente siguen ese orden de jerarquía.*
- *No se fundan en una teoría cognitiva sólida, como opina Madaus.*

5.2 Taxonomía de Blosser

1. Memoria cognitiva (recordar)

2. Pensamiento convergente: Además de recordar la información, esta debe ser manipulada, se organizan ideas en forma lógica para llegar a la respuesta.

3. Pensamiento divergente: este proceso puede ser descrito como pensamiento especulativo, en el cuál se analizan posibilidades, se plantean diferentes y razonables respuestas, de acuerdo a la situación.

4. Pensamiento evaluativo; Además de los procesos descritos en 3, se debe tomar una decisión y elegir una de las posibles respuestas.

Ventajas que observamos:

- *Encontramos en esta taxonomía la ventaja de establecer un alcance mayor en los procesos intelectuales; primero al focalizar la organización lógica de las ideas para ser utilizadas en el planteamiento de una respuesta y en el siguiente nivel se propone visualizar alternativas de respuesta de acuerdo a la visión o punto de vista. Se maneja en la evaluación de profesores de educación básica.*

Las desventajas observadas son:

- *Tiene la desventaja de ser desconocida entre los profesores del Colegio.*

5.3 Taxonomía propuesta por SSA (UNAM, sustituida por la DGEE y ésta por la CODEIC)

1. Identificar. Recuperar la información previa (recuerdo)
2. Inferir. Establecer relaciones mediante deducción, inducción o analogías con la información recuperada para establecer causas, consecuencias, conclusiones.
3. Resolver. Aplicar el conocimiento y razonamiento previo para llegar a la solución de un problema.

Encontramos esta propuesta sencilla y fácilmente comprensible, pero el término “identificar” para el primer nivel reduce la acción del evaluado a elegir entre opciones, dejaría fuera la aportación de la respuesta. Resolver parece indicar solo resolución de problemas.

5.4 Taxonomía propuesta por la DGEE (UNAM)

1. Conocimiento. Recuerdo
2. Comprensión. Manejo de la información que refleje su comprensión
3. Aplicación. Emplear los conocimientos en situaciones nuevas

Esta propuesta es sencilla pero el término del primer nivel “conocimiento” no solo es recuerdo. El nivel “Comprensión” no está bien definido. Aplicación es confuso, ya que se puede aplicar en una situación simple, que implique un nivel de comprensión, o se puede aplicar en situaciones de alta complejidad, como la solución de un problema.

5.5 Taxonomía propuesta por la Doctora Sandra Castañeda

Se coloca el conocimiento memorístico en una dimensión que tiene dos sub niveles; el “reconocimiento” y el “recuerdo”; el “recuerdo” es un proceso que demanda al alumno localizar un aprendizaje en su memoria a largo plazo, mientras que

“reconocer” demanda al alumno elegir el aprendizaje en la información que se le presenta.

El siguiente nivel comprende las categorías: Discriminación, generalización, categorización, integración, resolución de problemas.

Ventajas observadas:

Consideramos muy interesante esta propuesta porque da especial atención a las habilidades memorísticas que están siendo investigadas y revaloradas por los investigadores en psicología cognitiva. Enumera luego los procesos que realiza la mente para elaborar conceptos y da importancia a la integración de ellos.

Desventajas:

El inconveniente que encontramos es el número elevado de categorías, limitando la comunicación entre docentes.

5.6 Taxonomía propuesta por Alberta Education

1. Conocimiento (K) conocimiento memorístico
2. Comprensión/Aplicación (U/A).- Aquí se compactan 2 de los niveles de Bloom, el 2 y el 3.
3. Actividades Mentales Superiores (HMA). Se fusionan los últimos 3 niveles de Bloom
4. Comunicación. Habilidad para comunicar los conocimientos, investigaciones, resultados.
5. Conexión CTS. Habilidad para relacionar los conocimientos con los temas sociales y tecnológicos.

Ventajas que observamos

Consideramos esta clasificación muy útil para solucionar los inconvenientes de la clasificación original de Bloom; Alberta Education considera que el término conocimiento (knowledge) de Bloom, se refiere al conocimiento memorístico y “aplicación” es agregado al nivel de comprensión.

6. Análisis comparativo de taxonomías. 2000

Asumiendo que los procesos realizados en la mente de las personas son los mismos y que las clasificaciones que se hacen de estos procesos son producto de la particular perspectiva los investigadores educativos, se elaboró una tabla comparativa en la que se toma como referencia la clasificación Bloom.

Cuadro 1. Comparación de taxonomías. 2000

Cuadro comparativo de taxonomías					
Bloom	Blosser	UNAM (SSA)	UNAM (DGE)	Alberta Education	Castañeda
1. Conocimiento	Memoria cognitiva	Identificar	Conocimiento	Conocimiento (K)	Reconocimiento Recuerdo
2. Comprensión	Pensamiento Convergente	Inferir	Comprender	Comprender/ Aplicar (U/A)	Discriminar Generalizar Categorizar Secuenciar
3. Aplicación					
4. Análisis	Pensamiento Divergente	Resolver	Aplicar	Actividades mentales superiores (HMA)	Solución de problemas
5. Síntesis					
6. Evaluación	Pensamiento Evaluativo				
				Comunicación. Conexión CTS	

Como se puede observar en el cuadro 1, cualquier clasificación se puede comparar con otra en diversas formas, por ejemplo; el pensamiento convergente de la taxonomía de Blosser sugiere la selección de conocimientos de la memoria a largo plazo para aplicarse en la comprensión de una teoría o bien la aplicación conocimientos en la explicación de un fenómeno natural.

Del mismo modo la clasificación que en un tiempo usó la UNAM, hasta finales de la década de los 90, inferir es hacer deducciones o inducciones en la comprensión de situaciones nuevas y la taxonomía de Castañeda muestra los principales procesos que llevan a la obtención de un conocimiento nuevo que permite mayor comprensión.

Del pensamiento divergente de Blosser se infiere que del dominio de los conocimientos almacenados se está en la posibilidad de localizar inconsistencias en nueva información o en el propio conocimiento, situación que permite proponer, crear, generar. Las taxonomías restantes agrupan los niveles 4,5,6, de Bloom en una sola.

El pensamiento evaluativo de Blosser indica que una vez que se analizan (se descomponen) las partes de un área de conocimientos y luego se llega a una conclusión se alcanza la posibilidad de emitir juicios evaluativos.

Las taxonomías restantes agrupan los niveles 4,5,6, de Bloom en una sola, no hacen distinción en el pensamiento crítico y creativo, generativo.

7. La Ciencia Cognitiva

Las teorías de aprendizaje que ponen atención a los procesos que suceden en la mente cuando se aprende, entran en la clasificación de “teorías cognitivas” y uno de los aspectos de estos planteamientos que interesan para comprender las taxonomías de los aprendizajes son los contenidos, los conocimientos que al ser procesados constituyen los aprendizajes (objetivos educativos, objetivos de aprendizaje).

Se sintetizan los aspectos principales de la Ciencia cognitiva, los que nos permitirán explicar los niveles cognitivos en las taxonomías. Estos aspectos son **los conocimientos**, que son la base de aplicación de las **estrategias cognitivas**.

7.1 Base de conocimientos

Comprende el dominio de los conocimientos y de los procedimientos específicos del área o materia, se incluyen en esta base a las representaciones mentales.

- Conocimientos específicos. Hechos, conceptos, principios, leyes, modelos, reglas, generalizaciones del área específica.
- Conocimiento procedimental: procedimiento para determinar una masa molecular, el procedimiento para despejar una variable de una fórmula, el procedimiento para manipular microscopio.
- Representación mental. son ideas imágenes o palabras construidas en la mente para pensar sobre lo que se ve o se oye. Esta representación es parte del dominio específico.

7.2 Estrategias cognitivas

Habilidades generales del pensamiento, habilidades de razonamiento, habilidades para resolver problemas, habilidades para aprender a aprender o estrategias cognitivas son términos que se refieren a los métodos generales del pensamiento que mejoran el aprendizaje en diferentes áreas.

7.3 Estrategias metacognitivas

La metacognición es la habilidad para usar adecuadamente las estrategias cognitivas. Se logra cuando se tiene dominio de los conocimientos y procedimientos específicos y cuando se cuenta con estrategias cognitivas.

La metacognición sucede cuando el estudiante cumple las siguientes condiciones:

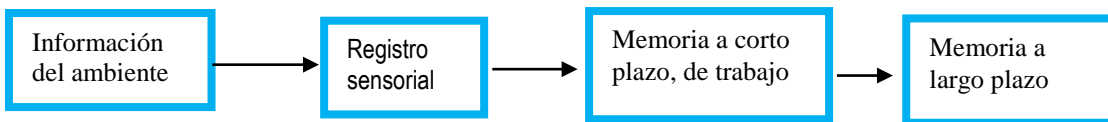
- * analiza las estrategias y elige la adecuada
- * compara la efectividad de las estrategias
- * se compromete a usar la mejor estrategia

Si el estudiante cuenta con todas estas condiciones lo único que hace falta es ***La motivación, el interés, el compromiso para usarlas***

7.4 Procesamiento de la información

Los teóricos cognitivos ponen atención en la forma en la que la mente maneja la información nueva, la que percibimos. Proponen que una vez percibida la nueva información se procesa en la memoria de trabajo, sitio hipotético en el que se compara con los conocimientos previos (almacenados en la memoria a largo plazo). De acuerdo al resultado de esta comparación el nuevo conocimiento se almacenará bien y será significativo o se olvidará fácilmente porque no se asocia sustancialmente con los conocimientos almacenados.

Figura 1. Procesamiento de la información



7.5 Progreso; novicio al experto

Otro componente de la teoría cognitiva es el estudio del progreso del **novicio al experto** en un área de conocimiento. En síntesis, el experto tiene dominio sobre los conocimientos específicos y posee la motivación necesaria para cumplir con las estrategias metacognitivas señaladas arriba.

*Del estudio de la teoría cognitiva, se infiere la necesidad de que la educación promueva el almacenamiento significativo de conocimientos de un área de conocimiento en la memoria de largo plazo, de tal modo que se facilite el reconocer y **recordar**.*

*Se deriva también de la teoría cognitiva, la importancia que tiene **la comprensión de los conocimientos específicos**, para tener éxito cuando se aplican en situaciones reales. Es decir, la importancia del proceso de **elaboración de***

conceptos y del proceso de asociación de estos conceptos con los principios, leyes, teorías dentro de un área del conocimiento.

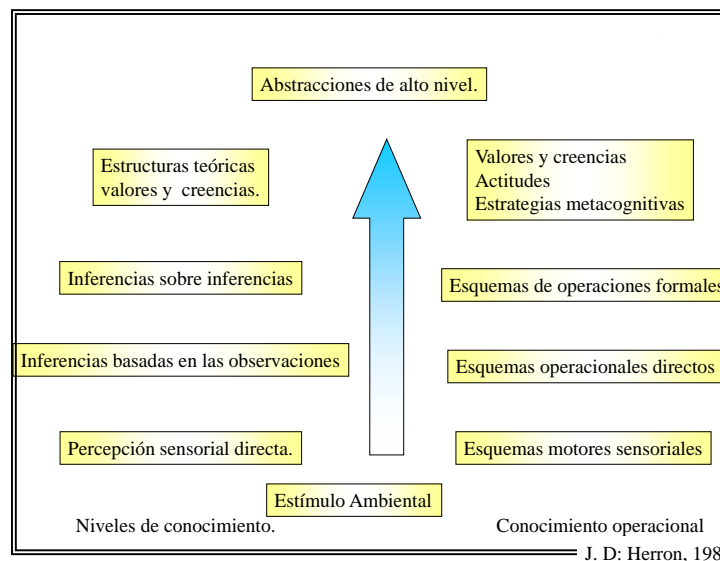
Los estudios sobre el proceso de formación de un experto hechos por los teóricos cognitivos indican que la educación debe promover la motivación que potencialice el compromiso del estudiante para usar sus estrategias metacognitivas. Condición necesaria para la manifestación del pensamiento generativo, creativo.

8. Modelo de Herron para explicar el desarrollo del conocimiento en la educación en ciencias

Como ejemplo de la interpretación que hacen los investigadores de la educación de las ciencias, sobre las teorías de aprendizaje, se presenta el modelo de J.D. Herron.

Para explicar la manera como adquirimos conocimiento científico, J.D. Herron, investigador en educación de las ciencias propone un modelo que facilita la comprensión de la forma en que aprendemos. Muestra cómo se incrementa el grado de complejidad de los conocimientos y de los procesos mentales al manejarlos largo de la vida, como se observa en el cuadro 2.

Cuadro 2. Desarrollo de los conocimientos. Herron



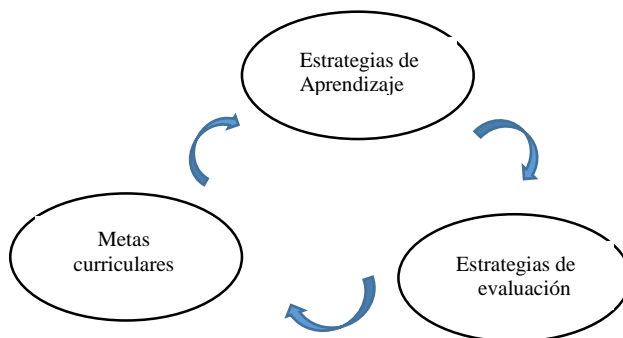
Ya que los conocimientos químicos poseen un elevado grado de abstracción, Herron se basa en gran medida en la teoría genética de Piaget, también investigador cognitivo. Herron explica que construimos inteligencia desde que nacemos hasta que morimos, empezamos operando con los estímulos concretos, observables a partir de esta manipulación se desarrollan inferencias, al operar formalmente con las inferencias construidas se generan principios y luego teorías al poner en acción estrategias metacognitivas. El nivel más alto se alcanza cuando, al poner en práctica la metacognición se buscan respuestas, las cuales son formulaciones teóricas, creaciones artísticas o religiosas, todas con alto contenido afectivo (de valores y actitudes).

Obsérvese en el cuadro 2, que Herron, apoyado en la teoría genética de Piaget, relaciona las habilidades motoras desde la niñez, el desarrollo de procesos cognitivos sobre conocimientos concretos, los conocimientos abstractos que el adolescente puede manejar si cuenta con un pensamiento formal, hasta llegar al manejo de las estrategias metacognitivas. Es decir, este investigador, como otros docentes de las ciencias, identifica la importancia del pensamiento formal en la comprensión de los conceptos abstractos. Esta condición de muchos de los conceptos en química exige la atención de los docentes a las dificultades que presentan los alumnos que no han alcanzado el pensamiento abstracto para apoyarlos con estrategias didácticas adecuadas.

A partir del análisis de las taxonomías resumidas en el cuadro 1, y de las teorías cognitivas expuestas, se planteó la necesidad de proponer una clasificación que cumpliera con facilitar la comunicación entre los profesores en la interpretación de las bases curriculares de la institución y su implementación en las aulas de los programas de química. La tarea básica del docente es, en efecto, interpretar los documentos curriculares de la institución, en los que se plasman las metas, los propósitos, los aprendizajes que deben ser promovidos y llevar a la práctica las estrategias de aprendizaje y evaluación idóneas para alcanzar la misión institucional.

La figura 2 ilustra la indispensable conexión de los 3 aspectos básicos de la actividad docente. Interacción que un profesor necesita manejar para el logro cabal de las metas educativas de una institución educativa.

Figura 2. Interacción currículo- aprendizaje- evaluación



9. Características de la taxonomía en química

Para asegurar que la taxonomía cumpliera con facilitar el dominio de estos tres aspectos por parte de la comunidad académica, se plantearon los lineamientos que se describen a continuación.

1. **Manejable.** Contener no más de 3 niveles para que sea práctica en su aplicación
2. **Sencilla.** No debe requerir de conocimientos profundos de teorías cognitivas incomprensibles para la mayoría de los profesores
3. **Pertinente.** Ser congruente con la metodología que en el Colegio hemos practicado desde su inicio.
4. **Familiar.** La terminología empleada debe ser conocida por los profesores

Para cumplir con estos lineamientos se tomaron los siguientes acuerdos:

- Proponer una taxonomía para química, consistente en 3 niveles

- Una taxonomía que permita la comunicación de los aprendizajes en los programas, las estrategias docentes y de evaluación, entre los profesores
- Agrupar los 3 niveles en términos de habilidades del pensamiento
- Seguir una secuencia cercana a la que plantea la Doctora Castañeda
- Describir como estrategias cognitivas las acciones del alumno para lograr cada nivel
- Identificar en el primer nivel, dos subniveles, el de reconocer que implica seleccionar y el de recordar que implica la capacidad para extraer de la memoria a largo plazo.
- En el nivel 2 distinguir dos subniveles, el primero de ellos es la construcción de conceptos y el segundo subnivel es el asociar los conceptos al organizarlos en la mente.
- Distinguir en el nivel 3 tres subniveles: el de resolver problema, el pensamiento crítico y el pensamiento creativo.

Como resultado se alcanzó la especificación de cada uno de los tres niveles, la que se presenta en el cuadro 4 a continuación.

Cuadro 4. Descripción de la taxonomía de los aprendizajes en los programas de Química

Nivel 1. Habilidades memorísticas

En este nivel el alumno demuestra su capacidad para **recordar** hechos, conceptos, procedimientos, al evocar, repetir, identificar. Se incluye el subnivel de **reconocer**.

Nivel 2. Habilidades de comprensión. Elaboración de conceptos y organización de conocimiento específico.

El alumno muestra capacidad para comprender los contenidos escolares al elaborar conceptos; caracterizar, expresar funciones, hacer deducciones, inferencias, generalizaciones, discriminaciones, predecir tendencias, explicar, transferir a otras situaciones parecidas, traducir en lenguajes simbólicos y en el lenguaje usado cotidianamente por los alumnos; elaborar y organizar conceptos. Hacer cálculos que no lleguen a ser mecanizaciones pero que tampoco impliquen un problema.

Nivel 3. Habilidades de indagación y resolución de problemas, pensamiento crítico y creativo.

El alumno muestra capacidad para analizar datos, resultados, gráficas, patrones, elaborar planes de trabajo para probar hipótesis, elabora conclusiones, propone mejoras, analiza y organiza resultados, distingue hipótesis de teorías, conclusiones de resultados, resuelve problemas, analiza críticamente, genera conocimiento mediante su pensamiento creativo.

9.1 Utilidad de las taxonomías

Las ventajas que tiene el conocimiento de los niveles cognoscitivos en el proceso de enseñanza aprendizaje son entre otras:

- La comprensión de la demanda intelectual que una tarea tiene, posibilita que el profesor esté consciente de los procesos por los cuales los alumnos están construyendo los conocimientos.
- Permite la comunicación, mejor fundamentada, entre los profesores al intercambiar experiencias.
- El profesor está capacitado para comprender mejor las dificultades que los alumnos tienen en el proceso de aprendizaje.
- El profesor, en forma consciente promueve el aprendizaje de niveles superiores sin descuidar los aprendizajes de menor nivel, necesarios para lograr los de mayor alcance.

Como podemos ver, las diferentes taxonomías del aprendizaje pueden ser comparadas, porque finalmente se refieren a una misma “magnitud”; *el proceso o los procesos que realiza la mente para alcanzar un aprendizaje.*

9.2 Relatividad de los niveles taxonómicos

Un mismo reactivo puede clasificarse en distintos niveles taxonómicos, de acuerdo a la demanda cognitiva ejercida a grupos poblacionales distintos, por ejemplo: un reactivo, clasificado en el nivel 3 por tratarse de la resolución de un problema para alumnos del tercer semestre de bachillerato, puede ser clasificado en el nivel 1 si va a ser resuelto por un alumno de sexto semestre, ya que ha hecho tantos ejercicios sobre el tema, que su resolución implica el recuerdo de un algoritmo. Otro ejemplo es el caso en el que un reactivo clasificado en el nivel 2 por un profesor que trabajó sobre aplicaciones de las propiedades del agua en el medio ambiente, será

considerado de nivel 3 por el profesor que no ejercitó este enfoque y el mismo reactivo constituye la resolución de un problema para sus alumnos.

Un problema es una situación que no tiene solución inmediata, y para resolverlo se debe recurrir a un análisis, determinar los aspectos relevantes del mismo, seleccionar de la memoria a largo plazo los conocimientos que el problema evoca. Es decir, si un tipo de problema se ha manejado lo suficiente en una clase para convertirse en algoritmo, el problema pasa a ser conocimiento memorístico automático.

Un alumno puede resolver mecánicamente relaciones de velocidad, distancia y tiempo, si hace los ejercicios suficientes, pero para un alumno que apenas se introduce en física, estos ejercicios demandarán los procesos del pensamiento implicados en la resolución de problema.

9.3 Independencia, proceso cognitivo – nivel de complejidad del contenido

Es posible operar en el tercer nivel en cualquier campo de actividad. Un mecánico resuelve problemas cotidianamente, con los contenidos específicos del área de los carros comunes; un mecánico de aviación resuelve problemas similares, pero manejando contenidos relativos al área de los aviones, un niño que idea arreglar un juguete emplea procesos mentales del más alto nivel pero con contenidos concretos, los que observa; **la diferencia es el grado de profundidad de los contenidos.**

10. Análisis y revisión de la taxonomía de Química en la actualidad

En este apartado se revisan dos taxonomías, la de Bloom revisada y la taxonomía llamada "SOLO", se comparan con la taxonomía de Química. Se analizan además, los resultados del manejo de los niveles entre los profesores desde la implementación de los programas de Química I y Química II.

10.1 Taxonomía de Bloom revisada

La clasificación de Bloom fue revisada por Anderson y Krathwohl (2001) y por Churches (2008). Las modificaciones que estos autores hicieron consisten en:

- a) el nivel de "aplicación" adquiere mayor alcance, no se limita al cambio de condiciones simples.
- b) el nivel 5 de "síntesis" del original de Bloom se elimina y el sitio es tomado por el de "evaluar" que ocupaba el lugar 6 de Bloom original, nivel que se describe como la habilidad de hacer juicios, característica que no cambia.
- c) el nivel 6 es ocupado por el término "crear", proceso que estaba incluido en una de las características del nivel de "síntesis". No solo hay un cambio de procesos cognitivos sino que ahora en el sexto, "crear", se enfatizan los procesos creativos.

10.2 Taxonomía SOLO (Bigg y Collins 1982)

La taxonomía, denominada, SOLO por sus siglas en inglés (Structure of the Observed Learning Outcome), se basa en el desarrollo de la habilidad que va adquiriendo un estudiante para hacer conexiones entre los conocimientos. El desempeño de los estudiantes se relaciona con los procesos descritos por la taxonomía SOLO estructura del aprendizaje observado y se basa en el desarrollo

de la habilidad para hacer relaciones entre los conocimientos, en organizarlos en la mente del estudiante.

Esta taxonomía tiene 5 niveles:

1. Preestructural: las respuestas de los estudiantes son irrelevantes al aprendizaje deseado
2. Uniestructural: las respuestas se centran en aspectos simples de la información disponible
3. Multiestructural: las respuestas de los estudiantes usan múltiples aspectos de la información disponible. Tiene 3 subniveles:
 - 3.1 multiestructural simple
 - 3.2 fragmentos de relaciones
 - 3.3 relacional pero con errores.
4. Relacional: los estudiantes relacionan la estructura de la información a otros aspectos de información externa en forma de esquemas o por escrito.
5. Abstracción amplia: las respuestas se relacionan a información adicional y a conceptos a) que no se proporcionan y b) que se generan.

Observaciones:

La taxonomía SOLO se centra en la asociación que el estudiante construye entre los conocimientos de una temática o dominio. Describe la construcción de niveles de comprensión, desde un nivel uniestructural que se enfoca a un aspecto de la información disponible, al que sigue un nivel multiestructural, donde los estudiantes asocian múltiples aspectos de la información, se continúa con un nivel relacional en el que se integran múltiples estructuras de información. La taxonomía SOLO ha sido asociada a los estadios de la teoría Piagetiana, al procesamiento de la información y a la teoría cognitiva. En la siguiente tabla se comparan las tres taxonomías.

10.3 Comparación de taxonomías en 2021

Cuadro 4. Comparativo de taxonomías 2021

COMPARATIVO DE TAXONOMÍAS 2021		
BLOOM. Revisado 2008	SOLO	QUÍMICA. CCH
1. Conocimiento Recuperar, recordar o reconocer el conocimiento que está en la memoria	1. Prestructural. respuestas irrelevantes, conocimientos aislados	1. Habilidades memorísticas. Reconocer, recordar hechos, conceptos, procedimientos, al evocar, repetir e identificar.
2. Comprensión Construir significado a partir de diferentes tipos de funciones, escritas o gráficas.	2. Uniestructural. Las respuestas se centran en aspectos simples de la información disponible	2. Habilidades de comprensión. Elaborar y organizar conceptos. Construcción de conceptos y organización del conocimiento específico.
3. Aplicación. Utilizar un procedimiento durante el desarrollo de una representación.	3. Multiestructural. Uso de múltiples aspectos de la información disponible.	
4. Análisis. Descomponer en partes y relacionarlas	4. Relacional. Relacionar la estructura de la información a otros aspectos de información externa en forma de esquemas o por escrito.	3. Habilidades de indagación y resolución de problemas, pensamiento crítico y creativo.
5. Evaluar. Hacer juicios, con base a criterios y estándares, utilizando la comprobación y la crítica.		
6. Crear. Juntar los elementos para formar un todo coherente y funcional; generar, planear o producir para reorganizar las partes.	5. Abstracto amplio. Generativo. Hacer Relaciones con información adicional a conceptos a) que no se proporcionan y b) que se generan.	Analiza in formación, planear investigaciones, distingue hipótesis de teoría, genera conocimientos.

Al comparar los niveles propuestos de la clasificación de Química en el CCH, se observa una buena correlación con las otras clasificaciones, si se considera que, al inicio del aprendizaje de un área, se empieza por aprender sus términos, sus conceptos, sus principios, aisladamente. A medida que se avanza hacia la relación entre estos conocimientos se va construyendo una estructura en la que todos los conocimientos se conectan.

En este párrafo se resaltan en negritas los niveles y subniveles descritos en la Taxonomía de Química.

Observamos que esta taxonomía describe los procesos mentales que se hacen al estudiar un área de conocimientos, en términos de la teoría cognitiva. En el proceso de aprender nueva información; se **reconocen** los términos, los conceptos, los principios; si se **comprenden significativamente** se almacenan en la memoria a largo plazo, formando una **red conceptual** sólida y cuando se requiere **aplicarlos** para resolver un problema se **recuerdan** fácilmente; si el estudiante está suficientemente motivado, localizará inconsistencias en la información será crítico, o podrá proponer mejoras, **será creativo**.

11. Impacto del manejo de la taxonomía entre la academia. Análisis valorativo

Se puede afirmar que la taxonomía facilita la comunicación entre los docentes, de acuerdo a los siguientes hechos observados:

- Desde los primeros cursos que se impartieron al inicio de este siglo, se constató mediante cuestionarios de evaluación formativa, el desarrollo en la mente de los docentes, de la comprensión de los niveles y el significado relacionado con la demanda cognitiva. Los cuestionarios que se aplicaron contenían preguntas que relacionan el nivel con el proceso mental involucrado, también se ejercitó mediante estos cuestionarios la elaboración de reactivos con los aprendizajes en los programas o el análisis para determinar su pertinencia.
- Los profesores elaboran reactivos en los 3 niveles sobre una temática, ya sea con la instrucción en un curso o con la indicación del programa de estudio.
- Si tienen asignada la elaboración de una prueba, como un examen extraordinario, los docentes pueden ponerse de acuerdo en los reactivos adecuados, mediante la interpretación de programa de estudio.
- Si en las instrucciones para elaborar un reactivo, se emplea una taxonomía distinta, los profesores de química tienen la habilidad de localizar la equivalencia.

- Sobre todo se ha observado la relevancia que dan los profesores a las dificultades de los alumnos. Como consecuencia los docentes se avocan al desarrollo de estrategias centradas en facilitar el aprendizaje de sus alumnos.

12. Referencias

- Anderson, L.W. (Ed.), Krathwohl, D.R. (Ed.), Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., y Wittrock, M.C. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (Complete edition). New York: Longman.
- Ashcraft, M. H. (2002). Cognition. Third edition, New Jersey, Prentice Hall.
- Bloom. S. J. (1977). *Taxonomía de los Objetivos de la Educación*. Argentina: Editorial El Ateneo.
- Castañeda F.S. y Martínez, R. R., Enseñanza y aprendizaje estratégicos. Un modelo integral de instrucción y evaluación. Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje. 4(28). 251-278.
- CENEVAL (2016). *Lineamientos para la construcción de reactivos de opción múltiple*. México: CENEVAL.
- Churches, A. (2008). Bloom's Taxonomy Blooms Digitally. Disponible en: https://teaching.temple.edu/sites/tlc/files/resource/pdf/1%20Bloom%27s%20Taxonomy%20Blooms%20Digitally%20_%20Tech%20Learning.pdf (Traducción al español por Eduteka disponible en: <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/TaxonomiaBloomDigital>)
- Damasio, A. (2011). El error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano. Madrid: Edicione
- Johnstone, A. H. (1997). Chemistry teaching, science or alchemy?. *Journal of Chemical Education*, 74(3), 262–268.
- Herron, J.D.(1998). Using research en chemical education to improve my teaching. *J. of Chemical Education*, 65, 850-854
- Hill, W. y McGaw, B. (1981). Testing the Simplex Assumption Underlying Bloom's Taxonomy. *American Educational Research Journal*. 15, 93-101
- Huerta, M.P. (1999). Los Niveles de Van Hiele y la Taxonomía SOLO: Un análisis comparado, una integración necesaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 291-309
- Marzano R. J. y Kendal J. S. (2007). The New Taxonomy of Educational Objectives. California: Corwin Press.
- Madaus,
- Nay, M., y Roberts, D. (1985). Student Evaluation. Science Item Writers Manual, Alberta Education.

- Osterlind, S. J. (1998) *Constructing Test Items*. University of Missouri Columbia. Kluwer Academic Publishers
- Pavelich, M.J., (1982) Using General Chemistry to promote the higher level thinking abilities. *Journal of Chemical Education*. 59 (9), .721-724
- Popp, A. J. (1999). *Cognitive Science and Philosophy of Education: Toward a Unified Theory of Learning and Teaching*, U.S.A. Caddo Gap Press.
- Valle Gómez Tagle R.M (1999). *Curso de Evaluación Para Profesores*. Dirección General de Evaluación UNAM.