

---

## NÚMEROS CUÁNTICOS: UNA ALTERNATIVA DIDÁCTICA PARA SU ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE<sup>1</sup>

Valderrama Pérez, Laura Nataly<sup>2</sup> ; Rayo Alape, Daniel Felipe<sup>3</sup>; Suesca Cubillos, Francly Liliana<sup>4</sup> & Soler Contreras, Manuel Guillermo<sup>5</sup>

### Resumen

En este documento se da a conocer una propuesta para la enseñanza de los números cuánticos pensada para estudiantes del grado décimo de educación media. Se fundamenta en estrategias enfatizadas dentro de las preconcepciones en el cambio conceptual y la innovación e investigación en la enseñanza de las ciencias; basado en el alineamiento constructivo. Se describe la planificación del proceso y se avanza en una aplicación en prueba piloto con estudiantes de tercer semestre de licenciatura en química, de donde surge la propuesta. Esto permite comprender la planificación curricular de los contenidos en química, y además permite construir conocimientos significativos en la temática a tratar.

**Palabras claves:** Alineamiento constructivo, números cuánticos, conocimientos significativos.

### Categoría: 1

**Línea de trabajo #2:** Las preconcepciones en el cambio conceptual, números cuánticos

### Introducción

Desde hace un tiempo, los estudiantes tienen problemas para entender algunos conceptos en química, principalmente si se habla de números cuánticos, para

---

<sup>1</sup> Esta contribución surge en el marco del espacio académico teorías curriculares y el grupo de investigación Ciencias, Acciones y Creencias en su línea QUIMILUDI adscritos al Departamento de Química de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional, se trata de un avance cuyos resultados definitivos han de concretarse en una futura contribución académica.

<sup>2</sup> Estudiante de Licenciatura en Química. [dqu\\_Inv Valderramap295@pedagogica.edu.co](mailto:dqu_Inv Valderramap295@pedagogica.edu.co)

<sup>3</sup> Estudiante de Licenciatura en Química. [dqu\\_dfrayoa268@pedagogica.edu.co](mailto:dqu_dfrayoa268@pedagogica.edu.co)

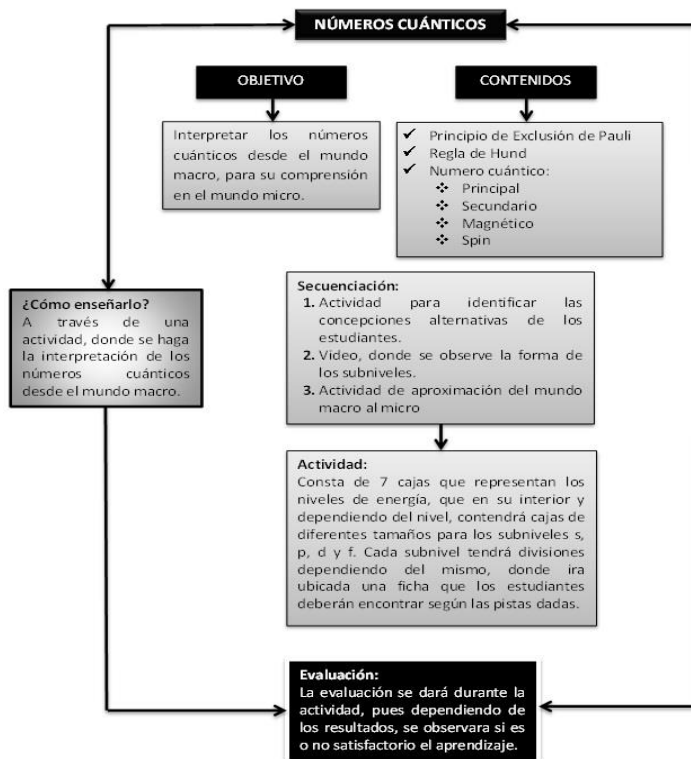
<sup>4</sup> Estudiante de Licenciatura en Química. [dqu\\_flsuescac776@pedagogica.edu.co](mailto:dqu_flsuescac776@pedagogica.edu.co)

<sup>5</sup> Doctor en Educación. Docente Universidad Pedagógica de Colombia. E-mail: [mgsolerc@pedagogica.edu.co](mailto:mgsolerc@pedagogica.edu.co)

darles explicación, se centra en dos líneas de investigación; la innovación e investigación en la enseñanza de las ciencias y las preconcepciones en el cambio conceptual que se explicarán más adelante. Por medio de estas se busca evaluar a los estudiantes para determinar sus concepciones alternativas y de esta manera identificar sus falencias y así implementar las actividades que se proponen, acercando al estudiante a una aproximación desde el mundo macro al mundo micro, para que puedan entender y comprender los números cuánticos y su importancia en la química.

Todo lo anterior, está enmarcado desde el alineamiento constructivo, que según Biggs (2005), se expresa como un diseño de enseñanza para estimular la participación profunda, donde se especifican los niveles deseados de comprensión del contenido (Figura 1), con el fin de implementar una estrategia pedagógica que le permita al profesor dar una idea de lo que se quiere explicar cuando se habla de números cuánticos, pues resulta difícil tener una idea de algo que no se hace tangible ante el hombre, y mientras no se tenga una idea certera de la forma del átomo, es aún más difícil lograr un acercamiento al estudiante, por esta razón es importante hallar maneras de que el estudiante tenga una aproximación, una idea de lo que se quiere que se aprenda y comprenda, ese es el objetivo de este proyecto.

Figura.1 Diagrama del alineamiento constructivo.



## Desarrollo

Para que la temática a tratar sea desarrollada y comprendida por los estudiantes, es necesario identificar lo que según Biggs (2005) denomina los niveles de pensamiento acerca de la enseñanza, a partir de esto, para poder determinar dichos niveles de comprensión con respecto a los números cuánticos se implementó una rúbrica de evaluación (Tabla 1), incluyendo los aspectos delineados por la Taxonomía Solo (Structure of Observed Learning Outcomes), siendo que enmarca dichos niveles de pensamiento que permiten ser delimitados por el profesor y de esta manera es más sencillo identificarlos en el estudiante.

A través de esto, se comenzó a plantear una manera de identificar las concepciones alternativas de los estudiantes sobre los números cuánticos, basándonos en la línea de investigación; las preconcepciones en el cambio conceptual el cual habla sobre la importancia de las ideas previas o concepciones alternativas que tienen los estudiantes (Furió & Furió, 2000), y además las deficiencias que éstos tienen en cuanto al conocimiento ya sea textual o epistemológico (Furió, Calatayud, & Bárcenas, 2000); Basado en esto, se

diseñó una actividad que permitiera identificar dichas concepciones, de tal manera que se pueda acercarse a lo que los estudiantes piensan, y así tener una base de lo que se debe enseñar y desde donde enseñar.

La actividad para evaluar las concepciones alternativas, consta principalmente en formar cinco grupos, que tendrán que competir por un incentivo. Ésta actividad, se basa en escoger a cualquier estudiante de un grupo y hacerle una pregunta (Tabla 2), las primeras preguntas son para evaluar el enfoque superficial que tenga el estudiante, que según Hernández Pina, Maquilón Sánchez, & Monroy Hernández, (2012), expresan que cuando una persona tiene un bajo nivel cognitivo, en el que la información o contenidos se dan de manera fragmentada sin construir un significado se da un enfoque superficial, es decir, a medida que se va avanzando las preguntas tienen mayor dificultad siendo encaminadas a la evaluación del enfoque profundo que tengan los estudiantes, donde los autores expresan que, el enfoque profundo se da una buena enseñanza, requiere un alto nivel cognitivo y la persona se centra en conocer más y más sobre cierto tema, porque siente algún tipo de motivación.

**Tabla 1.** Rúbrica de Evaluación de los niveles de aprendizaje con taxonomía SOLO

| Valoración<br>Aspecto    | 5   | 4   | 3  | 2  | PUNTAJE |   |   |   |   |
|--------------------------|---|---|--|--|---------|---|---|---|---|
|                          |   |   |  |  | Grupo   |   |   |   |   |
|                          |   |   |  |  | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Evaluación diagnóstica   | Analiza y expresa los conceptos de manera coherente y le da explicación a los números cuánticos.  | Relaciona los conceptos como, orbitales, niveles, subniveles, orientación espacial del electrón.  | Especifica algunos conceptos, pero aun no los relaciona de manera coherente  | Establece algunos conceptos previos, pero manera separada como; configuración electrónica, orbitales |         |   |   |   |   |
| Comprensión del problema | Relaciona el problema con sus conocimientos previos, y le da solución añadiendo nuevos conocimientos.   | Analiza el problema y vincula la información para solucionarlo.   | Enmarca partes del problema pero aun no tienen coherencia.   | Reconoce el problema y da la información de manera separada.   |         |   |   |   |   |
| Concebir un Plan         | Realiza el plan para explicar los números cuánticos, de manera secuencial y coherente, utilizando las concepciones alternativas de los estudiantes. | Propone un plan para solucionar que sea entendidos los números cuánticos relacionando otros conceptos que le permitan lograrlo              | Articula un plan explicando los números cuánticos, pero no relaciona los conceptos para lograrlo.                        | Propone un plan, para explicar los números cuánticos, pero de manera desarticulada.                  |         |   |   |   |   |
| Ejecutar el Plan         | Analiza el plan planteado y lo implementa las etapas del mismo.   | Relaciona algunos conceptos para llevar a cabo el plan de enseñanza, según cada etapa   | Desarrolla el plan, pero no relaciona bien algunos conceptos para llevarlo a cabo según las etapas planteadas.           | Describe las etapas del plan, sin articulación alguna.   |         |   |   |   |   |
| Revisión del resultado   | Analiza los resultados obtenidos y elabora estrategias definitivas que le permitan articular mejor los conceptos para el plan de enseñanza          | Relaciona de manera coherente conceptos y conocimientos de los resultados obtenidos y propone estrategias para mejorar el plan de enseñanza | Conecta los resultados obtenidos, pero aun no identifica algunas fallencias durante el desarrollo del plan de enseñanza. | Reconoce inadecuadamente los resultados obtenidos al ejecutar el plan de enseñanza                   |         |   |   |   |   |

**Tabla 2.** Instrumento diagnóstico, *concepciones alternativas*

| # | Enfoque Superficial  | Enfoque Profundo   |
|---|--|--|
| 1 | ¿Cuántos números cuánticos hay?                                  | ¿Cuántos orbitales tiene cada subnivel? y ¿Por qué?                                |
| 2 | ¿Cuántos electrones caben en un subnivel d?                      | ¿Qué valores puede asumir el número cuántico de momento angular (l) en el nivel 4? |
| 3 | Cada número cuántico se le asigna una letra, ¿Cuáles son?        | Qué representa cada número cuántico, explique su respuesta.                        |
| 4 | ¿Cuánto es el máximo de electrones posibles para un orbital?     | ¿Cuál subnivel tiene forma esférica?   |
| 5 | ¿Cómo se ubican los electrones en un orbital y que regla siguen? | ¿Qué propiedades periódicas explican los números cuánticos?                        |

Una vez se conozcan estas concepciones, se tendría una idea de cómo enseñar o cómo lograr que los estudiantes fortalezcan los conocimientos que ya poseen, y los conocimientos que sean conceptualmente erróneos. Además, que se logre lo que en pedagogía se llama transposición didáctica, según Buchelli, G.A. & Marín, J.J (2009), cita que de acuerdo con Chevallard (1991) 'permite desnaturalizar el saber académico, modificándolo cualitativamente para hacerlo más comprensible para el alumno'.

Es sabido que una de las dificultades que tienen los estudiantes con respecto a los Números cuánticos, es que se les dificulta asimilar que es algo probabilístico, ya que estos determinan cual es la posible ubicación de los electrones contenidos en cualquier átomo. Se parte del hecho de que el átomo existe, más aun no se ha podido determinar cuál es su verdadera estructura, ni de qué forma están contenidos los electrones en él. Lo que se tiene aún son representaciones de su constitución y a partir de ellas se han hecho planteamientos sobre dichos números.

Para lograr motivación en los estudiantes e ir superando dichas dificultades en el tema, con base en la línea de investigación; la innovación e investigación en la enseñanza de las ciencias habla sobre la importancia del proceso de pensamiento del profesor (Porlán Ariza, 1995); y la construcción de los aprendizajes mediante la investigación escolar (López, Martín, Masero, Porlán, & Rivero, 2013). Para esto se hace el acercamiento al mundo micro por medio de un video; "Distribución y Enlace de Electrones 3 de 4 orbitales s, p, d y f", (VIDEOCIENCIAS, 2005), como ayuda audiovisual, para explicar la distribución de

electrones en los orbitales (s,p,d y f), con el fin de que el estudiante pueda tener una dimensión del porque cada orbital tiene una forma diferente, según la cantidad de electrones que éste pueda albergar, ya que al dibujarlos en el tablero podría existir una confusión en cuanto a las dimensiones en los diagramas de los orbitales y de esta manera sea más sencillo llegar a la explicación de los números cuánticos.

A través de esto y de la explicación por parte del profesor, se plantea una actividad; "Las siete cajas", que permita acercar al estudiante o que éste tenga una idea de cómo sería encontrar la posición del electrón, aplicando y poniendo a prueba sus conocimientos, así trayéndolos al mundo macro, implementando los sentidos, aplicando sus conocimientos sobre la Regla de Hund, el principio de exclusión de Pauli y sobretodo los Números Cuánticos; Principal, Secundario o Azimutal, Magnético y Spin.

De esta forma, la actividad de las siete cajas consta de: Los estudiantes deben encontrar las fichas que representarán a los electrones, a partir de pistas, es decir, a cada grupo se le dan los números cuánticos de la siguiente manera (2,1,-1,+1/2), para hallar la configuración electrónica y decir a qué elemento de la tabla periódica pertenecen el conjunto de números cuánticos, según las indicaciones dadas.

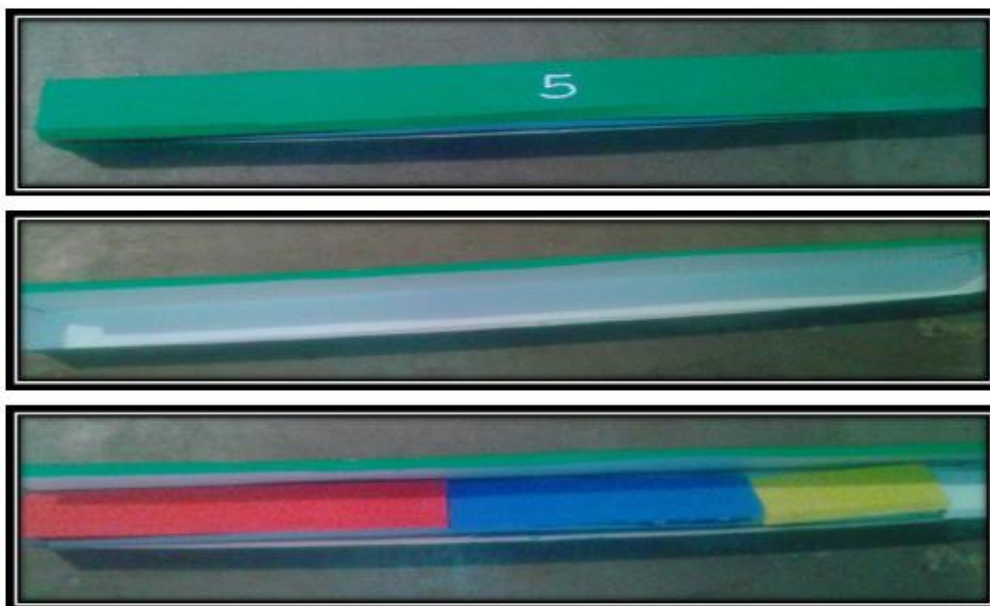
Para empezar hay siete cajas, cada una con un color distinto, los cuales representan los siete niveles de energía (Figura 2). Dependiendo de la caja, en su interior va a tener otras de diferentes tamaños, representando los subniveles s, p, d y f (Figura 3). Por ejemplo, la caja del Nivel 1 contiene una caja interna representando al subnivel "s". Por consiguiente, cada una de estas cajas tendrán divisiones internas que representarán los orbitales correspondientes a cada subnivel, es decir, "s" tendrá una casilla, "p" tres casillas, "d" cinco casillas y "f" siete casillas (Figura 4).

Además, estas tendrán divisiones más pequeñas para poder indicar las orientaciones de cada ficha, ya que la caja está dividida de manera que solo pueden caber las fichas, siempre y cuando estén ubicadas de manera contraria (cabeza - pies) mostrada en la Figura 4. Por último, cada casilla va a ser nombrada por un número tanto positivo como negativo de la siguiente manera; "s" = 0; "p" = -1, 0, 1; "d" = -2, -1, 0, 1, 2; "f" = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3; estos números corresponden a la ficha que se haya logrado ubicar en el subnivel y esta casilla

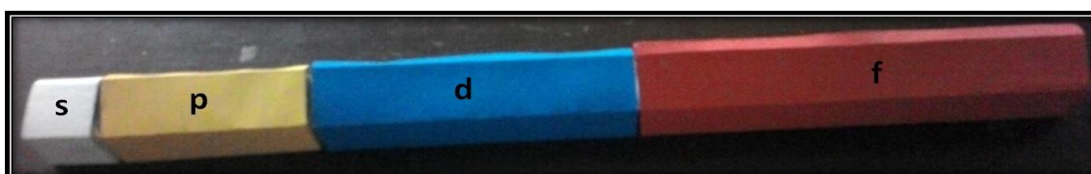


será el número magnético. La finalidad de la actividad es que los estudiantes predigan donde está la ficha, en qué posición quedó y en qué casilla.

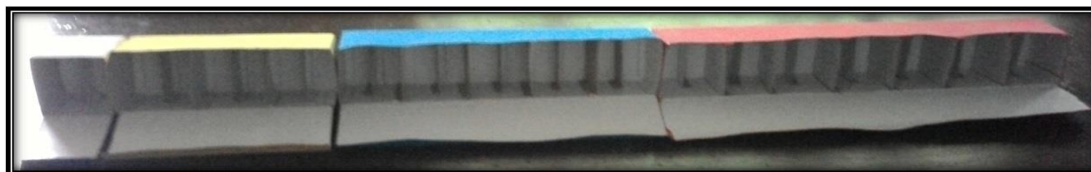
**Figura 2.** Las cajas que representan, Niveles de energía



**Figura 3.** Cajas que representan los subniveles s, p, d y f.



**Figura 4.** Cajas, divisiones de los orbitales.



La prueba piloto de la actividad fue desarrollada durante el espacio académico de Teorías Curriculares, en la Universidad Pedagógica Nacional; se conformaron cinco grupos y se les asignó dos conjuntos de números cuánticos. En el momento de realizar la actividad, se presentaron confusiones en aplicar la Regla de Hund que establece que; "Los electrones no apareados tienen espines iguales", (Brown, LeMay, Jr, Bursten, & Burdge, 2004) y en el identificar el Numero magnético, para resolver estas dudas se dio una breve explicación de cada número cuántico y



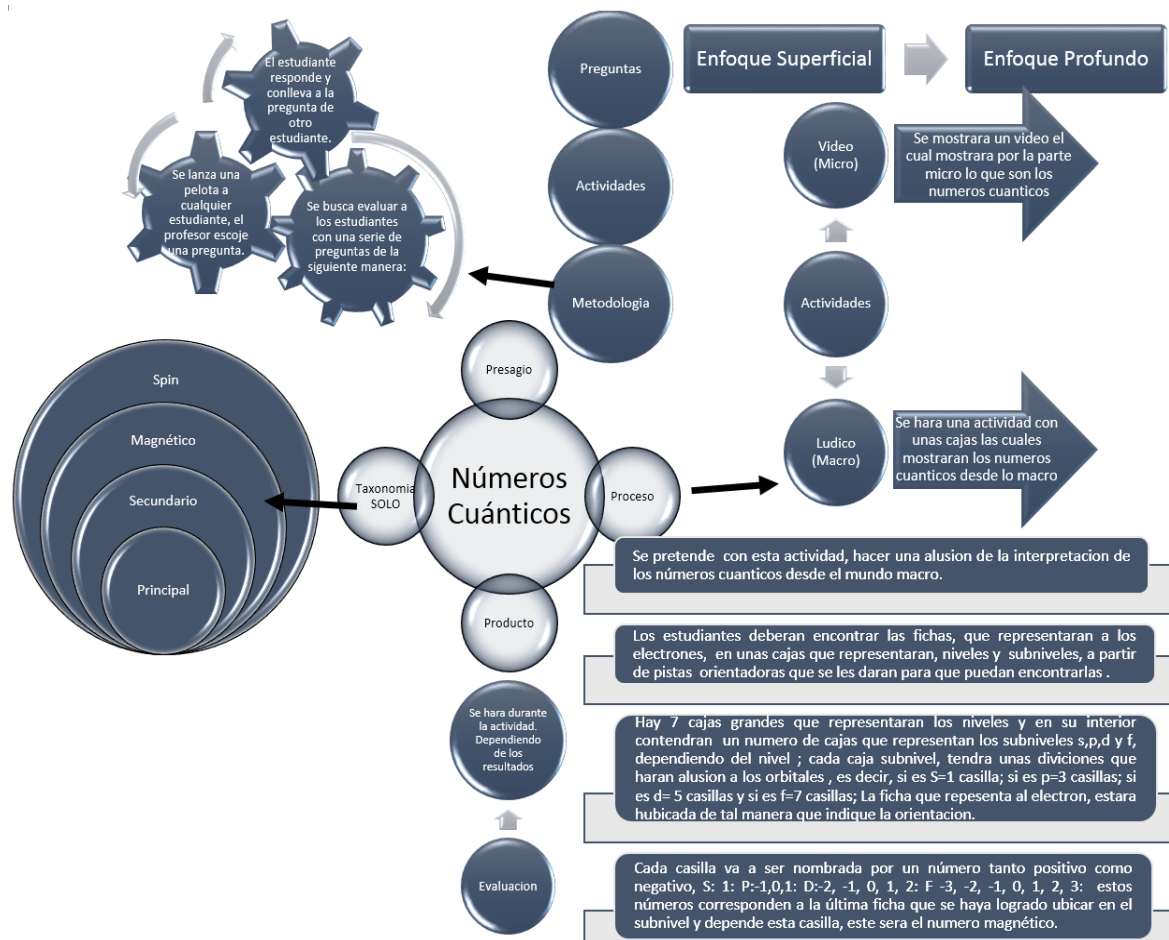
como estos se representan, luego se continuo con la actividad de manera satisfactoria pues al final todos lograron el objetivo y encontraron la ficha dentro de las cajas.(Figura 5).

**Figura 5.** *Desarrollo de la actividad*



Para concluir, al acercar al estudiante a la idea de cómo sería encontrar la posición del electrón, poniendo a prueba sus conocimientos trayéndolos al mundo macro, para darles mayor significado, estableciendo relaciones cognitivas entre lo que hacen empíricamente y lo que aprenden en teoría y teniendo en cuenta sus niveles de pensamiento (Biggs 2005). Esto se vio reflejado en la prueba piloto, porque aunque existen dificultades teóricas ante conceptos, la actividad les permitió comprender un poco de que se tratan los números cuánticos, es decir, entender que enmarcan una posibilidad de hallar la posición de los electrones en los átomos, simulando encontrarlos en las cajas. Éste proceso está resumido en la figura 6

Figura 6. Mapa integrador



## Referencias Bibliográficas

- Biggs, J.B. (2005). Calidad del aprendizaje universitario. Trad. Pablo Manzano. Madrid: Narcea.
- Brown, T. L., LeMay, Jr, H., Bursten, B., & Burdge, J. (2004). *Química La ciencia Central Novena edición*. México: Pearson Education.
- Furió, C., & Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *De aniversario*, XI (3), 300-308.
- Furió, C., Calatayud, M. L., & Bárcenas, S. (2000). Deficiencias epistemológicas en la enseñanza de las reacciones ácido-base y dificultades de

aprendizaje '. *Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, (7), 5-21.

Hernández Pina, F., Maquilón Sánchez, J. J., & Monroy Hernández, F. (2012). Estudio de los enfoques de enseñanza en profesorado de educación primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y formación del profesorado*, 16(1), 61-67.

López, F., Martín, J., Masero, J., Porlán, R., & Rivero, A. (2013). CON+CIENCIA: MATERIALES PARA ENSEÑAR Y APRENDER INVESTIGANDO. *REVISTA INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA* (80), 7-20.

Morín, E. (1990): *Introducción al Pensamiento Complejo*, Madrid, Gedisa Editorial, 2001, pp. 89-90.

Porlán Ariza, R. (1995). Las creencias pedagógicas y científicas de los profesores. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3(1), 7-13.

Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave: evaluar para aprender*. Barcelona: Editorial GRAÓ.

Soler, M.G. y Orlik, Y. (2012). Quimiludi: virtual didactic application on the alkanes classification. *Journal of Science Education*. 13(2), 88-91.

VIDEOCIENCIAS. (2005). *Distribución y Enlace de Electrones 3de4 orbitales s p d y f*.