



Theme: IV Taller internacional de Enseñanza de las Ciencias Informáticas. o
IV Taller internacional de Impacto de las TIC en la Sociedad.

El uso de software educativos en la enseñanza de la Química en la carrera Bioinformática

The educational software use in the teaching of the Chemistry in the career Bioinformatic

¹ Nilda Delgado Yanes. Profesora Titular. Doctora en Ciencias Pedagógicas. Profesora de Química. Universidad de las Ciencias Informáticas. Código postal 17100. La Habana, Cuba

Email: nildady@uci.cu

² Oristela Cuellar Justiz. Profesora Titular. Doctora en Ciencias Matemáticas. Profesora de Matemática. Universidad de las Ciencias Informáticas. Código postal 17100. La Habana, Cuba

Email: oristelacj@uci.cu

* Author for correspondence: nildady@uci.cu

Resumen

El uso de las tecnologías de la informática y las comunicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química sirve de motivación para su estudio. La disciplina Química se imparte en la carrera de Bioinformática y el tema central es la representación de estructuras moleculares de las sustancias orgánicas. El objetivo de este trabajo es: proponer una concepción didáctica que contribuya al desarrollo de habilidades para la representación de estructuras moleculares de las sustancias orgánicas que incluya el uso del software educativo en los medios de enseñanza- aprendizaje de la Química en la carrera de Bioinformática de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Mediante la combinación de métodos de investigación se logra arribar a resultados que muestran el uso del software educativo en el proceso de enseñanza- aprendizaje de las asignaturas. Se presentan los componentes de la concepción didáctica y los resultados del diagnóstico inicial que justifica la necesidad de la investigación. Se utilizó el software Coherencia en la evaluación de los indicadores en el estado inicial de la investigación.

Palabras claves: Software educativo; Estructura molecular; Chem3D; Bioinformática

Abstract

The use of information technology and communications in the teaching-learning process of Chemistry serves as motivation for its study. The Chemistry discipline is taught in the Bioinformatics career and the central theme is the representation of molecular structures of organic substances. The objective of this work is: to propose a didactic conception that contributes to the development of skills for the representation of molecular structures of organic substances that includes the use of educational software in the teaching-learning of



Chemistry in the Bioinformatics career of the University of Computer Science. By combining research methods, it is possible to arrive at results that show the use of educational software in the teaching-learning process of the subjects. The components of the didactic conception and the results of the initial diagnosis that justify the need for the research are presented. The Coherentia software was used in the evaluation of the indicators in the initial state of the research.

Key words: Educational software; It structures molecular; Chem3D; Bioinformatic.

Introducción

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han producido y continuaran produciendo importantes transformaciones en la sociedad cubana a partir de un proceso de informatización de la misma, prioritario para el desarrollo del país. El proceso de enseñanza aprendizaje en la Educación Superior cubana no ha estado exento de estas transformaciones.

El software educativo se viene desarrollando desde la década de los años 60 del siglo pasado, adquiriendo su mayor relevancia en la década de los 80, principalmente con el avance de las tecnologías y la aparición de las microcomputadoras. Marqués en (1)(Marqués, 1995) define el Software educativo como “los programas de computación realizados con la finalidad de ser utilizados como facilitadores del proceso de enseñanza–aprendizaje (PEA).

El software educativo contribuye a elevar la calidad del PEA y a una mejor atención al tratamiento de las diferencias individuales constituyendo un efectivo instrumento para el desarrollo educacional de los estudiantes. En el desarrollo de software educativo en su desarrollo deben involucrarse los profesores de todas las enseñanzas a partir de una estrategia pedagógica a seguir tanto en el proceso desarrollo, implementación y explotación. /1/ /2/ /3/

En la actualidad se utilizan también otros términos entre los que podemos destacar “programas didácticos” y “programas educativos”, y donde todos ellos cumplen con la función de estimular a los alumnos en los procesos de enseñanza - aprendizaje mediante recursos informáticos. /1/

Los estudiantes de la Educación Superior reciben una preparación que les permite la adquisición de contenidos que sirven de base a la labor que desempeñan como profesionales en los centros de trabajos donde son ubicados una vez que se gradúan.



La Ingeniería en Bioinformática se estudia en la Universidad de Ciencias Informáticas con el objetivo de que los estudiantes pasen a trabajar en centros de investigación del polo científico en las provincias de La Habana, Villa Clara y Camagüey.

La carrera de Ingeniería en Bioinformática se estudia en la Universidad de las Ciencias Informáticas desde el año 2017 con el objetivo de formar profesionales fundamentalmente para los centros de investigación del polo científico en las provincias de La Habana, Villa Clara y Camagüey. En el plan de Estudio E de la carrera se destacan dentro de las esferas de actuación de los profesionales de la bioinformática las siguientes: Centros de Investigación y Desarrollo (I+D+i) dedicados a la salud humana, animal y la sanidad vegetal, incluyendo a la industria biotecnológica y biofarmacéutica; empresas de desarrollo, comercialización y servicios informáticos, con orientación hacia las herramientas del área de la biomedicina, la biotecnología o la agricultura; universidades y centros de investigación adscritos al sistema de educación superior. /4/

La carrera de Ingeniería en Bioinformática está organizada en 13 disciplinas. En el estudio de la disciplina Química se amplía, profundizan y generalizan los contenidos impartidos en la educación que le precede y se hace énfasis en la representación de las estructuras moleculares de las sustancias orgánicas.

El uso adecuado de las tecnologías de la información y la comunicación como medios de enseñanza- aprendizaje en el tratamiento de los contenidos de la disciplina citada anteriormente, puede ayudar a hacer más accesible y asequible el entendimiento de contenidos más complejos, que sirven de base al estudio de otras disciplinas, de ahí la importancia del uso de software educativos y de la elaboración de una concepción sobre su empleo como medio de enseñanza, acorde con el contexto actual. El objetivo de este trabajo es: proponer una concepción didáctica que contribuya al desarrollo de habilidades para la representación de estructuras moleculares de las sustancias orgánicas que incluya el uso del software educativo en los medios de enseñanza- aprendizaje de la Química en la carrera de Bioinformática de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Fundamentación teórica



La enseñanza de la Química en Cuba, a finales del siglo pasado la caracterizaba el desarrollo de habilidades de trabajo en el laboratorio químico, pero ésta se vio debilitada por la carencia y el deterioro de los laboratorios escolares. Los profesores centraron el proceso de enseñanza- aprendizaje en aspectos teóricos con el auxilio de medios de enseñanza audiovisuales, donde por lo general predominaba la proyección de videos cuyo contenido fundamental eran las demostraciones de experimentos químicos.

En esta década, comenzaron a habilitarse los laboratorios escolares en las distintas enseñanzas con las dotaciones más modernas y a la par comenzó la utilización de recursos informáticos entre ellos el software educativo relacionado con los temas de las diferentes asignaturas del currículo.

Los primeros proyectos o diseños asistidos por computadoras (CAD) fueron el MathCAD y PhysCAD, luego surgieron otros como el Chemlab (un simulador de laboratorio) el Chem Office Ultra (paquete para modelar estructuras moleculares) y el Modellus (simulador de fenómenos y procesos con modelos matemáticos) y actualmente se tiene la posibilidad de utilizar el Intelligent Digital Explore System (IDES) que oferta prácticas de laboratorio de varias asignaturas. En los programas de las asignaturas de la disciplina Química en la carrera Bioinformática no se contemplan dentro de sus objetivos las actividades experimentales, ya que se concibió que de ser necesario el desarrollo de las habilidades de laboratorio se tratara en los centros donde realizan los estudiantes la práctica laboral-investigativa y sí se contempló el diseño de estructuras moleculares para lo cual se han utilizado varios software educativos para su representación, principalmente de sustancias orgánicas./5/

La Química Orgánica estudia los compuestos del carbono y la importancia de su conocimiento se vislumbra teniendo en cuenta que las sustancias de esta naturaleza intervienen en todos los aspectos de la vida. Son compuestos de naturaleza orgánica: las sustancias que forman la mayor parte de nuestro cuerpo, alimentos, vitaminas, hormonas, medicamentos, las ropas, los colorantes, insecticidas, herbicidas y toda clase de plaguicidas, petróleo y sus derivados, etc.

La teoría de la estructura propuesta por Berzelius en 1807 planteaba que las sustancias orgánicas solo podían sintetizarse a partir de organismos vivos bajo la acción de una fuerza vital (de ahí su denominación de “teoría vitalista”) y nunca en el laboratorio, de ahí que denominara la Química Orgánica a la parte de la Química que estudia los compuestos



producidos por organismos. En 1824 Wöhler trabajando con cianógeno (compuesto inorgánico) obtuvo el ácido oxálico y la urea (compuestos orgánicos) la que luego obtendría a partir del cianato de amonio. Este descubrimiento y otros posteriores hicieron que se comenzara a rechazar la teoría de la fuerza vital y poco a poco la Química Orgánica empezó a considerarse la Química de los compuestos del carbono, regida por las mismas leyes que cualquiera de las ramas de la Química. /6/

Una de las ideas rectoras en el estudio de la Química es la relación entre las propiedades físicas y químicas y la estructura molecular de las sustancias, por lo que facilitar el estudio de este tema puede ser uno de los principales objetivos de la disciplina en la carrera de Ingeniería en Bioinformática.

La utilización de modelos moleculares en la explicación de la representación de las sustancias orgánicas data del siglo anterior, pero en este siglo se incorpora el uso de software CHEMSK dentro de los cuales se encuentran: el Chemlab (simulador de prácticas de laboratorios y en sus versiones más actuales de estructuras moleculares) el Chem Office Ultra (Paquete de programas que se utilizan para modelar estructuras moleculares) y el CHEM 3D que simula estructuras que pueden ser visualizadas mediante la representación de modelos moleculares ya conocidos, como el modelo de bolas y vástagos o el modelo compacto y permite dibujar estructuras tan complejas como los carbohidratos, las proteínas o los ácidos nucleicos, con el que se puede hacer más comprensible los conceptos relacionados con las estructuras químicas, como el ChemOffice 2012 y otras versiones posteriores /7/ las que se utilizan principalmente en la Facultad de Química de la Universidad de la Habana y en la preselección nacional de la asignatura.

El software PerkinElmer ChemOffice Professional es un simulador de estructuras moleculares en soporte digital el cual puede manipularse fácilmente una vez instalado en una computadora personal. /8/

El uso del software educativo de forma general contribuye al desarrollo de habilidades docentes y organizativas. Existen varios criterios de clasificación de las habilidades, y aunque no es objetivo de este trabajo centrar la atención en los diferentes tipos, se seguirá la clasificación en docentes (intelectuales y prácticas) y organizativas (generales y específicas).



Las habilidades de carácter docente incluyen las relacionadas con los procesos del pensamiento (analizar, sintetizar, abstracción, generalización) las perceptuales (percepción de objetos, sus características y sus cualidades) las generales (observación, comparación, clasificación) y las habilidades organizativas (planificar, controlar y evaluar) que se incluyen debido a la importancia que poseen estas últimas en el logro del cumplimiento de la tarea asignada /9/

El estudio de las diferentes habilidades a desarrollar en los estudiantes mediante el uso del software educativo lleva a las autoras de este trabajo a profundizar en los componentes de una concepción didáctica a seguir en la disciplina química, específicamente en el tratamiento a lo referente a la estructura molecular de las sustancias.

El término *concepción*, según A. Valle, está muy ligado a su definición, por lo que se puede relacionar desde el punto de vista de la investigación con los conceptos básicos y su marco categorial. Al respecto ese autor refiere que uno de los criterios más seguidos para analizar lo que se debe considerar por concepción es el “sistema de ideas, conceptos y representaciones sobre un aspecto de la realidad o toda ella, abarcando desde las filosóficas generales hasta las científico- naturales”. El autor entiende por concepción: “al conjunto de objetivos, conceptos esenciales o categorías de partida, principios que la sustentan, así como una caracterización del objeto de investigación, haciendo énfasis y explicitando aquellos aspectos trascendentes que sufren cambios, al asumir un punto de vista para analizar el objeto o fenómeno en estudio”. /10/

Por otra parte, la Dra. Matilde Bernabéu entiende por concepción didáctica “... los puntos de vista que se tienen acerca de las relaciones que se establecen entre las categorías del proceso de enseñanza-aprendizaje, en un contenido de enseñanza determinado, teniendo en cuenta una teoría de aprendizaje”, por lo que, como las categorías del proceso de enseñanza-aprendizaje forman una unidad dialéctica, concibe la concepción didáctica como el diseño de las relaciones que se establecen entre dichas categorías, o sea, objetivos, contenidos, métodos, medios de enseñanza, formas de organización de la enseñanza y evaluación. /11/

En relación con lo anterior se asume en este trabajo, como concepción didáctica sobre la inclusión del uso del software educativo dentro de los medios de enseñanza- aprendizaje de la Química en la carrera de Bioinformática, el conjunto de objetivos, conceptos esenciales, principios que la sustentan, así como una caracterización para el uso del software educativo, principalmente en el estudio de la estructura de las sustancias orgánicas y se tiene en cuenta para la caracterización las categorías del proceso de enseñanza-aprendizaje como componentes del mismo.



Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló con un enfoque cualitativo-cuantitativo, a partir de la aplicación la elaboración de una concepción didáctica que contempla los objetivos, conceptos esenciales, los principios que la sustenta, así como una caracterización para el uso del software educativo como medios de enseñanza-aprendizaje de la Química en la carrera de Ingeniería en Bioinformática.

Durante el proceso de valoración de los resultados parciales de la investigación se utilizó el coeficiente de correlación multidimensional r_{pj} como técnica de investigación, el que se considera un procedimiento lógico aceptado por la teoría clásica de los test.

En el caso que se estudia se utilizaron los métodos de investigación siguientes: analítico-sintético, análisis documental y técnicas estadísticas. Además, a partir del empleo del coeficiente r_{pj} mediante la aplicación del software de procesamiento Coherencia, con el propósito de determinar la fiabilidad, el grado de coherencia y la objetividad de los resultados.

El grupo de estudio estuvo integrado por 38 estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería en Bioinformática.

La revisión bibliográfica permitió identificar los conceptos a tener en cuenta en la concepción didáctica mencionada, así como, las ideas rectoras de la enseñanza de la Química, los principios de la enseñanza y la caracterización de la concepción propuesta.

Luego a partir de los referentes teóricos estudiados se procedió a definir la variable desarrollo de habilidades en la representación de la estructura molecular de las sustancias orgánicas como el resultado de la sistematización de las acciones que el estudiante realiza para la representación de estructuras moleculares de las sustancias orgánicas. Al operacionalizar la variable e identificar las dimensiones se asumieron algunas de las relacionadas con el desarrollo del talento en química /12/y algunos de los indicadores que expresan sus rasgos distintivos, los que se expresan en la tabla siguiente:

Dimensión	Subdimensión	Indicadores
Cognitiva-instrumental	Conocimientos	Estructura de las sustancias
		Enlace químico
		Simetría
		Identificar
	Desarrollo de habilidades específicas	Nombrar
		Formular
		Representar
		Analizar
Interpretación espacial		
Motivacional-afectiva		Autoestima
		Ansiedad de estado
Psicosocial		Satisfacción grupal
		Comunicación con los demás

Tabla 1. Dimensiones e indicadores de la variable de la investigación

La concepción didáctica asumida consta de objetivos, conceptos esenciales, principios que la sustentan y la caracterización proceso de desarrollo de habilidades en la representación de estructuras moleculares.

Concepción didáctica para el desarrollo de la habilidad representación de las estructuras moleculares de las sustancias orgánicas.

Objetivos:

1. Diagnosticar el nivel alcanzado por los estudiantes en las habilidades: identificar grupos funcionales, nombrar, formular y representar estructuras moleculares de sustancias orgánicas.
2. Determinar los conceptos esenciales que deben dominar los estudiantes relacionados con los contenidos de Matemática y Química.



3. Identificar los principios didácticos que sustentan la concepción.
4. Caracterizar el proceso de desarrollo de habilidades en la representación de estructuras moleculares.

Conceptos esenciales.

- Átomo
- Molécula
- Enlace químico
- Estructura molecular
- Función química
- Matriz
- Geometría
- Simetría
- Elementos de simetría
- Grafos. Matrices asociadas

Principios didácticos

Los principios didácticos declarados por algunos investigadores aparecen declarados en el libro *Didáctica de la Química* de su autor Ysidro Edesa y se relacionan a continuación: /13/

1. Principio del carácter educativo de la enseñanza.
2. Principio del carácter científico de la enseñanza.
3. Principio de la asequibilidad.
4. Principio de la sistematización de la enseñanza.
5. Principio de la relación entre la teoría y la práctica.
6. Principio de la solidez de la asimilación de los conocimientos, habilidades y hábitos.
7. Principio del carácter consciente y activo de los estudiantes bajo la guía del profesor.
8. Principio de la atención a las diferencias individuales dentro del carácter colectivo del proceso de enseñanza-aprendizaje.



9. Principio del carácter audiovisual de la enseñanza: unión de lo concreto y lo abstracto.

Luego del análisis de los principios didácticos, se identificaron los principios 6, 7 y 8 como los que deben principalmente estar presente en el trabajo para el desarrollo de las habilidades en la representación de las estructuras moleculares de sustancias orgánicas.

La estructura de las sustancias es el eje principal integrador en las asignaturas de “Química General y Orgánica” y “Macromoléculas” donde los estudiantes deben reconocer, identificar y modelar las sustancias de interés biológico, para lo cual deben tener como antecedente un dominio de la geometría del espacio, tema que se estudia en la asignatura Álgebra Lineal y Geometría Analítica de la disciplina Matemática y se imparte en el primer año de la carrera. También es importante en el estudio de las estructuras moleculares el conocimiento de elementos de la teoría de grafos y la representación matricial de los mismos. Estas ideas demuestran la importancia de la interdisciplinariedad en la carrera de Bioinformática.

En el artículo Retos de la enseñanza de las matemáticas en el nuevo milenio los autores señalan "La educación matemática debe ser valorada y rescatada por los matemáticos, pues es claro que debe combinar una muy buena solidez y conocimientos matemáticos con las teorías pedagógicas y centrar nuestra atención en desarrollar, o por lo menos usar adecuada y críticamente, metodologías que le permitan a nuestros alumnos un aprendizaje a lo largo de la vida, a aprender a aprender, aprender a emprender, aprender a ser, aprender a conocer, aprender a trabajar en colaboración, a valorar el contexto histórico cultural. Esta fusión permitirá posicionarla como una ciencia que tiene un valor en el desarrollo científico y económico del país". / 3/

En el artículo “Un acercamiento didáctico entre química orgánica y álgebra lineal” las autoras destacan que la representación de compuestos químicos mediante grafos es cada vez más frecuente, dada la utilidad de estos para predecir las propiedades de una molécula antes de sintetizarla y como parte de una investigación que realizan abordan entre las matrices asociadas a los grafos moleculares la matriz de adyacencia y la matriz de distancia. Aunque estos son aspectos relacionados con la teoría de grafos pueden ser estudiadas en el tema de matrices de la asignatura Álgebra Lineal y Geometría Analítica. /14/



En la asignatura Álgebra Lineal y Geometría Analítica en el tema " Geometría Analítica" se estudian las ecuaciones de la recta y el plano en el espacio, las superficies cuádricas y sus propiedades de simetría con respecto a los ejes y los planos coordenados.

La asignatura Matemática Discreta se imparte en el segundo semestre del primer año posterior a la impartición de la asignatura "Química General y Orgánica" y anterior a la asignatura "Macromoléculas" que se imparte en el segundo año de la carrera. En esta asignatura en el tema "Teoría de grafos" se dan las nociones fundamentales sobre los grafos. La representación matricial de los grafos es importante abordarla como ya se señalaba desde el Álgebra Lineal reforzando el vínculo entre estas dos disciplinas tan importantes en la carrera de Ingeniería en Bioinformática y así motivar a los estudiantes por el estudio de las matemáticas.

Luego del análisis de los principios didácticos generales, en reunión del colectivo de profesores del año se determinó que se debía profundizar en el trabajo de la disciplina Química específicamente en el tema de estructura de las sustancias, en el principio de la solidez de la asimilación de los conocimientos, habilidades y hábitos; sin descuidar los demás. Se escoge este principio, pues en primera instancia se busca el desarrollo de habilidades en la representación de estructuras moleculares.

Caracterización del proceso de desarrollo de habilidades en la representación de estructuras moleculares de las sustancias orgánicas

La caracterización se realiza teniendo en cuenta los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje: objetivos, métodos, contenido, medios, formas de organización y evaluación.

El objetivo principal es que los estudiantes sean capaces de representar las estructuras moleculares de las sustancias orgánicas, para ello se utiliza principalmente el método de trabajo independiente, aunque al inicio de los temas a tratar se orienta a los estudiantes sobre los procedimientos a seguir, el contenido es la estructura molecular de las sustancias orgánicas como medios de enseñanza-aprendizaje se utilizan los modelos compactos y el software ChemOffice 2016, las formas de organización utilizadas son la clase práctica y el laboratorio y la evaluación se realiza de forma individual

donde los estudiantes muestran los modelos formados y las imágenes de las estructuras representadas, como la representada en la figura siguiente:

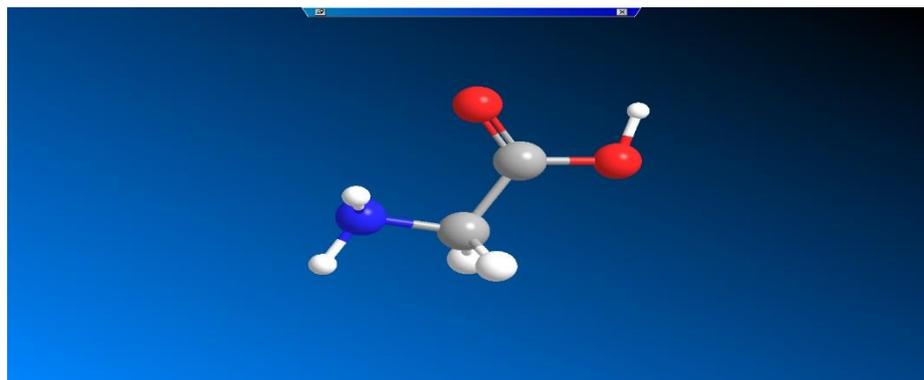


Fig. 1 Representación de la estructura de la glicina

Resultados y discusión

En el diagnóstico inicial sobre el nivel alcanzado por los estudiantes en el desarrollo de las habilidades: identificar grupos funcionales, nombrar, formular y representar estructuras moleculares de sustancias orgánicas, se obtuvieron los resultados siguientes:

Indicador/Evaluación	B	R	M
Identificar grupos funcionales			
Grupo 201	9	9	2
Grupo 202	6	9	3
Total	15	18	5
Nombrar			
Grupo 201	9	9	2
Grupo 202	7	9	2
Total	16	18	4
Formular			
Grupo 201	12	6	2



Grupo 202	8	7	3
Total	20	13	5
Representar estructuras			
Grupo 201	6	12	2
Grupo 202	5	9	4
Total	11	21	6

Tabla 2. Resultado alcanzado en el diagnóstico inicial

Los resultados alcanzados por los estudiantes fueron procesados en el software Coherencia con el fin de determinar el coeficiente multidimensional rpj y conocer el grado de coherencia de los indicadores. Los resultados de la “mediana” son los siguientes:

Medianas	Identificar	Nombrar	Formular	Representar
Grupo 201	1,98	1,98	2,83	1,93
Grupo 202	1,93	1,96	1,97	1,91

Tabla 3. Valores de las medianas de cada grupo de estudio

Y del coeficiente rpj:

Resultado	Grupo 201	Grupo 202
Coeficiente rpj	0,442	0,572
Criterio	Incoherente	Incoherente

Tabla 4. Valores de los coeficientes rpj en cada grupo de estudio

Los valores del coeficiente multidimensional rpj sirven para identificar la incoherencia del proceso de desarrollo de las habilidades evaluadas. /15/



Los rangos tipificados aparecen en la tabla siguiente:

RANGOS TIPIFICADOS	
Valores de:	Grado de coherencia
1 >> 0,9	Muy alta coherencia
0,89 >> 0,8	Alta coherencia
0,79 >> 0,7	Coherencia
0,69 >> 0,6	Alguna coherencia
0,59 >> 0	Poca coherencia

Tabla 5. Rangos tipificados de los valores del coeficiente rpj

La comparación de los resultados de ambos grupos puede apreciarse en la tabla siguiente:

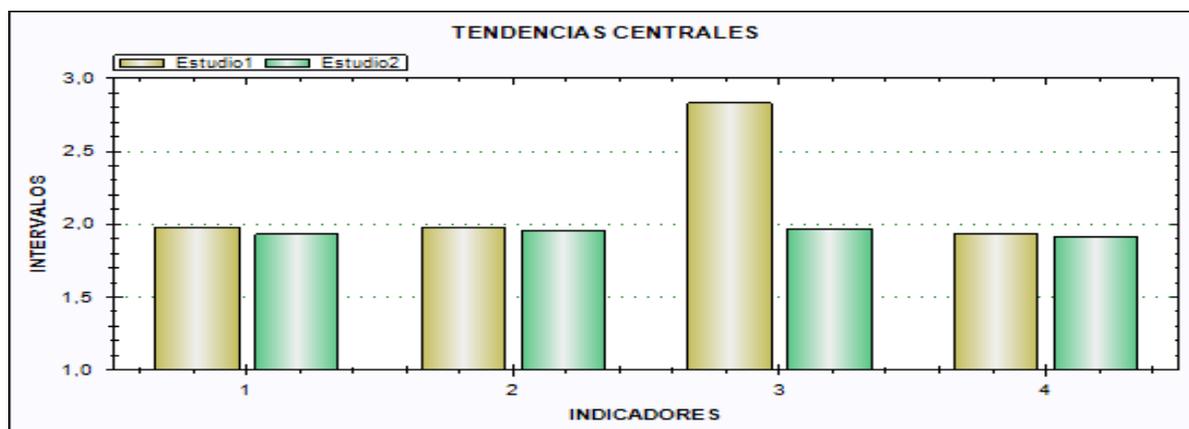


Tabla 6. Comparación de los indicadores en los dos grupos de estudio

El análisis de la gráfica lleva a interpretar que las habilidades identificar grupos funcionales, nombrar, formular y representar estructuras moleculares de sustancias orgánicas, poseen un bajo nivel de desarrollo en los estudiantes, aunque se aprecia un mejor resultado en la habilidad formular en uno de los grupos.

La concepción didáctica propuesta se aplicará en el curso 2021 al tiempo que se continuará profundizando en la relación con la disciplina matemática.



El reconocimiento de los grupos funcionales, la representación de las estructuras moleculares de las sustancias orgánicas es de vital importancia para la predicción de estructuras y funciones de proteínas y otras moléculas y macromoléculas asociadas con los fenómenos de la vida que es otra importante aplicación de la Bioinformática.

Conclusiones

El análisis de los resultados del diagnóstico inicial muestra que las habilidades identificar grupos funcionales, nombrar, formular y representar estructuras moleculares de sustancias orgánicas, poseen un bajo nivel de desarrollo en los estudiantes, aunque se aprecia un mejor resultado en la habilidad formular en uno de los grupos.

La búsqueda en los antecedentes de la investigación llevó a seleccionar como propuesta metodológica una concepción didáctica que incluya el uso del software educativo en los medios de enseñanza- aprendizaje de la Química en la carrera de Bioinformática de la Universidad de las Ciencias Informáticas

Agradecimientos

A los profesores de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana por la colaboración en la adquisición y entrenamiento en el uso de los softwares educativos utilizados.

Referencias

1. Marqués, Pere. (1998). La evaluación de programas didácticos, Comunicación y Pedagogía, Vols. 149,53-58.
2. Marqués, Pere. (2000) Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. Barcelona, España: dim (Didáctica y Multimedia), Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Barcelona, 2000. Consultada por última vez en jun. Barcelona, España : s.n., 2012.



3. Uzuriaga, Vivian Libeth y Martínez, Alejandro.(2006). Retos de la enseñanza de las matemáticas en el nuevo milenio. Scientia et technica,... 31, Vol. 2.
4. Colectivo de autores. (2017). Plan de estudios E de la carrera de Ingeniería en Bioinformática. La Habana.
5. Delgado Yanes, Nilda y Álvarez González, Roberto.(2012) La representación de las sustancias orgánicas mediante modelos espaciales.Curso precongreso.VII congreso Internacional Didáctica de las Ciencias. La Habana : Palacio de Convenciones, Vol. 22. ISBN 978-959-18-0779-3.
- 6.Colectivo de autores. (2005). Química Orgánica. Castellón de la Plana : Universidad Jaume I, 2005.
7. Delgado Yanes, Nilda y Reyes Cárdenas, Yaima. (2014). El uso del software educativo en los laboratorios escolares de química. VIII Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias. La Habana : Palacio de Convenciones, 2014. ISBN: 978-959-18-0973-5.
8. Pelkin Elmer. Perkin Elmer for de Better. (2016). <https://chemistry.com.pk/software/chemdraw-pro-2016/>. [En línea]. Pelkin Elmer, 1937. [Citado el: 20 de septiembre de 2018.] <https://www.perkinelmer.com/es/corporate/company/our-history/index.html>.
9. Colectivo de autores.(2002) Compendio de Pedagogía. La Habana : Pueblo y Educación.
10. Valle Lima, Alberto.(2010). La investigación pedagógica otra mirada. La Habana. Editorial Pueblo y Educación. ISBN: 978-959-13-2263-0.
11. Bernabeu Plous, Matilde.(2005) Una concepción didáctica para el aprendizaje del cálculo aritmético en el primer ciclo. La Habana : s.n. <https://es.scribd.com/document/73504074/Concepcion-didactica-del-calculo-aritmetico>.
12. Delgado Yanes, Nilda.(2011) El desarrollo del talento académico en química. La Habana : Revista IPLAC, 2011, Vol. 4. ISSN 1993-6850.
13. Hedesá Pérez, Ysidro.(2015) Didáctica y currículo de la Química. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba
14. Rodríguez, Marcela y Narváez, Ana María. (2019).Un acercamiento didáctico entre Química Orgánica y Álgebra lineal. 1, s.l. : Propuestas para la Enseñanza de la Matemática Educativa, Vol. 32, págs. 22-230.
15. Pérez, A.O., y otros.(2011) Los diseños estadísticos en las investigaciones educativas. La Habana: Educación Cubana. Cubaeduca. [En línea] . <http://www.cubaeduca.cu/media/www.cubaeduca.cu/medias/pdf/2878.pdf>.