

**IMÁGENES EXTERNAS DE GEN Y CROMOSOMA EN MATERIALES
INSTRUCCIONALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA EN EL SISTEMA
EDUCATIVO VENEZOLANO[§]**
(External images of gene and chromosome used in biology instructional materials in the
venezuelan educative system)

Dalia Diez Escribano

Universidad Ped. Exp. El Libertador, Caracas. Venezuela
tancredi10@cantv.net

Concesa Caballero Sahelices

Universidad de Burgos. España
concesa@ubu.es

Resumen

La investigación que se presenta forma parte de un proyecto más amplio centrado en la formulación de elementos para ayudar a construir fundamentos teóricos y metodológicos de sustento, a partir de la investigación en la enseñanza de la Biología, con aplicación en el desarrollo de materiales instruccionales de diversos tipos que permitan tratar de lograr el aprendizaje significativo de conceptos estructurantes de esta ciencia, como son **gen y cromosoma**. El estudio se refiere al análisis de las imágenes externas en libros de texto y guías de trabajo práctico de laboratorio en materiales instruccionales impresos empleados en tres niveles del sistema educativo venezolano para la enseñanza de Biología. Los resultados presentaron valores altos de significancia entre las variables del estudio de acuerdo al coeficiente de correlación seleccionado.

Palabras-clave: análisis de texto, representaciones externas y internas, enseñanza y aprendizaje de gen y cromosoma.

Abstract

This work is part of a wider project; focus on the drawing up of the elements that would help to make a stable theoretical and methodological framework, from a Biology teaching research aim to develop several teaching materials that would allow achieving the meaningful learning on fundamental concepts of this science, such as **gene and chromosome**. Our study sets an analysis of the external images in text books and guides of practical work at laboratory level from printed teaching materials of Biology used in the three levels of the Venezuelan educational system. The results showed high values of significance among the variables of the study according to the selected correlation coefficient.

Keywords: textbook analysis; external and internal representations; teaching and learning of gene and chromosome.

Introducción

La selección de los conceptos **de cromosoma y gen** tiene una doble fundamentación, por una parte, en su enseñanza es necesario usar representaciones de los mismos en la forma de imágenes

[§] Trabalho apresentado no II Encontro Iberoamericano sobre Investigação Básica em Educação em Ciências, Burgos, Espanha, setembro de 2004. Aceito para publicação na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências após novo processo de arbitragem.

externas, ya que son estructuras celulares microscópicas que no se pueden observar directamente, y por otra parte, los conceptos de **gen y cromosoma** son abstractos, de difícil comprensión para los estudiantes e importantes para tratar de conocer la identidad biológica del organismo viviente. Desde el punto de vista de la Biología, los conceptos de **gen y cromosoma** son considerados estructurantes de esta ciencia, con un alto grado de abstracción y sobre los que se fundamentan la mayoría de sus contenidos. La biotecnología, biodiversidad, evolución, clonación, bioética, entre otros, son sólo algunos campos de esta ciencia donde estos conceptos son primordiales.

Tratar de describir y caracterizar las imágenes externas que se emplean para la enseñanza de los conceptos de **gen y cromosoma** en los materiales instruccionales de Biología, podría proporcionar elementos importantes para una posterior interpretación de cómo las mismas intervienen en el aprendizaje significativo de dichos conceptos biológicos, considerando los fundamentos de la Psicología Cognitiva. Un estudio de este tipo debe considerar como paso previo, averiguar qué tipo de ayudas se emplean en la instrucción, pues docentes y autores de libros usan imágenes externas para facilitar el aprendizaje de tales conceptos. Posteriormente, es necesario tratar de comprender cómo son las representaciones mentales que elaboran los estudiantes al aprender los conceptos de gen y cromosoma.

En diversos trabajos, entre ellos los realizados por Alfonso, Vellar y Martins (1999) se reconoce el papel que juegan las imágenes externas para permitir la comunicación de ideas científicas y para facilitar la construcción del conocimiento de los estudiantes. De esta manera, se ven a las imágenes externas como elementos instruccionales que van más allá de ser simples ilustraciones o auxiliares, ya que su uso pudiera tener otras implicaciones, además de usarse para memorizar contenidos, focalizar la atención e incrementar la motivación, entre otros.

Para Martins (1997), las imágenes externas en los libros de texto de ciencias tienen un papel central, señalando que existen al menos tres categorías de este tipo de representaciones: las que favorecen las clasificaciones, las que permiten el análisis y aquellas que se usan con propósitos narrativos. En sus investigaciones sobre el análisis de las imágenes señaló como principales funciones eran las de atraer la atención, provocar interés y motivar; señalar y organizar el contenido que se presenta e ilustrar una idea o argumento; mostrar un hecho o procedimiento específico. Estas funciones se relacionan con el contenido verbal en que: pueden introducir el contenido; pueden orientar al lector sobre el contenido; o pueden ser consideradas como el contenido en sí (Martins y Cassab, 2001).

Además, se relacionan con el discurso escrito ya que pueden ser el contenido mismo, por ejemplo, en los textos de Biología, la imagen del modelo de la molécula del ADN que se incorpora tanto en los libros y guías de laboratorio como en otros materiales; se usan para explicar el contenido, cuando ellas completan lo que se describe en el texto escrito y, finalmente, pueden ser auxiliares para reforzar lo aprendido, teniendo un papel subordinado a la información verbal.

Desde hace varias décadas, se realizan estudios sobre el análisis de las imágenes, lo cual ha permitido la elaboración de varias tipologías, entre las que se destacan la propuesta en los años sesenta, donde se analizan según el tipo de diseño y otros atributos y se las categorizaba como: realistas (representativas), analógicas (implican similaridades) o lógicas como los diagramas (Otero, Greca y Da Silveira, 2003).

En la enseñanza de la Biología se reconoce la importancia de los materiales instruccionales para tratar de lograr el aprendizaje de contenidos de esta ciencia, los cuales se elaboran y utilizan con la finalidad de presentar información a los estudiantes, con una estructura conceptual adecuada para tratar de favorecer la comprensión de conceptos estructurantes como los seleccionados para este estudio: **gen y cromosoma**. En ellos se presenta el contenido científico a través de información

verbal y del uso de imágenes externas (Del Carmen y Jiménez, 1997). En Biología, las imágenes externas (dibujos, esquemas, gráficas y fotografías) ocupan un papel importante en los materiales debido a la naturaleza de su contenido, para mostrar hechos, fenómenos y estructuras que no pueden observarse directamente, además de cumplir funciones específicas para tratar de facilitar la comprensión de conceptos.

Marco teórico

Desde el punto de vista cognitivo, el aprendizaje es un proceso interno, donde la información nueva que una persona recibe interactúa de manera no arbitraria con lo que ya conoce, dando como resultado nuevos significados. De allí que la instrucción, debe ser plantada para favorecer el aprendizaje lo cual requiere diseñar, seleccionar, aplicar estrategias, situaciones de enseñanza, de recursos instruccionales y de actividades de aprendizaje que favorezcan dicha interacción. Como proceso interno, involucra procesos mentales donde la persona construye conocimientos, es aquí donde es importante relacionar el uso de imágenes externas que se usan en la enseñanza para favorecer este complejo proceso mental e interno al sujeto que aprende.

Tratar de lograr el aprendizaje requiere conocer cómo las personas re-presentan (volver a presentar) internamente el mundo externo y cómo representan las informaciones que reciben. Para ello la Ciencia Cognitiva ofrece algunos modelos para ayudar a tratar de comprender la complejidad de la vida mental (Moreira, 2002; 2000; 1999; 1997; 1996). Si se revisa la literatura, se encuentra que a lo largo de la historia, se han planteado numerosos postulados e investigaciones con el fin de estudiar la mente, en distintos períodos de tiempo y desde distintos cuerpos de conocimiento. Aproximadamente en la mitad del siglo pasado, se comienza una nueva línea dentro del campo de la Psicología Cognitiva, la cual plantea que para tratar de explicar los comportamientos complejos involucrados en la resolución de problemas, en la toma de decisiones y otros procesos de orden superior, se deben tomar en cuenta la existencia de entidades mentales y de procesos y disposiciones de naturaleza mental. Es así como, se señala la existencia de estructuras cognitivas mediadoras que operan en la mente de las personas en interacción con el mundo externo. Es en este sentido, que es posible decir que lo que una persona percibe depende tanto de las variaciones energéticas del medio, como de las “representaciones” que de él se tienen. Greca (1999) señala, que para que las personas comprendan el mundo externo se requiere elaborar internamente representaciones mentales del mismo. En todos los casos, es la persona quien elabora sus representaciones internas y entidades mentales, que son las que determinan, las formas de actividad subjetiva, es decir, que la conducta está regulada y regida por ellas y no solamente por el ambiente externo. En general, se admite que el paradigma cognitivo se caracteriza por otorgar al sujeto preponderancia en el acto del conocimiento para construir significados, para lo cual se requiere de la mente para interpretarlos (Otero, 1999).

En esta línea, hoy en día cada vez más los investigadores en la enseñanza de las ciencias realizan estudios para la búsqueda de un marco teórico amplio que permita describir los procesos cognitivos vinculados a su aprendizaje. Después de una década de estudios sobre cambio conceptual, sin los resultados esperados, cobran fuerza los referentes teóricos más próximos al sub-paradigma computacional en Psicología Cognitiva, entre los cuales se encuentra la teoría de los Modelos Mentales de Johnson- Laird (1983) y que enfoca el análisis en las representaciones de carácter analógico: modelos mentales e imágenes (Otero, 1999; Otero, Moreira y Greca, 2002).

Al tratar de investigar acerca de cómo ocurre el aprendizaje de contenidos científicos como gen y cromosoma, considerado éste como un proceso interno al individuo, es importante sustentarse en el tipo y papel que tienen las representaciones externas del tipo de las imágenes, considerando su función en el aprendizaje. Razón por la cual es fundamental hacer referencia no solamente a las representaciones externas del tipo de imágenes, sino también a la existencia de representaciones

mentales (internas a la persona) en el proceso de construcción del aprendizaje y tratar de comprenderlas.

En cuanto a las representaciones internas, considerando los principios de la Psicología Cognitiva, la imagen externa no existe sin la presencia del observador, ya que es él quien la dota de significado (Deforge, 1991). A lo largo de la historia se han destacado distintos énfasis al describir el papel de las imágenes mentales en el pensamiento. Ya Aristóteles admitía la existencia de un pensamiento con imágenes. Mucho después, Bruner y colaboradores (1956) plantearon que uno de los tres sistemas de representación en el pensamiento es el icónico, posteriormente Piaget asignó un estatus al pensamiento figurativo por poseer una capacidad transformadora y anticipadora (Piaget, 1980 en Perales y Jiménez, 2002).

En este orden de ideas, la Psicología de la Gestalt concedió por primera vez a la percepción una dimensión importante en la adquisición del conocimiento, destacando el papel consciente de las personas en la organización de la percepción. Así la Gestalt aportó reglas útiles que se emplean en el diseño gráfico para mejorar los procesos de interpretación de las imágenes. En síntesis, los enfoques actuales de la Psicología Cognitiva consideran que el conocimiento humano es más que una simple impresión en la memoria del mundo exterior. En oposición a las teorías del aprendizaje asociacionistas, el papel activo de los sujetos en la comprensión se plantea en la noción de representaciones mentales, entre las cuales se encuentra el modelo mental propuesto por Jonson-Laird (1980), referido a una representación mental (interna al individuo) que elabora la persona cuando interacciona con textos, imágenes o combinaciones entre ambos (representaciones externas) y que es considerado como sustentación teórica de este estudio. Los modelos mentales incluyen datos procedentes del exterior, conocimientos previos y expectativas del sujeto, dando lugar a representaciones dinámicas en la memoria de trabajo (Johnson – Laird, 1983).

Las imágenes externas como representaciones del mundo externo, se ofrecen a los estudiantes para tratar de lograr el aprendizaje de contenidos científicos; además requiere considerar la existencia de representaciones mentales que se construyen en la mente de las personas para tratar de interpretar el papel que las mismas tienen como ayuda durante la instrucción. Para iniciarse en su estudio, es importante tratar de conocer cómo son las representaciones externas (del tipo de las imágenes externas) que han recibido y reciben los estudiantes durante su aprendizaje. De allí, la realización del presente trabajo, pretende aportar al tratar de comprender el significado de las representaciones externas del tipo de las imágenes y su papel en la formación de representaciones mentales (internas). El mismo no pretende ser exhaustivo ni concluyente acerca de este amplio tema, pues sólo se presenta como introducción para quienes con fines de investigación en la enseñanza de las ciencias, esperan implicarse en la construcción y desarrollo de un cuerpo de fundamentos teóricos y metodológicos acerca de los procesos de la mente para tratar de conducir el aprendizaje. Se aborda desde la óptica del papel de las imágenes externas con visión cognitiva para intentar conocer cómo se deberían emplear estas ayudas en el aprendizaje significativo de conceptos biológicos: **gen y cromosoma**.

Objetivos de la investigación

- Describir las características de las imágenes externas relacionadas con **gen y cromosoma** que aparecen en los libros de texto de Biología y guías de actividades prácticas para el trabajo de laboratorio utilizados en tres niveles del sistema educativo venezolano, en cuanto al énfasis notacional y la funcionalidad de las mismas, de acuerdo con la categorización seleccionada.
- Caracterizar el uso de imágenes externas en el proceso de comunicación visual, teniendo en cuenta si las mismas se usan desde el punto de vista tradicional, introductoria o imaginística, además de las

posibles relaciones entre las imágenes externas con la información verbal contenida en el texto escrito.

- Determinar la manera cómo se usa el color en los materiales instruccionales del estudio
- Describir la secuencia instruccional del contenido de los materiales instruccionales seleccionados.

Metodología

Con el propósito de conocer acerca del tipo de imágenes externas se procedió a revisar cada uno de los materiales instruccionales de la muestra seleccionada (16), en ella se incluye los libros de texto y guías de laboratorio que utilizan los estudiantes y son recomendados por los profesores de Biología de los tres (3) niveles educativos de Venezuela. Sus autores, año de publicación, título y editorial se presentan organizados de acuerdo al nivel educativo al cual pertenecen.

Cuadro 1. Características formales de los materiales instruccionales del estudio

Nivel- Grado	Libro	Autor	Título	Editorial	Año
Básica 9no grado	1	Tineo, Amelia; De Feliú Omaira	Ciencias Biológicas 9no grado. Teoría y Práctica	Colegial Bolivariana	1999
Básica 9no grado	2	Ruíz Alvaro	Ciencias Biológicas 9no grado	Triangulo	1999
Básica 9no grado	3	Bartoli, Italia; Espinoza, Nelly Gascon Perales	Ciencias Biológicas 9no grado	ENEVA	1981
Básica 9no grado	4	Mazparrote, Serafín	Ciencias Biológicas 9no grado. Teoría y Laboratorio	Biosfera	1995
Básica 9no grado	5	Guerrero Niño, Matriushka	Ciencias Biológicas 9no grado	Oxford University Press	2000
Media 2do Año	6	Tineo, Amelia; De Feliú Omaira	Biología. Educación Media	Colegial Bolivariana	2000
Media 2do Año	7	Mazparrote, Serafín	Biología. Teoría y Práctica	Biosfera	1994
Media 2do Año	8	Texeira José Martín	Biología. Teoría y Práctica	Salesiana	2002
Media 2do Año	9	Bartoli, Italia Espinoza, Nelly Gascon Perales	Biología Segundo Año de EMDP	ENEVA	1985
Media 2do Año	10	Irauskin Yadithza	Biología. Teoría y Manual de Laboratorio	Actualidad Escolaridad	1999
Superior	11	Kornberg, A.	Síntesis de ADN	H. Blume	1978
Superior	12	Solomòn, E., Villè, C., Davis, P	Biología	Interamericana	1994
Superior	13	Dupraw, F	Biología Celular	Omega	1971
Superior	14	Karp, G	Biología Celular	Mc Graw Hill Interamericana	2000
Superior	15	Kawn	Bioquímica I y II	Interamericana	2000
Superior	16	Carrera, Z., De Rueda Irma	Materiales de la Cátedra	Cátedra de Genética y Evolución IPC	2003

Para llevar a cabo el análisis de estos materiales se consideraron trabajos preliminares realizados en Física y Química acerca del análisis de las imágenes externas y otras secciones de los libros de texto, guías de laboratorio y otros recursos instruccionales. Se seleccionó y adaptó la categorización planteada por Otero (2002) en sus trabajos de análisis de imágenes externas en materiales de distintos tipos para la enseñanza de la Física. Posteriormente se incorporó, a la categorización inicial, elementos propuestos por Jiménez, Valladares y Perales (1997, 2001, 2002) y por Perales y Jiménez (2002) para analizar las imágenes y las secciones del texto de ciencias. La categorización adaptada al campo de la Biología se validó con expertos - docentes del área y autores de materiales instruccionales de reconocida trayectoria en el campo de enseñanza de la Biología en Venezuela. La aplicación de la Categorización permitió organizar formalmente la información sobre los aspectos observados en cada uno de los 16 materiales, para cada una de las variables de estudio y sus modalidades. La investigación se ha desarrollado en las siguientes fases:

Fase I Características generales de las imágenes. Consideró la revisión de los dieciséis (16) materiales objeto del estudio con la aplicación de la categoría de análisis, considerando: Las características generales de las imágenes externas, la relación entre las imágenes externas y la información verbal y las características formales de los libros de texto y guías de trabajo práctico de laboratorio.

Fase II. Estudio de Casos. Una vez analizadas las imágenes externas de los materiales instruccionales que integraron la muestra, en cuanto a las variables y modalidades de la categorización, se profundizó en el estudio de las características de las mismas, para lo cual se empleó como herramienta el estudio de casos aplicada a aquellos materiales que mostraron tener una mayor diversidad de imágenes externas en su contenido, según el énfasis notacional, la funcionalidad y elementos de la comunicación visual, además de que en su mayoría las imágenes incorporadas en los libros de texto coinciden con las incorporadas en las guías de trabajo práctico de laboratorio. El procedimiento de selección de casos se fundamenta en aquellos “ejemplares” que por sus características específicas permiten caracterizar imágenes externas. Para lo cual se consideraron seis (6) casos.

Fase III Análisis secuencial del contenido. Se empleó una adaptación de la metodología planteada por Jiménez- Valladares y Perales (2001) que integra los enfoques sintáctico (secuencia de contenidos) y curricular (enfoque del programa), con la intención de intentar determinar cuál fue la metodología didáctica subyacente planteada por el autor en cada material instruccional, y dónde se usan imágenes externas para la enseñanza de los conceptos de **gen y cromosoma**. El procedimiento consistió en fragmentar el texto donde se ubican los conceptos de **gen y cromosoma**, tanto en la información verbal como en las imágenes externas, en unidades de contenidos, a las cuales Jiménez- Valladares y Perales (2001) denominan eventos. Ello permitió clasificar la información de acuerdo con la función que desempeña, orientado por la taxonomía de agrupamiento de las ilustraciones según estos autores. Una vez fragmentado en eventos, se determinó cuáles de ellos incorporan imágenes externas como parte de su contenido y cuáles no. Así se obtuvo la secuencia didáctica de los materiales de estudio y se determinó la frecuencia de aparición de las diferentes funciones didácticas presentes en los mismos. Ello permitió interpretar el enfoque de cada material (libros de texto y guías de laboratorio), con la idea de poder señalar cuándo un libro utiliza con mayor frecuencia las funciones de: evocación, definición, aplicación, descripción, interpretación, problematización.

Resultados y su análisis

Los resultados y su análisis consideran los datos obtenidos de las secciones en los cuales se estructuran los materiales (capítulos, unidades, etc.) y donde se tratan los conceptos de **gen y cromosoma**, en esta comunicación se reportan los resultados de la primera fase de la investigación y en trabajos posteriores se darán a conocer los resultados referidos al estudio que nos ocupa.

Fase I. Aplicación de la Categorización en el estudio. Características Generales de las imágenes a la totalidad de los materiales de la muestra intencional.

Los resultados se refieren a la frecuencia absoluta y relativa de las imágenes en los (16) materiales instruccionales: libros de texto y guías de laboratorio que contienen imágenes externas sobre gen y cromosoma considerando su ubicación en el material, funcionalidad, consideraciones en cuanto a la comunicación visual, aspectos de la vinculación de las imágenes con la información verbal y otros aspectos formales (grado, año de estudio; autor, editorial).

Énfasis notacional. En el nivel de Educación Básica predominan las icónicas, es decir, dibujos lineales y sombreados (60,19%), con menor frecuencia se encuentran las imágenes esquemáticas (22 %) y las realistas del tipo de fotografías (17,80%). En este nivel educativo no se encontraron imágenes externas del tipo de gráficas relacionadas con gen y cromosoma. En el nivel de Educación Media Diversificada las imágenes que se encontraron con mayor frecuencia fueron las esquemáticas (57,74 %), las icónicas se encontraron en un (33,05 %) y las realistas obtuvieron una frecuencia de (8,36%). En este nivel se encontraron solamente dos imágenes externas del tipo de las gráficas lo que representa una baja frecuencia relativa de (0,84 %). En Educación Superior la imágenes externas que se encontraron con mayor frecuencia fueron las esquemáticas con un 41, 84 %, con menor frecuencia las imágenes icónicas (24,45 %) y con iguales valores de frecuencia las imágenes externas realistas (16,84 %) y las gráficas (16,84 %). En función de los mismos es posible señalar que el uso de gráficas se incrementa en los materiales instruccionales dirigidos a la enseñanza de los conceptos de gen y cromosoma en los niveles más altos del sistema educativo venezolano, lo cual se muestra a continuación. De igual manera se observa que el uso de imágenes icónicas (dibujos lineales y sombreados) es mayor en el nivel educativo mas bajo y su uso disminuye a medida que se avanza en el currículo.

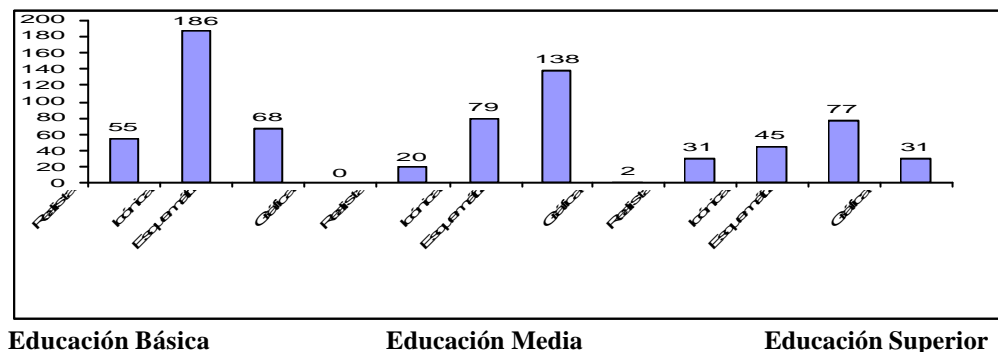


Gráfico 1. Frecuencia absoluta de imágenes externas de gen y cromosoma de acuerdo con el Énfasis notacional y el nivel educativo (N= 16)

Funcionalidad de las imágenes externas. Los resultados en cuanto a la frecuencia absoluta y relativa de funcionalidad asignada a las imágenes externas sobre gen y cromosoma en la muestra de (16) materiales instruccionales analizados se presentan a continuación.

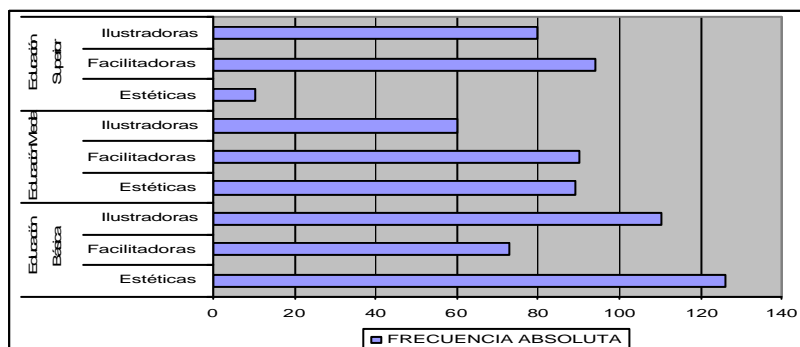


Gráfico 2. Frecuencia absoluta de imágenes externas de gen y cromosoma de acuerdo con la funcionalidad y el nivel educativo (N= 16)

En cuanto a la funcionalidad de las imágenes externas se encontró en Educación Básica una frecuencia del 47,77% de las imágenes con función estética y un 35,59% con función ilustradora, siendo menor la frecuencia de imágenes con función facilitadora (23,62%). En Educación Media las imágenes externas con mayor frecuencia son estéticas (37,23 %) y facilitadoras (37, 65 %), siendo las ilustradoras con un 25,10% las que se encontraron en menor frecuencia. En esta misma variable, para el nivel de Educación Superior, las imágenes externas que aparecen con mayor frecuencia fueron facilitadoras (51,08%) seguidas de las imágenes externas ilustradoras (43,47%) y con menor frecuencia (5,43%) las estéticas.

Comunicación Visual. La frecuencia para la variable comunicación visual se presenta en el siguiente gráfico

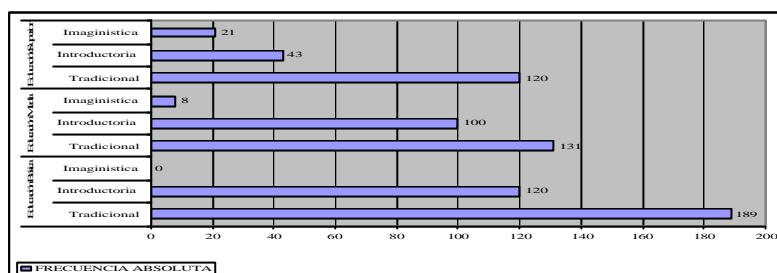


Gráfico 3. Frecuencia absoluta de imágenes externas de gen y cromosoma de acuerdo con la comunicación visual y el nivel educativo (N= 16)

Relación entre las imágenes externas y la información verbal.

Tabla 6. Frecuencia absoluta y relativa de la relación entre imágenes externas sobre gen y cromosoma y la información verbal en los materiales instruccionales según el nivel educativo.

Nivel Educativo	Relación de la imagen y la información verbal	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
Educación Básica	Asociativa	180	58,25
	No asociativa	29	9,40
	Muy descriptiva	40	12,84
	Poco descriptiva	60	19,41
	Interactiva	0	0
		N = 309	100,00
Educación Media	Asociativa	100	41,84
	No asociativa	30	12,55
	Muy descriptiva	40	16,74
	Poco descriptiva	60	25,10
	Interactiva	9	3,76
		N = 239	100,00
Educación Superior	Asociativa	84	45,65
	No asociativa	30	16,30
	Muy descriptiva	20	10,86
	Poco descriptiva	10	5,43
	Interactiva	40	21,74
		N = 184	100,00

En cuanto a la relación entre la información verbal y las imágenes externas para los conceptos de gen y cromosoma, existen elementos que demuestran un predominio de relaciones asociativas entre la imagen y la información verbal en los materiales de todos los niveles educativos considerados. En Educación Básica y Educación Media Diversificada, las imágenes se describen

(en mayor o menor grado) y las imágenes externas del tipo interactivas son las menos frecuentes en ambos niveles. En Educación Superior, predomina la relación asociativa entre la imagen y la información verbal (45,65%), existe una menor descripción de las imágenes en comparación con Educación Básica y Educación Media Diversificada. Existe una frecuencia de imágenes interactivas (21,74 %), lo que señala una mayor presencia de las mismas en comparación con los dos niveles educativos anteriores.

Uso de Color. La tabla siguiente se refiere a la frecuencia del uso del color en las imágenes externas de los libros de texto y guías para el trabajo práctico de laboratorio.

Tabla 7. Frecuencia absoluta y relativa del uso de color en la totalidad de las imágenes externas relacionadas con gen y cromosoma en los materiales instruccionales considerando la variable uso del color de acuerdo al nivel educativo.

Nivel Educativo	Uso del Color	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Educación Básica	Realista	29	9,4
	No realista	280	90,6
	Sin color	0	0
	N = 309	100	
Educación Media	Realista	36	15,06
	No realista	180	75,31
	Sin color	23	9,62
	N = 239	100	
Educación Superior	Realista	108	58,69
	No realista	89	48,37
	Sin color	46	25,0
	N = 184	100	

Para Educación Básica se incorporan un mayor número de imágenes relacionadas con gen y cromosoma (309) en comparación con el número de imágenes externas encontradas en los materiales de Educación Media (239) y de Educación Superior (184).

Uso del color. Como se observa en el siguiente gráfico, el uso del color realista y no realista es frecuente en las imágenes externas relacionadas con gen y cromosoma para los tres niveles del sistema educativo. En Educación Básica y en Educación Media las imágenes que son más frecuentes se presentan con colores no realistas. En los materiales de Educación Superior, la mayoría de las imágenes externas poseen colores realistas, además se encontraron imágenes externas sin color (25 %).

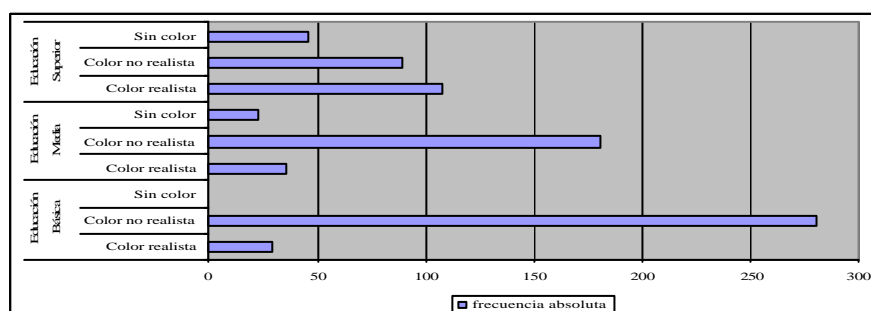


Gráfico 8. Frecuencia del uso de color en las imágenes externas relacionadas con gen y cromosoma en los materiales instruccionales considerando el nivel educativo.

A fin de conocer la existencia de posibles correlaciones entre los resultados obtenidos de la presente Investigación para cada una de las categorías de análisis se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, el cual representa el grado de asociación entre las variables consideradas e indica cuales de las variables del estudio están asociadas probablemente en la población de la cual se tomó la muestra. Su aplicación indicó la existencia de correlaciones significantes en diversas categorías y una correlación significativa en los resultados que se señalan a continuación.

Existe una correlación altamente significativa entre las imágenes con función **facilitadora y la asociación** presente **entre la imagen y la información verbal** (0,717) cuando se tratan los conceptos de gen y cromosoma en los materiales instruccionales de los diferentes niveles educativos del sistema venezolano. De igual manera, en cuanto al énfasis notacional de las imágenes externas en los materiales instruccionales de los tres niveles del sistema educativo, se encontró la existencia de correlación significativa entre las **imágenes icónicas**, es decir de dibujos lineales, sombreados y el **uso de color no realista** (0,806). Además, en esta misma categoría se encontró una correlación significativa entre la incorporación de las imágenes externas del tipo de **gráficas** con la función **interactiva** de las imágenes (0,722).

También se presenta una correlación significativa entre los resultados relacionados con la incorporación de imágenes externas con función **interactiva e imaginísticas** (0,893). En cuanto al uso de **color no realista** en las imágenes externas y en otras secciones del material instruccional, se encontró una correlación significativa con **el nivel educativo** al cual pertenecen (- 0,716). De igual forma, entre el **nivel educativo y el uso de color realista** (0,696), y entre el **nivel educativo y el uso de gráficas** (0,801). En cuanto al uso de imágenes externas con función **estética** o motivacional en los libros y guías de laboratorio de la muestra seleccionada y el **nivel educativo**, el índice de correlación de Pearson señala que es significativa (- 0,755). Los resultados encontrados en relación al uso de imágenes externas **sin color y la función facilitadora** de las imágenes, se encontró una correlación significativa (- 0,881). Otra correlación significativa de interés para la elaboración de materiales instruccionales encontrada se refiere al **nivel educativo** con imágenes externas del tipo: **icónicas** (- 0,541).

Conclusiones preliminares

- En cuanto al tipo de imágenes externas o énfasis notacional de las mismas, las imágenes realistas, icónicas y esquemáticas se emplean con frecuencia para tratar contenidos referentes a cromosoma y gen, sin embargo, en cuanto al nivel educativo, en Básica y Media Diversificada el uso de imágenes externas esquemáticas e icónicas es más frecuente que el uso de imágenes realistas del tipo de fotografías. Es posible señalar que existen coincidencias en cuanto a las funciones de las imágenes con resultados obtenidos en trabajos anteriores para otras ciencias en cuanto a que se utilizan para: atraer la atención; provocar interés y motivar, señalar y organizar el contenido que se presenta, ilustrar el contenido y mostrar hechos o procedimientos específicos. Estas funciones se relacionan con el contenido verbal de un texto en que: *pueden introducir* el contenido; *pueden orientar* al lector sobre el contenido; o pueden ser consideradas como el *contenido en sí mismas*. En relación al uso de gráficas, consideradas en investigaciones previas como las de mayor dificultad en la comprensión de contenidos de ciencias entre los estudiantes, son las que menos se incorporan en los materiales instruccionales analizados. Su uso, con poca frecuencia se hace en el nivel de Educación Superior, están ausentes en los materiales de Básica y muy poco en Media Diversificada.

- Para la *ubicación* de las imágenes externas en los materiales instruccionales, así como su relación con la información contenida en el texto, también se presenta una variedad de situaciones: Imágenes que se usan al inicio de la presentación de un contenido **sin ser descritas**. Imágenes que se usan al inicio de la presentación de un contenido **acompañadas** de su descripción. Y la

incorporación de algunas imágenes externas sin una secuencia instruccional evidente donde la decisión de su ubicación no corresponde totalmente al autor del material.

- Algunas imágenes se incluyen en la secuencia instruccional para **complementar la información verbal**, es decir, están subordinadas al texto escrito, son descritas, referidas, mencionadas, etc. Las que contienen **en sí mismas la información** o contenido, por lo que se les considera como representaciones externas cuyo papel van más allá de ser ilustradoras.

- Hay pocas imágenes externas con función **interactiva** lo cual disminuye la posibilidad de permitir una relación más profunda entre el lector y la información, para propiciar procesos internos (mentales) que lleven a aprendizajes significativos. Las imágenes externas interactivas en los manuales de laboratorio sobre los conceptos de gen y cromosoma están acompañadas de preguntas, cuestiones o planteamientos sobre las mismas. Su uso se encontró con mayor frecuencia en Educación Superior, con menor frecuencia en Educación Media y no se encontró imágenes externas de este tipo en materiales de Educación Básica. Es importante destacar que la escasa incorporación de imágenes interactivas en los materiales instruccionales de los tres niveles y en especial de Básica debe ser motivo de reflexión por docentes, diseñadores y autores de materiales, ya que su ausencia señala una tendencia hacia la simple memorización, con escasas actividades de aprendizaje que conduzcan a la reflexión, comprensión y transferencia de conocimientos. En cuanto a la función de **imaginística** pocas imágenes externas de este tipo se encontraron en los materiales instruccionales.

- Con relación a la secuencia instruccional del contenido, para los tres niveles educativos, hay una tendencia predominante de *definiciones y descripciones*, siendo poco frecuente la *problematización, evocación, interpretación y aplicación*, así como una frecuencia mayor de fragmentos del texto con imágenes externas que sin imágenes para tratar los conceptos de gen y cromosoma. Ello permite decir que los materiales analizados utilizan con frecuencia las imágenes externas para tratar los conceptos, aunque con escasa tendencia a favorecer procesos cognitivos de orden superior. La secuencia didáctica de los contenidos en los libros y guías analizados se orienta en primer término hacia la presentación de definiciones con o sin incorporación de imágenes externas, seguido de párrafos contentivos de la información verbal relacionada con los conceptos de gen y cromosoma, básicamente referentes a estructuras y función de los mismos.

- En relación con el uso del color en las imágenes externas y otras secciones de los materiales (organizadores avanzados, títulos y sub- títulos, lecturas anexas), su presencia es común a todos los materiales instruccionales de Básica y Media Diversificada y permite: **Presentar** con mayor realismo las estructuras, como es el caso de los componentes celulares – nucleares como los cromosomas, cariotipos, el aspecto de las células durante la mitosis y la meiosis, etc. **Atraer la atención** de los lectores, mediante el empleo del color no realista, con la finalidad de focalizar la atención del usuario, favorecer la observación, evocación, el análisis e interpretación de hechos o procesos relacionados con las estructuras o sub estructuras celulares como: cromosomas y genes. **Resaltar el mensaje** o contenido específico que se muestra en los esquemas de procesos, tales como: duplicación semiconservativa del ADN, la síntesis de ARN y de proteínas, la presencia de genes reguladores, la duplicación de los cromosomas, entre otros. Su uso posiblemente estaría relacionado con las ayudas mnemotécnicas, facilitar la creación de significados en la construcción de representaciones internas en el lector, facilitar el aprendizaje a partir del procesamiento de la información, entre otros.

En los materiales instruccionales para la enseñanza de los contenidos de Biología se otorga al color (realista y no realista) un papel importante que pudiera tener relación con el procesamiento de la información.

Referencias

Alfonso, A. Ch, Vellar, F y Martins, I. (1999). Tipos e funcoes de imagens em Livros didaticos de Ciencias: Uma análise preliminar. *II Encontro Nacional de Pesquisa em Educacao en Ciencias*, Brasil.

- Banet, E. y Ayuso, E. (1995). Introducción a la Genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato. I. Contenidos de enseñanza y conocimiento de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 137 – 153
- Bugallo, R. A. (1995). *La didáctica de la genética*. *Enseñanza de las ciencias*, 13 (3), 379-385
- Bugallo, R. A. (1994). Revisión Bibliográfica de investigaciones sobre genética. *Enseñanza de las ciencias* (12) 3, 150-163
- Del Pino, J. Pellens, A y Eichler, M. (2001). Avalaicao de materiais didaticos producidos de forma integrada em actividades de formacao inicial e continuada de profesores de química. *Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciencias*, Brasil
- Del Carmen L. y Jiménez, M., P. (1997). Los libros de texto un recurso flexible. *Alambique. Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, (1), 7-14
- Duchastel, P. y Waller, J. (1979). *Text book illustration: Research and Instructional Desig. Edal media year book*. Edited by James W. Brown. Colorado: Libraries Unlimited
- Duchastel, P. C. (1981). Illustrations in text: a retentional role. *Programed. Learning an educational Technology*, 18 (1), 11- 15
- Greca, I. (1999). *Representaciones Mentales*. Texto de apoyo N ° 7. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. U. B. U . España. Mat. Mimeo
- Jiménez-Aleixandre, Bugallo, A. y Duschl, F. (2000). La enseñanza de la Genética en la escuela secundaria. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, (2), 3
- Jiménez-Valladares J. y Perales, F. J. (2002). La evidencia experimental a través de la imagen de los libros de testo de Física y Química. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, (1), 2.
- Jiménez-Valladares, J. D. y Perales, F. J. (2001). El análisis de contenido. Aplicación al estudio del texto y las ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*. (19), 3-19
- Jiménez-Valladares, J. D. y Perales, F. J. (2000). El análisis secuencial del contenido. Aplicación al estudio de textos y las ilustraciones que se usan en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, (17) 12-22
- Jiménez- Valladares, J. D. y Perales, F. J. (1997). *Propuesta taxonómica para un análisis de las ilustraciones en textos de Física y Química*. En Jiménez, R y A. M. Wamba (eds) Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad.
- Johnson- Laird (1983). *Representaciones Mentales*. Cambridge M . A.: Harvard University Press, 396 – 445
- Kosslyn ,S.(1996). *Image and Brain*. Cambridge, Mass: Harvard University Press
- Martins, I. y Cassab, M. (2001). A linguagem no livro didatico de ciencias: Um exercicio de análise. *Atas do III Encontro Internacional de Pesquisa em Ensino de Ciencias*, Brasil
- Martins, I. (1999). O livro didático ensino de ciencias. *Atas do II Encontro Internacional de Pesquisa em Ensino de Ciencias*, Brasil
- Martins, I. (1997). O papel das representacoes visuais no ensino-aprendizagem de ciencias. *Atas do I Encontro Internacional de Pesquisa em Ensino de Ciencias*, Brasil
- Moreira, M. A. (2002). Modelos Mentales y Modelos Conceptuales en la Enseñanza / Aprendizaje de la Física y en la Investigación en este campo. *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias experimentales*. Tenerife
- Moreira, M. A. (2000). *Modelos Mentales*. Escuela de Verano sobre Investigación y Enseñanza de las Ciencias. Burgos, España: Universidad de Burgos

- Moreira, M. A. (1999). *Modelos Mentales*. Texto de apoyo N ° 8. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos. mat. mimeo
- Moreira, M., (1997). Las Representaciones Mentales: modelos, proposiciones e imágenes. Programa de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Material de apoyo. Burgos, España
- Moreira, M. A. (1996). Modelos Mentales. *Revista Investigaciones en Enseñanza de Ciencias*. 1, (1). <http://www.If.Ufrgs.b/public/ensino/revista.htm>
- Otero, M., Greca, I, y Da Silveira, F. (2003). Uso de imágenes visuales en el aula y aprendizaje de la Física. *Revista Investigaciones en Enseñanza de Ciencias*. (1) 2
- Otero, M, R. (2002). *Imágenes y Enseñanza de la Física: Una visión Cognitiva*. Tesis Doctoral. Universidad de Burgos, España
- Otero, M. R. (1999) Psicología Cognitiva, representaciones mentales e investigación en enseñanza de las Ciencias. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, (4), N ° 2
- Otero, M. R., (1997). Imágenes mentales y explicaciones de los alumnos. *Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciencias*, Brasil
- Otero, M. R., Moreira, M. A. y Greca, I, (2002). El uso de imágenes en textos de Física. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, (7) N ° 2
- Perales, F. J. y Jiménez, J. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 369-386
- Pino, I. M. (2003). La utilización de mapas de conceptos como técnica para identificar atributos de conceptos de ADN y gen, aprendidos por los estudiantes de 9 ° grado de Educación Básica. *Revista de Investigación*, (53), 71-90
- Rodríguez- Palmero, M. L., Marrero-Acosta, J. y Moreira, M. A. (2002). La teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird y sus principios: Una aplicación con Modelos Mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. *Ensino de Ciencias*. (6) 3
- Rodríguez- Palmero, M. L., Moreira, M .A., Marrero-Acosta J. (2002). Modelos mentales de célula: un esquema de análisis para su estudio en estudiantes de COU. En prensa
- Rodríguez- Palmero, M. L (1997). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza aprendizaje de la estructura y funcionamiento celular. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, (2), 123.