

O que os alunos do nono ano pensam sobre os cromossomos? Um estudo na região sul da Colômbia

What do ninth grade students think about the chromosomes? A study in the South region of Colombia

Jonathan Andrés Mosquera
Elías Francisco Amórtegui
Leidy Lorena Bastida Vargas
Marilyn Oliveros Calderón

Universidad Surcolombiana, Grupo de Investigación Conocimiento Profesional del
Profesor de Ciencias - CPPC
jonathan.mosquera@usco.edu.co

Resumo

Presentamos resultados de una investigación educativa en el marco de la enseñanza y aprendizaje de la Biología Molecular a través de situaciones problematizadoras y prácticas de laboratorio con estudiantes de grado noveno en la región Sur de Colombia. El estudio tiene naturaleza mixta, con diseño cuasi experimental y alcance descriptivo e interpretativo, en donde usamos cuestionarios para indagar ideas previas sobre los cromosomas. En la sistematización, hicimos una tipificación promedio, evaluando la desviación estándar en el software SPSS. Destacamos que en el grupo de intervención, integrado por 36 estudiantes, las concepciones iniciales en torno a la estructura, ubicación, e importancia de las moléculas genéticas a nivel celular, se alejaban de las definiciones ideales desde la perspectiva del conocimiento científico. Esto nos permite evidenciar diferentes dificultades en el aprendizaje del tema, particularmente en relación a las estructuras y sus funciones que participan de mecanismos y procesos celulares biomoleculares y genéticos.

Palavras chave: ensino, aprendizagem, concepções, cromossomos.

Abstract

We present the results of an educational investigation within the framework of the teaching and learning of Molecular Biology through problematizing situations and laboratory practices with ninth grade students in the South region of Colombia. The study has a mixed nature, with quasi-experimental design and descriptive and interpretative scope, where we use questionnaires to investigate previous ideas about the chromosomes. In the systematization, we made an average typing, evaluating the standard deviation in the SPSS software. We emphasize that in the intervention group, composed of 36 students, the initial conceptions about the structure, location, and importance of the genetic molecules at the cellular level, moved away from the ideal definitions from the perspective of scientific knowledge. This allows us to demonstrate different difficulties in learning the subject, particularly in relation to the structures and their functions that

participate in biomolecular and genetic cellular mechanisms and processes.

Key Words: teaching, learning, conceptions, chromosomes.

Introdução

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional, con el fin de fortalecer el sentido de los lineamientos curriculares en las instituciones educativas del país, formuló los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales, los cuales buscan fomentar el pensamiento científico en los estudiantes, precisando con ello que de octavo a noveno en este campo del conocimiento, a nivel de la biología, los jóvenes logren identificar la utilidad del ADN, estableciendo a su vez las relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares. Sin embargo, al interior de las aulas, esta tarea no se está cumpliendo a cabalidad, tal es el caso de la Escuela Normal Superior de Neiva, Huila, una institución educativa de carácter público y con enfoque pedagógico. Puesto que, en los procesos de enseñanza de las ciencias, se están viendo dificultades para la implementación de estrategias didácticas tales como prácticas de laboratorio. Esto en gran medida, debido a la falta de presupuesto, materiales, laboratorios y demás insumos que se requieren para la aplicación de dichas metodologías, limitando así el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por tal razón, Pozo (1996) insiste en que el profesor debe adecuar estrategias para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, partiendo del contexto y las ideas previas de los estudiantes, con el fin de aproximarlos a concepciones científicamente aceptadas. De esta manera, las prácticas de laboratorio artesanales se convierten en una opción alterna, en donde se reemplaza lo convencional por material de fácil acceso que permita tanto promocionar actitudes científicas, como relacionar la teoría con la realidad de los estudiantes (García, 2015).

De ahí la importancia de la intervención didáctica para consolidar el quehacer docente al interior del aula, pues se permite por medio de determinadas actividades dar cumplimiento a los objetivos educativos (López, 2004). Con base a esto, Quintanilla (2005) infiere que las situaciones problematizadoras como estrategia didáctica, deberían promoverse en las aulas de clase, con el fin de generar una variabilidad conceptual a partir de la relación que se establece con el contexto.

En efecto, al hacer una revisión de las principales investigaciones realizadas sobre la enseñanza y aprendizaje de la biología molecular, evidenciamos, en el plano internacional y nacional, que diferentes autores han contribuido a la formación científica y cognitiva del estudiantado mediante prácticas de laboratorios. Por el contrario, a nivel regional se encontró como aproximación una propuesta, en donde utilizaron la resolución de problemas para enseñar genética, generando cambios conceptuales en los estudiantes.

Así pues, dichos antecedentes además de permitir establecer múltiples dificultades, motivaron a plantear y desarrollar un proyecto, enfocado específicamente en la enseñanza y aprendizaje de la biología molecular a través de situaciones problematizadoras y prácticas de laboratorio artesanales en estudiantes de grado noveno de la Escuela Normal Superior de Neiva, Huila, con el fin de poder sistematizar las concepciones del estudiantado sobre biología molecular y así contribuir en la progresión de las mismas.

Metodología

Esta investigación se promueve en el enfoque mixto, desde los planteamientos de Creswell (2005). La toma de información, fue realizada mediante la encuesta sociodemográfica para la caracterización de los estudiantes participantes y el cuestionario, denominado “*Activando el microconocimiento*”, estructurado por 20 interrogantes de tipo conceptual, procedimental y actitudinal, en torno a estructuras y procesos genéticos propios de la biología molecular, para la indagación de ideas previas y concepciones acerca de la temática en un momento inicial y final a la intervención. La sistematización e interpretación de la información fue ejecutada bajo el método correlacional de la prueba t-student en el software SPSS (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales), categorizando y asignando valoración numérica a las respuestas agrupadas con el fin de apreciar, comparar e interpretar desde el software los avances y progresiones en las concepciones de los estudiantes en cada grupo, el participante (902), formado por 36 estudiantes, 24 mujeres y 12 hombres con edades entre 14 y 17 años y el grupo control (901), constituido por 17 estudiantes, 13 mujeres y 4 hombres con edades entre 14 y 18 años; y pertenecientes en conjunto a estratos socioeconómicos 1 y 2. Esta diferencia numérica en estudiantes, nos permite establecer que el grupo control cuenta con mejores condiciones de tiempo y disponibilidad del recurso docente y metodológico, situación que puede llegar a favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje, pues se posibilita contemplar las necesidades e indagar la apropiación de los conocimientos en el estudiantado.

Resultados e discusión

A continuación, como resultados parciales y objeto de presentación de este escrito, mostramos las concepciones iniciales del estudiantado en el grupo de intervención sobre los aspectos relevantes de la Biología Molecular. En cada caso presentamos evidencias textuales de las respuestas y hacemos el análisis respectivo.

Pregunta 1. *¿De qué crees que están constituidos los cromosomas?*

De acuerdo con la Figura 1, la subcategoría más destacada es *ADN*, en donde 18 estudiantes (50%) afirman que el cromosoma está constituido principalmente por *ADN*, tal y como se evidencia textualmente a continuación:

C1:P1: E5: “*Pues está constituido por células y nucleótidos, para ayudar a formar el ADN.*”

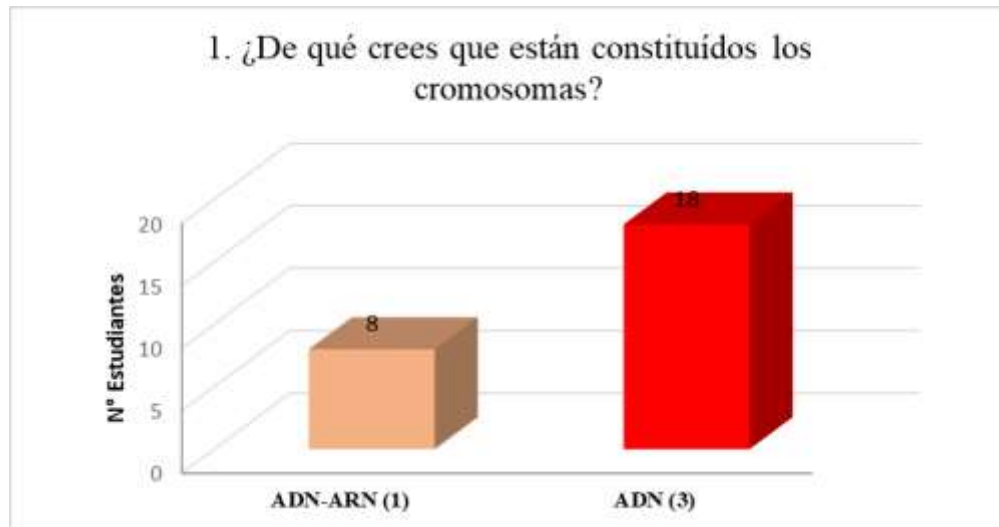


Figura 1. Concepciones iniciales acerca de la composición del cromosoma

Es decir, que los estudiantes reconocen que el principal constituyente cromosómico es el ADN, dada su participación e intervención en los procesos de división celular, pero reflejan confusión frente a términos como células y moléculas. Según Briceño (2014), estas dificultades son producto del equivalente o ambiguo uso a nivel celular, organizacional, estructural y funcional que se les da en los diferentes contextos biológicos, ya que subyacen principalmente por el desconocimiento estructural, que limita comprender, dimensionar, y valorar los niveles de organización celular, fundamentales al momento de construir y relacionar conceptos, procesos y estructuras.

Entre tanto, la subcategoría de menor incidencia es *ADN-ARN*, puesto que 8 estudiantes (22,2%) expresan que estos ácidos nucleicos componen el cromosoma, tal como lo menciona el siguiente estudiante:

C1:P1:E1: “*Creo que está constituida por el ADN y el ARN.*”

Según Sánchez (2012), los cromosomas están compuestos principalmente por proteínas y ADN en un 60%, seguido de cromatina en un 35% y ARN en un 5%, fracciones generalmente ignoradas por el estudiantado, al tener escasa participación en el almacenamiento de la información genética, y en la definición de caracteres hereditarios, ya que son características acreditadas en mayor proporción al ADN (Pierce, 2009).

Pregunta 2 ¿En qué parte de la célula se encuentran localizados los cromosomas?

En la Figura 2 se evidencia que la subcategoría más representativa es *Interior celular*, en la cual 25 estudiantes (69,4%) consideran que los cromosomas se encuentran localizados al interior celular, como lo menciona el siguiente estudiante:

C1:P2:E19: “*En las células Eucariotas*”

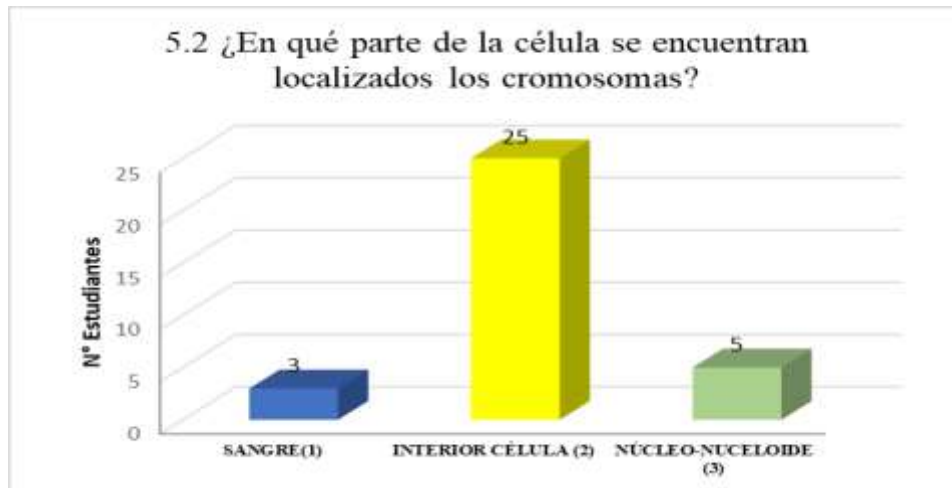


Figura 2. Concepciones iniciales sobre la localización de los cromosomas

Si bien, aunque para los estudiantes existe claridad relativa con la ubicación del cromosoma en el sistema biológico, demuestran ciertas inconsistencias frente a la organización y distribución de estos componentes al interior celular. Esto debido, a la dificultad que representa el estudio estructural de la célula, la cual en la mayoría de oportunidades es trabajada desde una perspectiva netamente teórica, descontextualizada y excluida del ámbito experimental y pedagógico (Moreno, 2014).

En contraste, Iñiguez y Puigcerver (2013), lo interpreta como la desarticulación estructural y funcional del cromosoma al ver que las ideas previas de los estudiantes recaen y no son asociadas con mecanismos de expresión génica.

Por su parte, las subcategorías menos representativas son *Núcleo-Nucleoide* en donde 5 estudiantes (13,8%) mencionan que se encuentran localizados en Núcleo celular o Nucleoide, mientras que 3 estudiantes (8,3%) precisan que se encuentran ubicados en la *sangre*, probablemente por la relación que existe entre el ADN y el cromosoma, tal como lo expresa textualmente el estudiante:

C1.P2.E30: “Se encuentra en la sangre”

Para Ayuso y Banet (2002), los estudiantes atribuyeron a las células de la sangre la responsabilidad de llevar los cromosomas dentro de sí, debido posiblemente a la relación que establece la sangre, con la determinación y herencia de los grupos sanguíneos. De acuerdo con Jiménez (2003), esto puede ser producto de los saberes populares y de las constantes ejemplificaciones para explicar la genética humana.

Pregunta 3. ¿A qué se debe su estructura?

En la Figura 3, observamos que como subcategorías más relevantes *ADN* con 8 estudiantes (22,2%), quienes establecen que la estructura del cromosoma se debe a que en su interior se almacena el ADN y *Telómeros-cromátidas-centrómeros-brazos* en la que 6 estudiantes (16,6%) plantean que la estructura es causada por factores anatómicos. Por ejemplo, un estudiante afirma que:

C1:P3:E27: “Están estructurados de la siguiente forma: cromátida, telómeros,

centrómero y brazos”

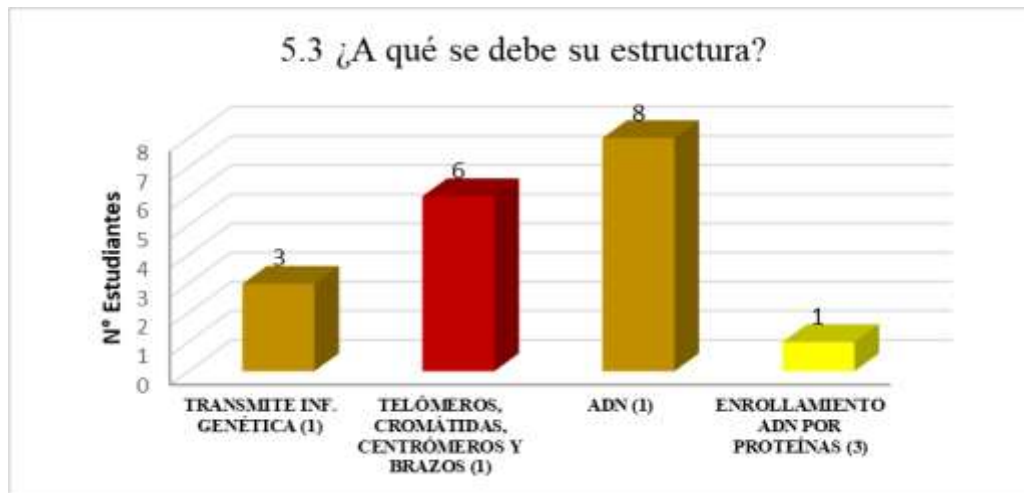


Figura 3. Concepciones iniciales respecto a la estructura del cromosoma

En este sentido, Luque y Herráez (2001), asumen que algunos estudiantes se acercan a la idea de que el cromosoma se compacta gracias a las hebras de ADN que lo constituyen, pero no tienen en cuenta las proteínas encargadas de enrollar y empaquetar el ADN. En efecto, las concepciones iniciales ligadas a las condiciones externas o componentes anatómicos, seguido del carácter funcional para almacenar y transferir información genética mediante los diferentes procesos del ciclo celular, representan, el desconocimiento que se tiene de la estructura celular u organelos que la componen.

Por su parte, la subcategoría menos representativa es *enrollamiento del ADN por proteínas* puesto que solo un estudiante (2,7%) considera que la razón estructural del cromosoma es su composición molecular, en donde el ADN en asociación e interacción electrostática con proteínas, permiten enrollar al material genético con el fin de reducir espacio y almacenar la información (Boyero *et al.*, 2002). Tal y como lo enuncia el siguiente estudiante:

C1:P3:E15:” *Están enrollados para formar nucleofilamentos los cuales dan vueltas alrededor de proteínas y se organizan en forma de lazos”.*

Pregunta 4. ¿Por qué los Cromosomas serán considerados tan importantes para un organismo?

Como podemos observar en la Figura 4, la subcategoría más representativa es *Procesos y estructura celular*, debido a que 21 estudiantes (58,33%) expresan que los cromosomas son importantes, porque se encargan de conferir a las células la consistencia necesaria, ya que intervienen en los procesos vitales de las mismas. Es decir, que lo conciben como una estructura que protege o recubre el ADN que está allí empaquetado, permitiendo así que se lleven a cabo diferentes procesos celulares que requieren de dicho material genético (Íñiguez y Puigcerver, 2013). Esta postura la podemos apreciar en el siguiente ejemplo:

C1:P4:E4: “*Es la estructura que protege el ADN.*”



Figura 4. Concepciones iniciales sobre la importancia de los cromosomas en el organismo.

Por el contrario, la subcategoría menos representativa es *Almacena y transfiere información*, (16,66%) al ser referenciada por 6 estudiantes quienes citaron, que los cromosomas son los encargados de almacenar y transferir la información genética, pues en su interior conservan el código genético, siendo más precisos al dar razón sobre la importancia biológica del Cromosoma. Estos jóvenes, reconocen que allí no solo se localiza y dispone del material genético del organismo, sino que también es útil gracias a la existencia de mecanismos que permiten expresar y transmitir dicha información a través de la herencia genética (Sánchez, 2013). Como evidencia textual de lo anterior exponemos la siguiente respuesta:

C1:P4:E2: “Porque es donde se halla el ADN, por lo tanto, es donde tiene sus códigos genéticos.”

Finalmente, como elemento interesante en los hallazgos, tenemos la subcategoría *previene mutaciones*, la cual no fue referenciada por ningún estudiante en el cuestionario inicial, siendo esta de gran relevancia, ya que cuenta con un valor agregado al estar reconociendo que los Cromosomas se disponen en un orden y cantidad específica que no puede ser alterada debido a que podrían generarse mutaciones genéticas (Ayuso y Banet, 2002).

Análisis estadístico

En el siguiente apartado, exponemos la respectiva media y desviación típica, hallada con el fin de estimar la variación general de las ideas previas, mediante el software SPSS, como se evidencia en la Tabla 1. Así pues, por su valor mínimo de desviación, las subcategorías más representativas dentro de las ideas previas de los estudiantes, son *ADN-ARN* (0,42), *sangre* (0,28), *transmite información genética* (0,28) y *Previene mutaciones* (0,00), para cada una de las cuatro preguntas respectivas. Por consiguiente, se estima que, en su momento inicial, los estudiantes presentaron diferencias relevantes.

Pregunta	Subcategorías	Valoración	Media	Desviación típica
1.¿De qué crees que están constituidos los cromosomas	ADN-ARN	1	0,22	0,422
	ADN	3	1,50	1,521
2.¿En qué parte de la célula se	Sangre_3	1	0,08	0,280

encuentran localizados los cromosomas	Interior célula	2	1,39	0,934
	Núcleo-Nucleoide	3	0,42	1,052
3.¿A qué se debe la estructura de los cromosomas?	Transmite información genética	1	0,08	0,280
	Telómeros-cromátida-centrómero-brazos	1	0,17	0,378
	ADN_2	1	0,22	0,422
	Enrollamiento ADN por proteínas	3	0,08	0,500
4.¿Por qué los cromosomas serán considerados tan importantes para un organismo?	Previene mutaciones	1	0,00	0,000
	Genes	1	0,25	0,439
	Procesos y estructura celular	1	0,58	0,500
	Amacena y transfiere información	3	0,50	1,134

Tabla 1. Desviación típica y media de las subcategorías

Conclusões

Al sistematizar y analizar la información obtenida del cuestionario inicial, se evidencia que los estudiantes responden con base a su conocimiento empírico, pues sus concepciones iniciales además de estar alejadas del conocimiento científico, muestran un gran arraigo cultural, basado en sus contextos. Esta situación deja al descubierto, no solo las múltiples dificultades que presenta el estudiantado al momento de establecer relaciones estructurales y funcionales asociadas a mecanismos y procesos celulares propios de la Biología Molecular, sino también las que presenta la enseñanza de las ciencias, al no saber entrelazar la teoría y la realidad en la que ellos se desenvuelven. Esto se puede deber en gran medida, a la escasa implementación de estrategias didácticas que faciliten el proceso de aprendizaje de contenidos abstractos como los mencionados, lo cual obliga tanto a reflexionar desde el marco epistémico, pedagógico y didáctico, como a replantear propuestas que permitan potenciar en el individuo su capacidad de razonamiento, competencias, destrezas experimentales, aptitudes y actitudes positivas hacia la ciencia

Referências

AYUSO, G. E. y BANET, E. Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. Didáctica de las Ciencias Experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, 2002, pp. 133-139

BOYERO, A. R., MARTÍN, I. R., NÚÑEZ, V. G., y RODRÍGUEZ, R. R. Conceptos básicos de la estructura génica. **Revista Genética Médica**, 8(82), 2002.

BRICEÑO, E.A. **Propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en grado octavo en la Institución Educativa Distrital Manuelita Sáenz**. Tesis de pregrado: Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2014

GARCÍA, M. **Trabajos prácticos artesanales para la enseñanza - aprendizaje del mundo microscópico biológico en estudiantes de octavo grado de la institución educativa “María cristina Arango de pastrana de la ciudad de Neiva, Huila**. Tesis de pregrado: Universidad Surcolombiana, Neiva, 2015.

ÍÑIGUEZ, F. J., y PUIGCERVER, M. Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. **Revista Eureka** 10(3), 2013.

JIMÉNEZ, M. **Enseñar Ciencias**: Grao. Barcelona, España, 2003.

LÓPEZ, M. La intervención didáctica. Los recursos en educación física. Enseñanza & Teaching: **Revista Interuniversitaria de Didáctica**. V. 22. Salamanca, 2004, pp. 8-9.

LUQUE, J y HERRÁEZ. **Texto Ilustrado de Biología Molecular e Ingeniería Genética: conceptos, técnicas y Aplicaciones en ciencias de la salud**: Elsevier. España, 2001.

MORENO, R. **Desarrollar una estrategia didáctica constructivista a partir de los conceptos de gen y cromosoma que permitan una mejor comprensión de la herencia biológica en el grado noveno del seminario menor de la Arquidiócesis de Medellín**. Tesis pregrado: Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 2014.

PIERCE, B. A. **Genética: un enfoque conceptual**: Editorial médica panamericana, España, 2009, pp. 16-27.

POZO, J. Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a donde van y mientras tanto qué hacemos con ellas. **Revista Alambique**. Didáctica de las ciencias Experimentales 3 (7), 1996.

QUINTANILLA, M. Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. **Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas**, Vol. 1, 2006. pp. 17-42.

SÁNCHEZ, J. **Registros de Gemelos: Utilidades, organización y supuestos clave**. **Departamento de Anatomía humana y Psicobiología**. Tesis doctoral: Universidad de Murcia. España, 2013.