

Primeros pasos para una mejora en el uso de la taxonomía de Bloom en la enseñanza de la informática

Susana Masapanta Carrión, J. Ángel Velázquez Iturbide

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Av. 12 de Octubre 1076 y Roca, 17012184 Quito – Ecuador
smmasapanta@puce.edu.ec

Universidad Rey Juan Carlos
C/ Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid – España
angel.velazquez@urjc.es

Resumen: En este artículo presentamos los resultados obtenidos de una revisión sistemática que nos permite tener una visión amplia del uso de la taxonomía de Bloom en informática. Entre los resultados, podemos destacar su uso preferente para el aprendizaje de la programación y para evaluar la actividad de los alumnos, así como la frecuente existencia de dificultades. También presentamos los resultados de analizar las dificultades identificadas por los autores de los artículos revisados, sus posibles causas y las soluciones adoptadas. Por último, indicamos los pasos iniciales que se han seguido para la elaboración de una guía de uso de la taxonomía de Bloom en informática.

Palabras clave: Taxonomía de Bloom, enseñanza de la informática, enseñanza de la programación, revisión sistemática.

Abstract: This paper presents the results obtained from a systematic review that allows to have a broad view of the use of the Bloom taxonomy in computer science. Among the results, it can be emphasized its preferential use for the learning of the programming and to evaluate the activity of the students, as well as the existence of difficulties. It also presents the results of analyzing the difficulties identified by the authors of the reviewed articles, their possible causes and the solutions adopted. Finally, we present the initial steps that have been followed for the development of a guide for the use of Bloom's taxonomy in computer science.

Key words: Bloom's taxonomy, computer science teaching, programming teaching, systematic review.

1. Introducción

La taxonomía de Bloom fue creada con el objetivo de facilitar a los educadores la clasificación de los procesos cognitivos que se espera que los alumnos adquieran luego de un proceso de aprendizaje.

En su formulación original (1956) [1] la taxonomía de Bloom consta de seis niveles jerárquicos. Cada

nivel depende de los conocimientos adquiridos en los niveles inferiores. Se detalla los niveles comenzando por el nivel más bajo hasta el más alto:

- **Conocimiento:** relacionado con la capacidad de recordar hechos específicos y universales. Requiere que el alumno repita algún dato, teoría, metodología o principio en su forma original. Por ejemplo: enumere los tipos de datos primitivos en Java.

- **Comprensión:** requiere que el alumno dé una interpretación, una traducción o una extrapolación de lo que se le comunica o de lo que sucede en un hecho particular en base al conocimiento previamente adquirido. Por ejemplo: escriba el código en Java que permita declarar una variable que almacene números enteros.
 - **Aplicación:** requiere que el alumno haga uso de la información que conoce y comprende (conceptos, métodos, teorías, etc.), para dar soluciones a un problema. Por ejemplo: el alumno necesita conocer previamente cómo funcionan los operadores de asignación en Java y cuál es la precedencia de los operadores aritméticos para poder calcular el resultado de: $x *= -2 * (y + z) / 3$,
 - **Análisis:** relacionado con el análisis de las partes que constituyen un todo y de su interacción entre ellas. Requiere que el alumno divida un problema en sus componentes y pueda analizarlos, determinando las relaciones entre ellos y los principios de organización que puedan existir. Por ejemplo: dar al estudiante el código de la clase `persona()` y pedirle que identifique el método `ingresarEdad()` y que lo diferencie del resto de métodos.
 - **Síntesis:** requiere que el alumno genere nuevas ideas con el uso de partes o elementos que serán organizados y ordenados de manera que combinados formen una nueva estructura de solución a un determinado problema. Por ejemplo: se pide al alumno crear una nueva clase `figuraGeometrica()` a partir de las clases `circulo()`, `triangulo()` y `cuadrado()` que aprendió en el aula.
 - **Evaluación:** requiere que el alumno pueda validar o determinar la calidad de una solución, una teoría o un argumento mediante el uso de juicios en términos de evidencia interna o de juicios en términos de criterios externos. Por ejemplo: se da al alumno una rutina que permite obtener el máximo valor de un conjunto de números enteros, se pide al alumno determinar si el código entregado es eficiente.
- cognitivos comprende seis niveles igual que la versión original, pero se diferencia de ésta porque no son estrictamente jerárquicos y están expresados como verbos en lugar de sustantivos; adicionalmente se intercambiaron el orden de los dos últimos niveles en la versión revisada, así tenemos: Recordar, Comprender, Aplicar, Analizar, Evaluar y Crear. Por otra parte, la dimensión de conocimiento tiene cuatro categorías: Factual, Conceptual, Procedimental y Metacognitivo. A continuación, se da una breve descripción de estas categorías:
- **Factual:** corresponde a las nociones básicas, la terminología, los detalles o elementos que los alumnos deben conocer para resolver un problema o conocer una disciplina. En programación, por ejemplo, conocer qué es una variable, una clase, un objeto o un método.
 - **Conceptual:** se refiere al conocimiento de las clasificaciones y categorías, al conocimiento de los principios y generalizaciones y al conocimiento de las teorías, modelos y estructuras que permitan a los alumnos saber cómo funcionan juntos dentro de una estructura más grande. Por ejemplo: conocer los conceptos asociados a los lenguajes de programación como compilador, intérprete, lenguaje de máquina, datos binarios, etc.
 - **Procedimental:** puntualiza el saber cómo hacer algo, el alumno hace uso de habilidades, algoritmos, técnicas y métodos determinando cuando es apropiado su uso. Por ejemplo: cuándo utilizar recursividad.
 - **Metacognitivo:** permite al alumno tener consciencia y conocimiento de su propia cognición, así como conocimiento de particulares procesos cognitivos. La actividad metacognitiva es la capacidad que los alumnos tienen al planificar qué estrategias se usarán en cada situación, aplicarlas, controlar su proceso y evaluarlas de forma que se pueda reiterarlas o bien para proceder a su modificación.

Estas dos dimensiones forman una matriz taxonómica (véase la Tabla 1). En las filas están las categorías de conocimientos y en las columnas están los procesos cognitivos.

En 2001, se publica la versión revisada [2] de la taxonomía de Bloom, que consta de dos dimensiones: una para los procesos cognitivos y otra para el conocimiento. La dimensión de los procesos

Tabla 1. Matriz taxonomía de Bloom.

Dimensión del conocimiento	Dimensión cognitiva					
	1 Recordar	2 Comprender	3 Aplicar	4 Analizar	5 Evaluar	6 Crear
A. Factual						
B. Conceptual						
C. Procedimental						
D. Metacognitivo						

La matriz taxonómica permite conectar las dos dimensiones a través de la intersección de un verbo de la dimensión cognitiva con un objeto de la dimensión del conocimiento. Estas intersecciones permiten a los educadores elaborar o clasificar objetivos de aprendizaje. Así por ejemplo se quiere clasificar el siguiente objetivo: “El alumno aprenderá a aplicar métodos de ordenamiento”. Para este caso el verbo es aplicar, por lo tanto, corresponde a la columna Aplicar, mientras que el objeto de conocimiento son los métodos de ordenamiento y corresponde a la fila del conocimiento Procedimental. Así el objetivo queda clasificado en la celda C3.

La taxonomía de Bloom es quizás la metodología educativa más relevante y más usada entre los educadores de distintas áreas del conocimiento. Es así que en informática la versión revisada de la taxonomía de Bloom es usada como referente para las recomendaciones curriculares que da ACM/IEEE [3] para la elaboración de los objetivos de aprendizaje. Entre las ventajas de su uso podemos mencionar que ayuda a los profesores en la definición de los objetivos educacionales y el diseño de las estrategias de enseñanza en cualquier nivel educativo, así como la definición y clasificación de tareas de evaluación en niveles de complejidad. Sin embargo, surgen dificultades al aplicarla en la enseñanza de la informática y en especial en programación [4].

Con este antecedente nos parece oportuno e interesante determinar cuáles son estas dificultades. Para ello se realizó una revisión sistemática que nos permitió determinar las principales dificultades en el uso de la taxonomía, así como sus posibles causas y las soluciones adoptadas. El conocer estos tres aspectos nos permitirá proponer soluciones que faciliten la aplicación de la taxonomía en tareas de informática y así lograr aprendizajes significativos en los alumnos.

La organización de este trabajo es la siguiente: en el apartado 2 se menciona algunos trabajos relacionados con el uso de la taxonomía de Bloom en informática, en el apartado tres se presenta la metodología que se usó para la realización de la revisión sistemática, luego en el apartado cuatro presentamos los resultados obtenidos de las preguntas de investigación, a continuación en el apartado cinco se comenta sobre los primeros pasos realizados para elaborar una guía de uso de la taxonomía de Bloom en informática, seguido en el apartado seis se encuentra la discusión y finalmente en el apartado siete se presentan las conclusiones a las que llegamos y trabajos futuros.

2. Trabajos relacionados

Se ha considerado oportuno señalar tres trabajos que tienen alguna similitud con esta investigación y se explica brevemente en qué se diferencia el presente trabajo con los mencionados.

Comenzamos con el trabajo de Britto y Usman, quienes realizan una revisión sistemática del uso de la taxonomía de Bloom en el contexto educativo de la ingeniería de software [5]. Sin embargo, su análisis es descriptivo, sin profundizar excesivamente, al menos en las dificultades de uso de la taxonomía. El objetivo del presente trabajo es profundizar en el análisis de dichas dificultades, también mediante una revisión sistemática.

En el trabajo de Hernán-Losada *et al.* [6] se analiza el uso de la taxonomía de Bloom como base para diseñar un software educativo que ayude en el aprendizaje de la programación. Especifican las ventajas y dificultades del uso de la taxonomía en programación y dan algunas guías de cómo utilizarla en esta asignatura. Si bien este trabajo detalla algunas dificultades del uso de la taxonomía, se enfoca en una sola asignatura, mientras que en

nuestro trabajo el análisis de las dificultades fue más amplio, cubre aquellas asignaturas de la carrera de informática en donde se usó Bloom.

Finalmente, en el trabajo de Fuller *et al.* [7] donde se revisa la literatura sobre diferentes taxonomías educativas y su uso en informática. Se identifican los problemas de uso para cada taxonomía y luego de analizar estos problemas proponen una nueva taxonomía para ser utilizada en asignaturas de programación. Este trabajo nos pareció interesante ya que los autores indican que la taxonomía de Bloom es la más usada. Si bien determinan las dificultades de uso, se diferencia de nuestro trabajo porque nuestro objetivo es recopilar y estructurar la información disponible sobre las dificultades que comentan los educadores, así como las causas y las soluciones a esas dificultades.

3. Metodología de Investigación

Una revisión sistemática sintetiza de forma rigurosa, imparcial y estructurada el trabajo académico existente sobre un determinado tema. Para la realización de la revisión sistemática se tomaron como guía algunas de las pautas adoptadas por Bárbara Kitchenham [8].

A continuación, se detallan los pasos que se siguieron para la revisión sistemática:

3.1. Preguntas de Investigación

Con la finalidad de tener una visión amplia del uso de la taxonomía de Bloom en la enseñanza de la informática, se formularon las siguientes preguntas:

1. ¿Qué versión se utiliza de la taxonomía de Bloom?
2. ¿Se utiliza alguna otra taxonomía de aprendizaje?
3. ¿En qué materias se utiliza la taxonomía de Bloom?
4. ¿Para qué se utiliza la taxonomía de Bloom?
5. ¿Se comenta alguna dificultad de uso de la taxonomía de Bloom? En caso afirmativo, indicar qué dificultades encontraron.

3.2. Selección de las Fuentes de Información

Una vez definidas las preguntas de investigación el siguiente paso fue determinar las fuentes primarias donde se realizaría la búsqueda. Se seleccionó las revistas y congresos más relevantes en la enseñanza de la informática. Las fuentes seleccionadas son:

- Revista Computer Science Education (CSE).
- Revista Transactions on Computing Education (TOCE).
- Congreso ACM Conference on International Computing Education Research (ICER).
- Congreso ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE).
- Congreso ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE).
- Congreso Australasian Computing Education Conference (ACE).
- Congreso International Conference on Computing Education Research (Koli Calling).

3.3. Cadena de Búsqueda

Los términos de búsqueda se seleccionaron teniendo en cuenta el uso de la taxonomía de Bloom en informática y en programación. Se consideró las diferentes formas para referirse a la taxonomía de Bloom y estos términos también fueron incluidos. La cadena de búsqueda utilizada fue:

("Bloom's taxonomy" OR "Bloom taxonomy" OR
"cognitive taxonomy")
AND
(programming OR "computer science")

Para la revista Computer Science Education se buscó en la versión online de Tylor & Francis y para el resto de revistas y congresos se buscó dentro de la biblioteca digital de ACM.

3.4. Criterios de Selección

La búsqueda con la cadena presentada anteriormente produjo un resultado de 314 artículos, no todos ellos útiles. Por tanto, se aplicaron criterios de exclusión e inclusión para determinar los artículos más relevantes. El proceso de selección se realizó en tres etapas:

1. Se eliminaron los artículos duplicados, así como resultados que correspondían a volúmenes de

actas de congresos, pero no contenían ninguna comunicación. Como resultado, quedaron 306 artículos.

2. Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: que en el resumen del artículo haga referencia al uso de la taxonomía de Bloom o que en las palabras clave se encuentre “taxonomía de Bloom” o “Bloom”. El número de artículos se redujo a 45.
3. Finalmente hubo un segundo proceso de exclusión debido a que, al comenzar el análisis de los 45 artículos se observó que algunos trabajos provenían de una misma investigación, sólo que quizá presentado de forma distinta (p.ej. uno es más largo y otro más resumido). Se decidió conservar el artículo que brindara más detalles para esta investigación. Quedaron 40 artículos.

La Tabla 2 resume el proceso descrito de selección, con las cifras de publicaciones resultantes de cada paso. La lista de los 40 artículos finalmente seleccionados puede encontrarse en un informe técnico que describe la revisión sistemática con más detalle. [9]

3.5. Metodología de análisis

Para el análisis de las preguntas de investigación se las dividió en dos grupos: preguntas 1 y 2 donde no se requirió un análisis cualitativo y preguntas 3-5 donde este tipo de análisis sí fue necesario.

Se elaboró una matriz para registrar las respuestas de las preguntas 3-5 encontradas en los 40 artículos seleccionados. Para el registro de los comentarios de

dificultades de uso de la taxonomía solo se consideró los comentarios propios de los autores dejando a un lado las citas o reproducciones de comentarios de otros investigadores.

El análisis cualitativo se realizó sin partir de categorías preestablecidas, como preconiza la *grounded theory* [10], y a través de numerosas iteraciones.

Sin entrar en detalle de todas las iteraciones realizadas, podemos agruparlas en dos etapas:

1. Las dificultades se dividieron en dificultades internas de la taxonomía (inherentes a la taxonomía) y externas (relacionadas con el uso de la taxonomía). A su vez, cada categoría incluía varias subcategorías. Sin embargo, esta forma de analizar no resultó un instrumento claro de clasificación de los comentarios, con frecuente incertidumbre sobre la subcategoría donde mejor encajaba una dificultad. Finalmente, se descartó esta clasificación.
2. Se distinguió si cada comentario era una expresión de una dificultad, una causa de la misma señalada por los autores o una solución adoptada por éstos. La clasificación fue más puntual, por lo que se adoptó.

A su vez, cada etapa incluyó diversas iteraciones, con frecuentes idas y venidas entre los artículos. La mayor parte de las iteraciones de análisis fue realizada por la primera autora, aunque el segundo autor también realizó varias. El proceso de análisis terminó tras llegar a un consenso.

Tabla 2. Resultados de búsqueda y aplicación de criterios de selección.

Fuente de información	Número de artículos			
	Encontrados	Sin duplicados	Satisfacen criterios de inclusión	Sin similares
CSE	7	7	7	6
TOCE	17	17	1	1
ICER	42	39	5	5
SIGCSE	119	117	13	11
ITiCSE	86	85	11	10
ACE	30	29	7	6
Koli Calling	13	12	1	1
Total	314	306	45	40

4. Resultados

Los resultados se muestran de acuerdo a la división de las preguntas, primero están las preguntas sin categorización y luego los resultados de las respuestas para las cuales se crearon categorías.

4.1. Resultados preguntas sin categorización

La versión orinal de la taxonomía fue utilizada en el 75% de los artículos (véase Tabla 3), mientras que el 25% restante utilizó la taxonomía revisada.

Tabla 3. Taxonomía que utilizaron

Taxonomía utilizada	# artículos	%
Versión original (1956)	30	75%
Versión revisada (2001)	10	25%
Total	40	100%

En cuanto al uso de otras taxonomías además de Bloom, se puede ver en la Tabla 4 que la mayor parte de los artículos usaron exclusivamente la taxonomía de Bloom (85%). Un 10% usaron la taxonomía SOLO [11] tras descartar el uso de Bloom, Finalmente, el 5% restante usaron una combinación de las taxonomías de Bloom y SOLO.

Tabla 4. Uso de otra taxonomía

Usa otra taxonomía	# artículos	%
No	34	85%
Taxonomía de SOLO	4	10%
Combinación de las taxonomías de Bloom y SOLO	2	5%
Total	40	100%

4.2. Resultados de las preguntas con categorización

El total de respuestas a las preguntas con categorización varía con respecto al número de los artículos seleccionados (40). Ya que en algunos de los artículos encontramos más de una respuesta e incluso hubo casos en los que no encontramos respuestas. Por ejemplo, en un mismo artículo encontramos una o más causas de las dificultades señaladas por los autores al usar Bloom, pero ninguna solución.

Materias donde se utilizó la taxonomía de Bloom

Al analizar en qué materias fue utilizada la taxonomía de Bloom se observó que además del uso en materias de pregrado, se la utilizó en un nivel de estudio en particular como primaria o secundaria. También se notó que en dos artículos se aplica en tres materias y en un artículo se aplicó en dos, con lo cual el número de materias contabilizadas llega a 43. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Materias donde se usa la taxonomía de Bloom

Materia	Núm.	%
Programación en primer año	23	53,5%
Estructuras de datos y algoritmos	4	9,3%
Otras asignaturas de programación	3	7,0%
Ingeniería del software	5	11,6%
Otras materias de informática	4	9,3%
Nivel preuniversitario	4	9,3%
Total	43	100%

La siguiente es la descripción de las categorías:

- Programación en primer año: se agruparon las materias de programación dictadas en primer año de Informática (CS1, Introducción a la programación procedimental u Orienta a Objetos) y si se desglosó por el paradigma de programación utilizado, obtenemos los resultados de la Tabla 6.

Tabla 6. Paradigma de programación en primer año

Paradigma de programación	Núm.	%
Programación procedimental	6	26,1%
Programación Orientada a Objetos	7	30,4%
Indeterminado	10	43,5%
Total	23	100%

- Estructuras de datos y algoritmos: encontramos tres artículos que hacen referencia a la materia de Estructuras de Datos y Algoritmos y uno a Tipos de datos abstractos y Recursividad.
- Otras asignaturas de programación: se categorizó aquellas materias que tienen un nivel de programación más avanzado como Lenguajes de programación y Programación funcional.
- Ingeniería del software: se agrupó cuatro artículos relacionados con Ingeniería de Software

en general y uno relacionado con Ingeniería de Requerimientos.

- Otras materias de informática: incluye Bases de datos, Redes y Comunicaciones, Seguridad e Interacción Humano-Computador.
- Nivel preuniversitario: en la última categoría, se encuentran aquellas investigaciones realizadas en primaria o secundaria, aquí también se agrupo al examen *AP Computer Science A Exam*. dado que se aplica a estudiantes de bachillerato.

Usos de la taxonomía de Bloom

Los usos que los autores dieron a la taxonomía de Bloom fueron diversos, por lo que se realizó un análisis para determinar las categorías de uso. Se realizaron cuatro iteraciones, en cada una de ellas se buscó reducir el número de categorías encontradas agrupando los usos por sus similitudes. Es así que de 18 categorías en la primera iteración se logró disminuir a 5 categorías en la última iteración. El análisis también permitió determinar que uno de los artículos informa de dos fines, lo que da un total de 41 usos (véase la Tabla 7).

A continuación, se describen las categorías de uso identificadas:

- Evaluar a los alumnos: la taxonomía se usa para medir los conocimientos del alumno en una asignatura. Esta categoría integra tres subcategorías:
 - a) Desarrollar preguntas o problemas según sus niveles cognitivos.
 - b) Clasificar preguntas o problemas ya desarrollados en niveles cognitivos.

c) Clasificar el aprendizaje de los alumnos. Se clasifica el rendimiento académico de los alumnos en niveles de la taxonomía de Bloom.

- Planificar la actividad docente (2 artículos). Se usa la taxonomía de Bloom para planificar la actividad docente de una asignatura de forma que mejore el aprendizaje de los alumnos.
- Especificar o clasificar los objetivos de aprendizaje de una asignatura (2 artículos).
- Otros:
 - a) Crear una nueva taxonomía (2 artículos). Se modifica para obtener a una nueva taxonomía, más adecuada para la informática.
 - b) Desarrollar software educativo (1 artículo). Se usa como base para el desarrollo de un tutorial para aprender a usar la propia taxonomía de Bloom.
- Indeterminado. Señalan el uso de la taxonomía de Bloom, pero sin dar más detalles. En algunos casos, sólo es mencionada.

Dificultades en el uso de la taxonomía de Bloom

El 37,5% de los artículos analizados indican que los investigadores tuvieron dificultades al utilizar la taxonomía de Bloom, mientras que un 62,5% no comentan haber tenido alguna dificultad

Una vez identificados los artículos donde los autores expresan haber tenido dificultades con el uso de la taxonomía, se procedió al análisis de los comentarios.

Tabla 7. Usos de la taxonomía de Bloom

Categoría de uso	Subcategorías	# respuestas	Total por categoría	%
Evaluar a los alumnos	Desarrollar preguntas	10	19	46,3%
	Clasificar preguntas	7		
	Clasificar el aprendizaje	2		
Planificar la actividad docente	-	2	2	4,9%
Especificar objetivos de aprendizaje	-	2	2	4,9%
Otros	Crear una nueva taxonomía	2	3	7,3%
	Desarrollar un software educativo	1		
Indeterminado	-	15	15	36,6%
Total		41	41	100%

Se presentan primero las dificultades, luego las causas y por último las soluciones identificadas.

Para las dificultades se estableció cuatro categorías (véase Tabla 8). En tres artículos se encontraron dos dificultades con lo que el número de dificultades llega a 18.

Los resultados indican que “clasificar los objetivos o tareas de evaluación” dentro de los niveles de la taxonomía representa la mayor dificultad que experimentaron los autores (77,77%).

A continuación, se muestra la descripción de las categorías de dificultades:

Tabla 8. dificultades de uso de la taxonomía de Bloom

Dificultades	Núm.	%
Clasificar los objetivos o las tareas de evaluación	14	77,77%
Especificar de forma precisa el conocimiento objeto de cada objetivo de aprendizaje o prueba de evaluación	2	11,11%
Medir el progreso del alumno	1	5,56%
Comprensión de la taxonomía	1	5,56%
Total	18	100%

- Aplicabilidad para clasificar los objetivos o las tareas de evaluación: presentan problemas al tratar de determinar en qué nivel de la taxonomía debería estar un objetivo, un contenido o una pregunta de evaluación de Informática. Un comentario que explica esta dificultad es el realizado por Whalley et al. [12] que dice: “el categorizar las preguntas de programación por la complejidad cognitiva aplicando la taxonomía de Bloom, ha demostrado ser un desafío incluso para un grupo experimentado de educadores de programación”.
- Especificar de forma precisa el conocimiento objeto de cada objetivo de aprendizaje o prueba de evaluación: El problema surge cuando el profesor va cambiando sin advertirlo entre conceptos relacionados entre los que hay ciertas diferencias. Por ejemplo, Starr et al. [13] advierten del cambio entre “iteración” y “bucle for”

- Aplicabilidad para medir el progreso del alumno: hay dificultades al ver si los procesos cognitivos de un estudiante usados para resolver un problema progresan de forma ordenada siguiendo los niveles de la taxonomía. P.ej. Meerbaum-Salant et al. [14] comentan que “queríamos trabajar con una taxonomía estrictamente jerárquica que permitiera monitorear el progreso del estudiante, pero que coincidiera con el contexto del estudio y sus objetivos”.
- Comprensibilidad: se tienen dudas de cómo interpretar algunos de los términos de la taxonomía en un ambiente informático. Un ejemplo es el comentado por Thompson et al. [4] que explica que es difícil aclarar lo que significa aplicar un proceso y/o crear un proceso usando la taxonomía en programación.

Causas de las dificultades

Para las causas se elaboraron cinco categorías, algunas de ellas tienen subcategorías (Véase la Tabla 9). En algunos trabajos los autores manifiestan más de una causa para una misma dificultad, por lo que el número total de causas es de 26.

Al observar los resultados podemos ver que hay cuatro causas principales: la necesidad de conocer el contexto educativo, la estructura de la taxonomía, la terminología de la taxonomía, y la comprensión de la taxonomía. A continuación, se describe cada una de las categorías de causas:

- Necesidad de conocer el contexto educativo: los autores comentan que desconocer la forma como se enseñó a los alumnos el contenido evaluado, puede dar lugar a dificultades. Así p.ej. lo expresan Gluga et al. [15]. al destacar “la estrecha dependencia del conocimiento del contexto de la enseñanza para clasificar correctamente las preguntas del examen con Bloom”. Tiene dos subcategorías:
 - a) Los alumnos utilizan distinto esfuerzo cognitivo para resolver un mismo ejercicio: los estudiantes pueden razonar de diferentes maneras para resolver un mismo ejercicio y estas pueden ser clasificadas en diferentes niveles.

Tabla 9. Causas de las dificultades de uso de la taxonomía de Bloom

Causas	Subcategoría	Núm.	Total	%
Necesidad de conocer el contexto educativo	Distinto esfuerzo cognitivo del alumno	4	8	30,77%
	Conocer la forma de enseñar el contenido	4		
Limitaciones de la taxonomía	Conjunto incompleto o inadecuado	5	7	26,92%
	Conjunto solapado	1		
	Concebida para evaluar y no para especificar objetivos	1		
Terminología	Terminología extraña	2	5	19,23%
	Falta de ejemplos	3		
Comprensión deficiente de la taxonomía	Conocimiento superficial	3	5	19,23%
	Distinta comprensión según su experiencia	1		
	Su uso requiere un notable esfuerzo de memoria	1		
Complejidad de la Informática	–	1	1	3,85%
Total		26	26	100%

- b) Conocer la forma de enseñar el contenido: la manera como se enseñe al estudiante influye en la manera cómo responderá en la evaluación y esta respuesta puede ser clasificada en un nivel diferente de la taxonomía del usado para instruir.
- Limitaciones de la taxonomía: corresponde a aquellas causas que son inherentes a la taxonomía como su definición o su estructura. Sus subcategorías son:
 - a) Conjunto incompleto o inadecuado de niveles para las tareas de programación. los niveles de la taxonomía, difícilmente se adaptan a los conceptos y tareas requeridas en programación [14]
 - b) Conjunto solapado: los niveles no están bien diferenciados entre ellos, lo que produce que una pregunta o un contenido pueda ser categorizado en dos niveles alternativos.
 - c) Concebida para evaluar y no para especificar objetivos: la taxonomía de Bloom fue creada con el fin de evaluar.
- Terminología: la terminología utilizada en informática, en especial aquella que se usa en programación, tiene diferente connotación de la utilizada en la taxonomía de Bloom. A su vez, podemos distinguir entre:
 - a) Terminología extraña para programación.
 - b) Falta de ejemplos.
- Comprensión deficiente de la taxonomía: las dificultades pueden deberse a malentendidos de los profesores sobre el significado de los niveles. Las subcategorías son:
 - a) Conocimiento superficial: incluye las creencias y las ideas preconcebidas que tienen los profesores sobre el significado de los niveles.
 - b) Distinta comprensión según su distinta experiencia: la interpretación de cada nivel de la taxonomía, así como el esfuerzo cognitivo son diferentes en un educador inexperto que en uno con experiencia. Las dificultades surgen cuando en un mismo grupo de evaluación existen educadores con distintas experiencias.
 - c) Su uso requiere un notable esfuerzo de memoria de los niveles.
- Complejidad del campo de la Informática: La dificultad del nivel cognitivo no solo viene dada por el contenido en estudio sino también por la herramienta que se use. Si bien las herramientas pueden tener el mismo fin, su complejidad puede variar, por lo que pueden clasificarse en distintos niveles de la taxonomía.

Soluciones encontradas para las dificultades

Por último, se presentan los resultados de las soluciones que identificamos. Algunos de los autores al encontrar una dificultad pueden o no haber aplicado algún tipo de medida para resolverla. Registramos cuatro artículos sin soluciones, tres artículos con dos soluciones y un artículo con tres. Por lo que el número de soluciones encontradas es igual a 16. Se estableció seis categorías de soluciones (véase la Tabla 10).

La solución más frecuente es “Dar pautas de aplicación” (37,50%). La descripción de las categorías es la siguiente:

- Dar pautas de aplicación: los autores optaron por dar dos tipos de guías, la primera consiste en tomar programas e indicar a que nivel corresponden. Y la segunda plantea interpretar los términos de la taxonomía e indicar cómo emplearlos en Informática.
- Formación: capacitar en el uso de la taxonomía.
- Ampliar la taxonomía: son tres las soluciones que forman esta categoría, la primera propone aumentar la taxonomía con otras dimensiones como la complejidad y la dificultad, en la segunda se puede tener otro nivel de aplicación superior y la tercera sugiere utilizar conjuntamente con otras taxonomías p.ej. SOLO [10].
- Cambiar la terminología: recomiendan indicar términos relacionados con Informática para cada uno de los niveles de la taxonomía.
- Conocer el contexto educativo: saber el contexto de la pregunta dentro de enseñanza de una asignatura.
- Determinar el nivel cognitivo que los alumnos usarán: conocer el nivel cognitivo usado por la mayoría de los alumnos, en el contenido de la asignatura.

Tabla 10. Soluciones propuestas

Soluciones	Núm.	%
Dar pautas de aplicación	6	37,50%
Formación	3	18,75%
Ampliar la taxonomía	3	18,75%
Cambiar la terminología	2	12,50%
Conocer el contexto educativo	1	6,25%
Determinar el nivel cognitivo que usarán los alumnos	1	6,25%
Total	16	100%

5. Primeros pasos para el diseño de una guía de uso de la taxonomía de Bloom en informática.

Luego de obtener los resultados y de determinar cuáles son los más relevantes, en especial las principales dificultades de uso de la taxonomía de Bloom, sus causas y soluciones. Hemos optado por

continuar con nuestra investigación elaborando una guía de uso de la taxonomía para profesores de informática.

Se decidió trabajar con la versión revisada de la taxonomía de Bloom [2] y considerar para la clasificación tanto los niveles como los subniveles que existen en cada una de las dos dimensiones: la dimensión del tipo de conocimiento y la dimensión de los procesos cognitivos. Además de la taxonomía de Bloom, también se seleccionó la taxonomía de los tipos de tareas en informática de Matt Bower [16]. Esta taxonomía comprende diez niveles, donde las tareas están relacionadas entre sí de forma jerárquica y se enfocan a tareas específicas en la enseñanza de la informática, por ejemplo: la depuración o el diseño de sistemas.

Después se recopiló las preguntas de evaluación que utilizaron los autores de los artículos y con estas preguntas se elaboró una matriz; cada pregunta corresponde a una fila y en las columnas están: la clasificación dada por los autores, la clasificación según la taxonomía de Bower y finalmente nuestra categorización según la taxonomía revisada de Bloom. Nuestra clasificación nos ha permitido identificar algunas pautas de aplicación para especificar qué tipos de ejercicios corresponden a un tipo de conocimiento concreto, así como identificar el proceso cognitivo asociado.

El siguiente paso será poner en práctica la guía de uso con profesores de programación y de esta manera obtener resultados que nos permitan determinar su validez y una posible mejora de ser necesario.

6. Discusión

Algunos resultados de la revisión sistemática coinciden con un trabajo anterior [6], así como con los del grupo de trabajo de Fuller *et al.* [7], pero el presente trabajo es mucho más completo. Una descripción sencilla de los resultados consistiría en constatar que es la taxonomía educativa más usada en informática, principalmente en asignaturas de programación y para evaluar la actividad de los alumnos.

Un tercio aproximadamente de las publicaciones reconocen el uso de la taxonomía de Bloom, pero no

detallan cómo. Asimismo, más de la mitad de los artículos analizados no reconocen haber tenido dificultades. Sin embargo, el resto de artículos reconocen haber tenido graves dificultades, incluso por parte de investigadores experimentados. Ambos hechos plantean la cuestión de si el uso de la taxonomía en los otros casos no pasa de ser superficial.

La principal dificultad que encontraron los autores fue la clasificación de un objetivo, contenido o prueba en algún nivel de la taxonomía. Se destacan cuatro causas: necesidad de conocer el contexto de enseñanza, deficiencias de la propia taxonomía, la terminología de la taxonomía y la deficiente comprensión de la misma. Por último, encontramos una gran diversidad de soluciones propuestas, de las cuales dar pautas de aplicación es la más frecuente.

Con lo expuesto anteriormente, observamos que dar pautas de aplicación junto con la capacitación en el uso la taxonomía de Bloom son quizás las mejores soluciones para evitar que surjan dificultades. Por ello consideramos que emplear una guía de uso de la taxonomía orientada a la informática será beneficioso para evitar posibles inconvenientes.

Finalmente, con la recopilación de las preguntas de evaluación que encontramos en los artículos, hemos podido observar que aquellas que fueron clasificadas con la versión revisada de la taxonomía de Bloom solo clasifican las preguntas según la dimensión de los procesos cognitivos (Recordar, Comprender, Aplicar, Analizar, Evaluar y Crear) y no se encuentra una clasificación clara de acuerdo con la dimensión de los tipos de conocimiento.

7. Conclusión

Con los resultados obtenidos de la revisión sistemática se observa que la taxonomía de Bloom tiene una gran frecuencia de uso en la enseñanza de la informática y que principalmente es usada para la evaluación de los alumnos. Sin embargo, la frecuencia de las dificultades de uso, así como la gran variedad de causas y soluciones propuestas, hacen que sea difícil encontrar líneas claras de actuación que faciliten a los profesores el uso de la taxonomía.

En el futuro inmediato, queremos abordar dos líneas posibles: analizar las características de la taxonomía desde un punto de vista teórico y rediseñar su uso de forma más operativa (que debería validarse experimentalmente).

8. Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado con los proyectos TIN2015-66731-C2-1 del Ministerio de Economía y Competitividad de España y S2013/ICE-2715 de la Comunidad Autónoma de Madrid.

9. Referencias

- [1] B.S. Bloom, M.D. Engelhart, E.J. Furst, W.H. Hill y D.R. Krathwohl, *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I: Cognitive Domain*, Longmans Group Ltd, 1956
- [2] L.W. Anderson, D.R. Krathwohl, P.W. Airasian, K.A. Cruikshank, R.E. Mayer, P.R. Pintrich, R. Raths y M.C. Wittrock, *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, Addison-Wesley Longman, 2001
- [3] The Joint Task Force on Computing Curricula, Computer Science Curricula 2013 – Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science, ACM & IEEE Computer Society. Recuperado el 24 de abril de 2017 en <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>.
- [4] E. Thompson, A. Luxton-Reilly, J.L. Whalley, M. Hu and P. Robbins, "Bloom's taxonomy for CS assessment," en *Proceedings of the Tenth Conference on Australasian Computing Education*, 2008, pp. 155-161.
- [5] R. Brito and M. Usman, "Bloom's taxonomy in software engineering education: A systematic mapping study," en *Proceedings of the Frontiers in Education Conference (FIE 2015)*, IEEE Xplore, DOI [10.1109/FIE.2015.7344084](https://doi.org/10.1109/FIE.2015.7344084)
- [6] I. Hernán-Losada, C.A. Lázaro-Carrascosa y J.Á. Velázquez-Iturbide, "On the use of Bloom's taxonomy as a basis to design educational software on programming," en *Engineering Education in the Changing Society*, C. da Rocha Brito y M.M. Ciampi (eds.), COPEC, 2004, pp. 351-355.
- [7] U. Fuller, C.G. Johnson, T. Ahoniemi, D. Cukierman, I. Hernán-Losada, J. Jackova, E. Lahtinen, T.L. Lewis, D.M. Thompson, C. Riedesel and E. Thompson, "Developing a computer science-specific learning taxonomy," en *ITiCSE-WGR '07 Working Group Reports on ITiCSE on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 2007, pp. 152-170, ACM DL, DOI [10.1145/1345443.1345438](https://doi.org/10.1145/1345443.1345438).
- [8] B. Kitchenham, "Procedures for performing systematic reviews," Technical Report TR/SE-0401, Keele University, 2004. Recuperado el 24 de abril de 2017 en <http://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>.
- [9] S. Masapanta Carrión y J. Á. Velázquez Iturbide, "Una revisión sistemática del uso de la taxonomía de Bloom en la enseñanza de la informática," Serie de Informes Técnicos DLSII-URJC, no. 2017-02, Universidad Rey Juan Carlos, 2017.
- [10] B.G. Glaser and A.L. Strauss. *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*, Transaction Publishers, 2009.
- [11] J.B. Biggs, and K.F. Collis, *Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*, Academic Press, 1982
- [12] J.L. Whalley, R. Lister, E. Thompson, T. Clear, P. Robbins, P.K. Kumar and C. Prasad, "An Australasian study of reading and comprehension skills in novice programmers, using the bloom and

- SOLO taxonomies,” en *Proceedings of the 8th Australasian Conference on Computing Education*, 2006, pp. 243-252.
- [13] C.W. Starr, B. Manaris and R.H. Stalvey, “Bloom’s taxonomy revisited: specifying assessable learning objectives in computer science,” en *Proceedings of the 39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, 2008, pp. 261-265, DOI [10.1145/1352135.1352227](https://doi.org/10.1145/1352135.1352227).
- [14] O. Meerbaum-Salant, M. Armoni and M. Ben-Ari, “Learning computer science concepts with Scratch,” en *Proceedings of the Sixth International Workshop on Computing Education Research (ICER’10)*, 2010, pp. 69-76, DOI [10.1145/1839594.1839607](https://doi.org/10.1145/1839594.1839607).
- [15] R. Gluga, J. Kay, R. Lister, S. Kleitman and T. Lever, “Overconfidence and confusion in using Bloom for programming fundamentals assessment,” en *Proceedings of the 43rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 2012, pp 147-152, DOI [10.1145/2157136.21571](https://doi.org/10.1145/2157136.21571).
- [16] M. Bower “A taxonomy of task types in computing” en *Proceedings of the 13th annual conference on Innovation and technology in computer science education*, 2008, pp. 281-285 DOI [10.1145/1384271.1384346](https://doi.org/10.1145/1384271.1384346)