

**EI DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BIOPROTOTIPO (HYMENOPTERUS CLASS) COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO SISTEMA RESPIRATORIO DESDE LA PERSPECTIVA DE LA MODELIZACIÓN CIENTÍFICA**

PRESENTADO POR:

MIGUEL ÁNGEL GONZÁLEZ CAJAMARCA

DIRECTOR:

CARLOS JULIO VARGAS VELANDIA

TRABAJO DEGRADO PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DIDÁCTICA Y RECURSOS EDUCATIVOS

TRABAJO DE GRADO

BOGOTÁ

2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

FIRMA DEL DIRECTOR

---

FIRMA DEL JURADO

---

FIRMA DEL JURADO

---

*A la memoria de  
Alfonso Cajamarca,  
mentor de humildad,  
perseverancia y fortaleza.*

*Vive en mí corazón*

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente quiero agradecer al padre creador, quien desde siempre estuvo acompañando este largo camino, quien con su mano y su amor siempre supo cómo llenar mi alma y mi corazón de fuerza y perseverancia para no desfallecer y perder el horizonte, quien en momentos de crisis dispuso tiempo para guiarme y centrarme en lo verdaderamente importante y él cual jamás me soltó de su mano poderosa, quien en momentos de gozo y felicidad también hizo notar su presencia, por la vida que me otorgo y por el futuro que me dará en su compañía y guianza, Gracias padre. ¡Amén!

Hoy es un día para decirle a mi madre, mi padre, mi hermana, mi abuela, mis tías y tíos lo feliz y orgulloso que me siento de haber nacido en este hogar, una familia humilde y sencilla pero con una unión y apoyo inigualable, con la que siempre conté y con la que sé que seguiré contando con el paso de los años, gracias porque ustedes son la muestra real del amor de familia, de que la unión hace la fuerza y que nunca algo es tan grave para no solucionarlo, los amo demasiado y espero que este logro también permita el gozo en sus corazones.

Ahora mis palabras se centran en ella, mi madre una mujer maravillosa y sorprendente, que día a día da la vida por sus hijos, que con su ejemplo fue reflejo de tesón, firmeza, persistencia, paciencia y un amor inexplicable, el cual aún estoy tratando de comprender; ella tiene toda mi admiración, porque con alegrías y tristezas siempre estuvo ahí para mí y para la familia, porque sin importar las situaciones supo apoyarme en todo lo que se me ocurriese, sin ella este camino habría sido imposible, por eso le doy gracias a Dios por darme a esta gran mujer, que amo y amare eternamente y a la que nunca me cansaré de agradecerle por forjar en mi un hombre con principios y valores claros para ser un buen humano, buen hombre y con el favor de Dios un gran esposo y padre.

También agradecer a mi gran amiga, confidente y esposa Nataly Galvis, por soportar a mi lado los días más difíciles durante el transcurso de mi formación profesional y personal; gracias a su compañía, palabras y más que todo a su ejemplo pude culminar este largo camino; gracias por enseñarme que más que mi esposa es mi mejor amiga, y que esa grandiosa amistad aportó en mi vida un gran cambio que construyó y seguirá construyendo mi carácter, madurez y mi templanza; gracias por permitirme construir un camino juntos tanto personal como profesionalmente donde tenemos en común el ser maestros; termino agradeciéndole por darme un motivo más para seguir luchando, renovando mis fuerzas con ese ser que representa nuestro único y hermoso caminar, nuestro hijo Ian Santiago, la razón más fuerte que existe entre los dos para no solo ser grandes maestros, sino grandes seres humanos.

El camino que me lleva hoy a culminar mi profesión ha tenido tantas vertientes, altos y bajos como las de muchas personas que hoy reciben el título conmigo, pero en mi caso tenía claro desde que terminé mis estudios en el colegio, ser un profesional de éxito, de orgullo no solo para mi familia sino para mí mismo, por ello, inicio un camino largo y distinto al planeado, pero que me lleva a lugares precisos y oportunos en donde tuve la fortuna de conocer a mi primer verdadero amigo, ahora hermano Diego Alexander Puerto Rincón al cual le agradezco su incondicional apoyo no solo a nivel profesional sino personal, quien de la mejor forma me enseñó con ejemplo y humildad que no importa el camino, sino las huellas que dejas por donde caminas; así, sus consejos me llevaron a el lugar exacto en donde inicie mi carrera, la Universidad Pedagógica Nacional, lugar en el cual encontraría mi verdadero destino y la esencia de lo que me convertiría, un maestro crítico, lo cual sin lugar a dudas me abrió paso a nuevas experiencias y personas que marcaron mi paso por esta institución como lo es Juan Carlos Rojas quien más que un amigo se convirtió en otro hermano y a quien agradezco infinitamente todo su apoyo, comprensión, gracia y amistad, su

incondicional compañía y consejo, continuaron aportando elementos únicos en mi construcción personal, espiritual y profesional ; era este lugar el que me vería crecer como ser humano y como licenciado, quien me vería madrugando y trasnochando para ser ese profesional que soñaba y que la sociedad necesita.

A mis profesores que en cada asignatura aportaron significativamente a formar mi carácter y a visualizar que clase de maestro quisiera ser en el futuro, a replicar, a omitir o a mejorar esos modelos, sobre todo a mi tutor Carlos Julio Vargas un maestro y ser humano que marcaron mi paso por la academia con conocimientos teóricos, experienciales y espirituales únicos que me convencieron que el maestro no solo está en la escuela y que ser maestro no es solo enseñar las ciencias, es mucho más que eso, es trascender los estereotipos y romper paradigmas y territorios.

Ahora solo cumpla un sueño de tantos, doy culminado un paso pequeño en la cantidad de logros y retos que vienen, es ya la hora de poner en práctica cada uno de los aprendizajes y exigirme al máximo para demostrar todo lo que un maestro de biología es capaz de hacer para transformar vidas.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 9</b>	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Diseño y construcción de un bioprototipo (hymenopterus class) como estrategia didáctica en la enseñanza del concepto sistema respiratorio desde la perspectiva de la modelización científica
<b>Autor(es)</b>	González Cajamarca, Miguel Ángel.
<b>Director</b>	Vargas Velandia, Carlos julio
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019. 114 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	DISEÑO EN LA ESCUELA; DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS; MODELIZACIÓN CIENTÍFICA.

<b>2. Descripción</b>
<p>Trabajo de grado que se propone al desarrollarse bajo un enfoque investigativo de corte cualitativo, desde el paradigma hermenéutico-interpretativo y el diseño de material didáctico, donde se caracterizaron elementos estructurantes en el proceso de modelización, diseño y construcción del bioprototipo hymenopterus class; de igual forma se compararon las experiencias pedagógicas y lo propuesto en este trabajo, con lo evidenciado en el proceso de revisión documental.</p> <p>Una de las finalidades de este trabajo es demostrar los elementos primordiales para el diseño de un bioprototipo desde la perspectiva de la modelización y la didáctica de las ciencias, como estrategia didáctica para la enseñanza de conceptos biológicos tales como el de sistema espiratorio en abejas. Otra finalidad es proponer a los maestro en general, el diseño de su propio material didáctico, teniendo como referente, la formación continua, bien sea en diseño y modelización, como en este caso, o de algún tema en específico que contribuya a mejorar su praxis</p> <p>Durante el proceso de construcción de este trabajo se utilizaron herramientas y métodos para la recolección de datos tales como: registro fotográfico, encuestas, matriz categorial y sistematización.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANEXOS - P. 123456789</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 9</b>	

### 3. Fuentes

- Acher, A. (2014) Cómo facilitar la modelización científica en el aula. Alemania. 63 pp.
- Acher, Arcà y Sanmartí, (2007); van Driel y Verloop, (1999). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. Tomado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-381420140002000051](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-381420140002000051)
- Acquistapace, (1997); Huddle y cols, (2000); Harrison y Treagust, (1998). La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo. Tomado de Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 N° 3 (2005).
- Alfaro, C. Chavarría, J. (2012). La transposición didáctica: un ejemplo en el sistema educativo costarricense. Uniciencia, vol. 26, núm. 1-2, 2012, pp. 153-168 Universidad Nacional Heredia, Costa Rica. Tomado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475947764014>
- Antonio, E. Silvia, C. Merino, G. (2005). La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 N° 3.
- Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N., Oliva-Martínez, J. M., y Aragón-Méndez, M. M. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso. Revista Científica, 32(2), 193-206.
- Arraes, M. calles, J. Moreno de Tovar, L. (2006). La Hermenéutica: una actividad interpretativa\* Sapiens. Revista Universitaria de Investigación. 177 pp.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>FORMACIÓN DE PROFESORES</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 9</b>	

- Augustowsky. G (2007). El registro fotográfico para el estudio de las prácticas de enseñanza en la universidad de la ilustración al descubrimiento. 149 pp
  
- Bürdek, B. (2007). Historia Teoría Y Practica Del Diseño Industrial. Obtenido de <https://www.academia.edu/8349469/75861399-Bernhard-Burdeck-Diseno-Historia-Teoria-Y-Practica-Del-Diseno-Industrial-escaneado-como-texto>.
  
- C. Muñoz, (2005). Ideas previas en el proceso de aprendizaje de la historia. Caso: estudiantes de primer año de secundaria, Chile. Regional GEO ENSEÑANZA. Vol.10-2005 (2). Julio - diciembre. p.209-218. ISSN 1316-60-77
  
- Cerda, H. (2005). Los elementos de la investigación, como conocerlos, diseñarlos y construirlos.
  
- Chevallard, Y. (1985). La transposición didáctica, del saber sabio al saber enseñado.
  
- Chona, G et al (1998). Lo que nos dice la historia de la enseñanza de la biología en Colombia —una aproximación—. Tomado de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/download/5686/4697>
  
- D. Pérez, J. Carrascosa, F. Martínez. (2000). capítulo 1 una disciplina emergente y un campo específico de investigación. 3 pp.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANEXO 1000 - 10 - 1000000</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 9</b>	

- Duarte. J, Gutiérrez. G, Fernández. F, (2007). Desarrollo de un prototipo didáctico como alternativa pedagógica para la enseñanza del concepto de inducción electromagnética. Tomado de Tecné, Episteme y Didaxis N. ° 21, 2007
- Federación de Enseñanza de CC.OO de Andalucía. (2009). La importancia de los recursos didácticos en la enseñanza.
- Felipe, A. (2005). La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo. REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, ISSN-e 1579-1513, Vol. 4, Nº. 3
- Gaite, A. (2013) Didáctica del taller de diseño. Tomado de [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://edicionesdelau.com/producto/didactica-del-taller-de-diseno-programa-ideas-y-monografias/&ved=2ahUKEwi-nfm\\_toPjAhXHwFkKHxSyBB8QFjAAegQIARAB&usg=AOvVaw31pCtGedZGAMwxXuEGVCYL](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://edicionesdelau.com/producto/didactica-del-taller-de-diseno-programa-ideas-y-monografias/&ved=2ahUKEwi-nfm_toPjAhXHwFkKHxSyBB8QFjAAegQIARAB&usg=AOvVaw31pCtGedZGAMwxXuEGVCYL)
- García, C., Domínguez, C., Sánchez, M., (2011) Diseñar el aprendizaje en la universidad: Identificación de patrones de actividades.
- Garcia, M., Domínguez, C. (2011). Diseñar el aprendizaje en la Universidad: Identificación de patrones de actividades. Profesorado, 15(2), 181-198. Tomado de <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/29252>
- Gomez, A. Marzo (2005). La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar. Universidad Autónoma de Barcelona.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 9</b>	

- Granados, A. (2013). Importancia de utilizar el diseño gráfico en los cursos con componente virtual de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. Edutec.
- Hernandez .V. (2005) los prototipos didácticos: otra forma de enseñar la asignatura de física en la escuela preparatoria de Silao de la universidad de Guanajuato
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future International Journal of Science Education, 25(6), pp. 645-670. Retomado de [https://www.academia.edu/25887967/La\\_Enseñanza\\_De\\_Ciencias\\_Basada\\_en\\_La\\_Elaboración\\_De\\_Modelos](https://www.academia.edu/25887967/La_Enseñanza_De_Ciencias_Basada_en_La_Elaboración_De_Modelos)
- Huambaguete. C, (2011).Recursos didácticos para el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de Lenguaje, del quinto año de Educación General Básica del Centro Educativo Comunitario San Antonio, de la comunidad Santa Isabel, Parroquia Chiguaza, cantón Huamboya, periodo lectivo 2010-2011. Tomado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3241>
- Lage, J. Hernandez, G. (2009). LA MODELACIÓN Y LOS MODELOS TEÓRICOS EN LA CIENCIA. UNA CONCRECIÓN EN LA AUDITORIA INTERNA CON ENFOQUE DE RIESGO. Cuba. Tomado de <http://www.eumed.net/ce/2009b/tjm.htm>
- Lazos R, Hernández I. (2004) LA VALIDACIÓN DE MÉTODOS: UN ENFOQUE PRÁCTICO. Tomado de <https://www.cenam.mx/simposio2004/memorias/TA-090.pdf>
- Litwin, E. (2000) Las configuraciones didácticas. PAIDÓS Buenos Aires.
- Lozada p., Falcon, N. (2010) Prototipos experimentales orientados al aprendizaje de la óptica. Universidad de Carabobo, Venezuela.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	<b>FORMATO</b>
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 9</b>

- Lozada, P. Nelson, F. Diciembre, (2008). Diseño de prototipos experimentales orientados al aprendizaje de la óptica.
- M. Antonio, K. Sanchez, (2017). Caracterización de las prácticas de laboratorio en el curso de sistemas microbianos como una mirada a la formación de los futuros licenciados en biología. 39 pp.
- Martín, R. (2013). La epistemología del diseño como construcción problemática. Tomado de <http://www.iaa.fadu.uba.ar/ojs/index.php/anales/article/download/109/97>. 131 pp.
- Martínez, J. (2011). Métodos de investigación cualitativa. Silogismo. Número 08 Revista de la Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo. Bogotá - Colombia.
- Meseguer, D. Mas, J. (1994). Experiencias de cátedra en las clases de física del primer curso de Escuelas Técnicas.
- Moreira, A. Brasil, (1999) Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias.
- Oehlke, H, (1977). La conceptualización del diseño.
- Perez, C. (2010) El diseño, el objeto y la comunicación. Tomado de [https://lideresdeizquierdaprd.files.wordpress.com/2015/11/teoria-de-la-comunicacion-libro\\_.pdf](https://lideresdeizquierdaprd.files.wordpress.com/2015/11/teoria-de-la-comunicacion-libro_.pdf)
- Perez, J. (2018). Definición de diseño, tomado de <https://definicion.de/disenio/>
- Rodríguez, G. (2000). Manual de diseño industrial. Tomado de <http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/16ManualDI.pdf>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 9</b>	

- Rodriguez, L; Roggero P. (2014). La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social. Tomado de <https://journals.openedition.org/polis/10568>
- Roncal, F. Cabrera, F. (2000). Didactica de las Ciencias Naturales. Tomado de [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.academia.edu/21862443/Didactica\\_de\\_las\\_Ciencias\\_Naturales\\_-\\_Federico\\_Roncal\\_1\\_.PDF&ved=2ahUKEwjNidHP8IPjAhXBMd8KHYYdObt4QFjACegQIARAB&usg=AOvVaw03LQSTaERupYs2RzM2-9Is](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.academia.edu/21862443/Didactica_de_las_Ciencias_Naturales_-_Federico_Roncal_1_.PDF&ved=2ahUKEwjNidHP8IPjAhXBMd8KHYYdObt4QFjACegQIARAB&usg=AOvVaw03LQSTaERupYs2RzM2-9Is)
- Saravia, L. (2013). LOS PROTOTIPOS DE MATERIALES EDUCATIVOS. Bogotá – Colombia
- Solbes, J., Montserrat, R. (2007) Revista Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, 21 pp.
- Taylor, J. Bogdan, R. (1984). Introducción a los métodos cualitativos. Ediciones Paidós
- Treagust, Chittleborough & Mamiala, (2002). La comprensión de los estudiantes sobre el papel de los modelos científicos en el aprendizaje de las ciencias. Rev. Eureka. 364-366 pp.

#### **4. Contenidos**

El presente trabajo de grado cuenta con apartados, descritos de la siguiente forma: El primer apartado pertenece a la introducción, el segundo apartado describe la problemática; en el tercer apartado se describen los objetivos (general y específicos), el cuarto apartado presenta los antecedentes que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del mismo, el quinto apartado presenta la justificación de este trabajo, el sexto apartado se encuentra el marco teórico, el cual contiene tres capítulos principales, diseño, modelización, y didáctica de las ciencias; en el séptimo apartado se encuentra la metodología donde se especifica el tipo de enfoque seleccionado, que en este caso es el enfoque cualitativo; en el octavo apartado se puede encontrar los resultados obtenidos y sus

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANÁLISIS DE LA PRÁCTICA EDUCATIVA</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 9</b>	

respectivos análisis; en el noveno apartado se encuentran las conclusiones, y finalmente en el décimo se localizan las conclusiones y como último apartado la bibliografía.

### 5. Metodología

Se determina el tipo de investigación como cualitativa, al igual se considera apto desarrollarlo desde el enfoque hermenéutico-interpretativo refiriéndonos a este como el medio para comprender las percepciones, fenómenos y concepciones frente al mundo que nos rodea (M. Antonio, K. Sanchez, 2017) y como método de investigación se decidió tomar el análisis de contenido. Los instrumentos que guiaran la ruta metodológica se encuentra la observación participativa, cuestionario, la sistematización. Como técnicas e instrumentos se tomarán: encuestas, registro fotográfico y matriz de análisis categorial.

### 6. Conclusiones

El presente apartado presenta las conclusiones que se llegaron a desarrollar en la presente investigación; Como primera medida, se presentan las conclusiones referentes a las experiencias pedagógicas que tuvieron lugar en diferentes escenarios, su incidencia en la formación del maestro en biología, al igual que en el proceso de enseñanza que ocurre en la praxis, y las posibles problemáticas que surgen de este ejercicio.

Seguidamente se abordará la importancia del diseño en la construcción de material didáctico tomando elementos de la modelización científica, y finalmente soportado por la didáctica de las ciencias. Lo anterior con el fin de demostrar la importancia que tiene la formación continua del maestro, para mejorar constantemente su práctica y quehacer. Para finalizar se harán recomendaciones referentes al diseño, construcción y uso de este tipo de material didáctico, así como sus alcances y limitaciones.

- Se identificó por medio de la revisión bibliográfica referentes conceptuales del diseño educativo, modelización científica y didáctica de las ciencias.

Se evidencia desde el marco teórico que se ignora la importancia que tiene el diseño de material didáctico en la escuela y en la formación del profesor; se evidencia poco conocimiento referente a este concepto, lo que facilita la aparición de errores conceptuales, materia prima inadecuada y mala interpretación teórica en muchos de los materiales didácticos que se utilizan hoy en día.

1. Se logró construir el bioprototipo HYMENOPTERUS CLASS teniendo en cuenta caracteres morfológicos, desde la modelización científica y el diseño

 UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 9</b>	

Este tipo de materiales facilita la comprensión conceptos complejos y de gran contenido teórico, y permite volver visible lo intangible o lo que nos es complicado ver a simple vista; además promueve la creatividad en los sujetos que interactúan con este.

2. Se evidencio la efectividad del bioprototipo en términos del diseño, la modelización y las didácticas de las ciencias.

Las ventajas de conocer acerca del diseño, modelización científica y didáctica de las ciencias de forma integrada, son benéficas al momento de proponer una estrategia de enseñanza, que facilite la comprensión de un tema o concepto de las ciencias naturales.

<b>Elaborado por:</b>	González Cajamarca, Miguel Ángel
<b>Revisado por:</b>	Vargas Velandia, Carlos Julio

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	20	06	2019
--	----	----	------

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

1 INTRODUCCIÓN .....	1
2 PROBLEMÁTICA .....	4
2.1 PREGUNTA PROBLEMA.....	7
3 OBJETIVOS .....	8
4 ANTECEDENTES.....	9
4.1 Observación.....	12
4.1.1 Primera categoría de observación: modelización en la escuela .....	12
4.1.2 Segunda categoría de observación: construcción de prototipos didácticos.....	15
5 JUSTIFICACION.....	16
6 MARCO TEORICO .....	19
6.1 El diseño, origen y significado .....	19
6.1.1 El diseño inmerso en la cultura, sociedad y escuela .....	21
6.1.2 Características del diseño en el contexto educativo .....	24
6.1.3 Metodología del diseño.....	31
6.1.4 Prototipos y su diseño .....	33
6.2 Modelización: una mirada desde la perspectiva del maestro.....	43
6.2.1 La modelización científica como práctica educativa .....	45
6.2.2 Modelos en la enseñanza de las ciencias .....	48
6.3 Didáctica de las ciencias: que es y para qué sirve.....	52
6.3.1 Trasposición didáctica, transformar el saber .....	57
6.3.3 Recurso didáctico como medio integrador del saber .....	59
6.3.4 Ideas previas, más que un aspecto a tener en cuenta .....	61
7. METODOLOGIA.....	62
7.1 la investigación cualitativa .....	63
7.2 Enfoque epistemológico.....	65
7.3 Métodos e instrumentos.....	65
7.3.1 Revisión documental .....	66
7.3.2 Registro fotográfico.....	66
7.3.3 Observación participativa.....	67
7.3.4 Análisis de contenido .....	68

.....	75
8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS.....	75
8.1 Análisis de experiencias pedagógicas.....	75
8.2 Análisis de la matriz categorial y el formato de validación .....	78
8.2.1 Análisis desde la perspectiva del diseño .....	79
8.2.2 Análisis desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias.....	80
8.2.3 Análisis desde la perspectiva de la modelización científica .....	81
9 CONCLUSIONES .....	82
10 CONSIDERACIONES.....	83
10 BIBLIOGRAFIA .....	85
12 ANEXOS.....	90
12.1 Anexo formato de validación por docente de primaria .....	90
12.2 Anexo formato de validación por un experto .....	94

## 1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación se desarrolla en el marco de la LÍNEA DE BIODIDÁCTICA Y RECURSOS EDUCATIVOS (LIBRE) que tiene como propósito aportar con el diseño, construcción y mediación de recursos educativos en la enseñanza de la biología, así como caracterizar la vida en aula desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias. En el marco de la producción de recursos educativos la línea aborda seis rutas de trabajo, una de ellas se denomina BIOPROTOTIPOS, la cual busca *“promover el diseño y construcción de prototipos didácticos en la enseñanza de la biología que representen la estructura, función o composición de los sistemas biológicos”* (Vargas, C. 2016).

La formación del licenciado en Biología incorpora elementos como lo disciplinar, humanístico y pedagógico, éste último componente propone la discusión de asuntos metodológicos, didácticos, epistemológicos, históricos. En dicho contexto, el diseño de recursos educativos como elemento conceptual y metodológico en la formación no es un aspecto que ocupe un lugar curricular. El maestro como diseñador de material didáctico en la escuela, juega un papel importante en la actualidad, ya que la forma como aprende el estudiante va cambiando según el acceso a herramientas o materiales que faciliten la construcción de conocimiento y de información. Esto genera un reto para el maestro a la hora de enseñar ciencias, o en este caso biología, ya que metodológicamente existen múltiples formas y estrategias para enseñar esta disciplina, bien sea desde la articulación de ovas, unidades didácticas, o clase magistral entre otras; todo lo anterior mediado y estructurado desde el diseño y la producción de material didáctico que facilite aún más la enseñanza de las ciencias; esto conllevaría al maestro situarse en un campo nuevo para su formación, ya que como se menciona anteriormente, durante dicho proceso, el currículo no incluye

al diseño dentro de sus temáticas. Este está sujeto, no solo a un currículo si no a una forma tradicional de enseñar las ciencias, como podemos ver en la mayoría de material y objetos didácticos, estos siguen un patrón tradicional sujeto a los libros de texto escolares; esto le permite al maestro generar estrategias que faciliten la comprensión de determinado tema, además posibilita la construcción de material didáctico desde la perspectiva del diseño enfocado en el saber que posee el maestro, y es su habilidad para diseñar dicho material. Esto no quiere decir que solo los maestros innovadores y con propuestas novedosas a la hora de enseñar sean los únicos que puedan diseñar material didáctico, sino, por el contrario, que exige al maestro una formación continua para facilitar y posibilitar la enseñanza y el aprendizaje en el aula de clases. En este proyecto, se abordan temas puntuales para empoderar al maestro como diseñador de su propio material didáctico desde un proceso de modelización que responda a las características de la didáctica de las ciencias y la enseñanza de la biología. *“Una de las acciones que caracteriza a los docentes es el diseño del aprendizaje de los alumnos. Los docentes continuamente estamos tomando decisiones que de una u otra forma afecta lo que los alumnos aprenden y la forma cómo lo hacen”*. (García C. 2011)

Para dar solución a esta problemática que obstaculiza las nuevas metodologías de enseñanza con el uso de herramientas innovadoras, creadas y diseñadas por el maestro, es necesario comprender el papel que cumple el diseño en la creación de estos materiales que pretenden impactar el sector educativo de forma positiva (Solbes, J et al. 2007). Muchos maestros poseen la capacidad de construir, elaborar material didáctico, además de poseer un saber disciplinar específico, sin embargo hacen uso de un término llamado “diseño” (Diseño de ova, diseño de cartilla, diseño de unidad didáctica), desconociendo su definición y su construcción epistemológica, por otra parte desconocen la metodología, las funciones y el impacto que trae crear un objeto a partir del diseño como elemento transformante de una sociedad (Bürdek, B. 2007); al licenciado

en biología se le brinda bases pedagógicas y científicas que permiten construir su saber cómo sujeto profesional en la educación, sin embargo al momento de crear material educativo desconoce conocimientos esenciales del diseño, para su construcción, elaboración y articulación con algún termino disciplinar; desconociendo el papel que trae la creación y diseño de este material como mediador de los procesos de aprendizaje (Saravia, L. 2013).

El estudio presentado en este trabajo se refiere a la enseñanza de la respiración de las abejas basada en modelos científicos y la modelización. Distintos trabajos dan cuenta del valor de los modelos como facilitadores de la comprensión de los conceptos científicos por los estudiantes (Acquistapace, 1997; Huddle y cols., 2000; Harrison y Treagust, 1998). Adicional a esto, cómo desde dicho proceso se puede llegar a un proceso de diseño que facilite la enseñanza y el aprendizaje en la población anteriormente mencionada

Si bien el diseño como estrategia educativa y didáctica facilita el abordaje y enseñanza de un determinado tema a partir de la modelización, en este proyecto, es conveniente el desarrollo y construcción de un bioprototipo (Hymenopterus Class) que facilite la comprensión del tema y sea capaz de captar la atención del estudiante para que por sí mismo este transforme la manera como aprende por medio de la experimentación y la interacción. El bioprototipo hace referencia a la forma tangible de la modelización, es un ejemplar que explica de forma didáctica un concepto, en este caso, biológico, pues *“a la hora de enseñar ciencias se cuenta con elementos importantes como la creatividad, motivación, curiosidad y la experiencia cotidiana de los estudiantes, los cuales pueden ser explorados fácilmente, de una manera lúdica y didáctica, con el diseño de prototipos didácticos”*. (Duarte. J, Gutiérrez. G, Fernández. F, 2007). Además de contribuir con la apropiación del conocimiento, también se contribuye con la creación de material didáctico para el

uso de la enseñanza y el aprendizaje en la institución; esta estrategia didáctica tiene la facultad de poderse articular con cualquiera de los cursos, aunque en este caso particular será solo con el grado 501 para la explicación de la respiración en insectos.

## **2 PROBLEMÁTICA**

Las tendencias, cualidades y destrezas que han caracterizado al docente a lo largo de su formación en el programa de licenciatura en biología le han permitido tomar una posición política, social, económica e incluso biológica y didáctica de la realidad de su contexto y de lo que está inmerso en él. Como principales tendencias pedagógicas, biológicas y humanísticas en la formación del maestro; se reconoce como primera y más importante el papel que juega la educación colombiana en la construcción de las realidades que los rodean; es la educación la implicada en la transformación de identidades de cada uno de los sujetos con los que interactúa y se relaciona; ya la educación permite al sujeto reconocerse y reconocer a los demás por medio de la socialización e interacción de conocimientos y pensamientos.

Partimos que la educación o la enseñanza en ciencias humanas y científicas permiten al sujeto comprender, analizar, criticar y reconocer su realidad a partir de un conocimiento determinado. Sin embargo el desinterés por las ciencias Naturales por parte de los estudiantes, ha impedido que las prácticas de enseñanza de cualquier concepto científico en las diferentes instituciones educativas, no logre una verdadera comprensión, apropiación y entendimiento por el conocimiento científico, pues como lo menciona Chona, G et al (1998) , *“la estructuración de la enseñanza en ciencias viene más desde unos elementos políticos, administrativos y normativos, [...] desarrollando insuficiencias teóricas y la falta de una práctica pedagógica creada a partir de*

*nuestro propios elementos culturales*". Dichos elementos anteriormente mencionados desorientan el sentido de la educación en ciencias y muestran una primera problemática a los maestros que están en las escuelas, al querer enseñar cualquier concepto biológico como podría ser la respiración en abejas.

Lo anterior nos brinda un elemento esencial para comprender una de las características de este proyecto de investigación, pues el desinterés que presentan los estudiantes por las ciencias, muchas veces es causado por el maestro que se resiste a la innovación, como también los currículos que impiden y obstaculizan cualquier método o práctica o material didáctico con una postura innovadora que llega al aula, creando en sí una primera problemática general (Solbes, J. et al. 2007). Teniendo en cuenta que en los planteles educativos encontramos variedad de material didáctico para el uso del maestro y estudiantes, muchas veces este tiene que ser modificado por el maestro para acomodarlo al tema que está enseñando, o en el peor de los casos, desistir de utilizar dichos materiales; esto debería generar un reto para el maestro, al proponerle indirectamente construir su propio material didáctico, y acá es donde surge la problemática principal, debido a que en la formación universitaria como licenciados en biología, no se cuenta con este tipo de formación, como diseñador de material didáctico, teniendo en cuenta que es el maestro quien conoce los conceptos estructurantes de un tema en específico y además genera la trasposición didáctica correcta para enseñar.

Lo anterior no quiere decir que todo material didáctico deba ser diseñado o construido por el maestro, pero sí que sería de gran utilidad que el maestro conociera los elementos necesarios para crear este tipo de materiales, pues como se menciona anteriormente, no todo material didáctico cumple y/o se acomoda a la forma como la población estudiantil actual exige su proceso de aprendizaje y adicional, los elementos que en muchos casos dichos materiales tienen en sí mismo

cuentan con uno o varios limitantes, ya sean conceptuales, procedimentales o del diseño en sí. Para tomar un ejemplo, en su página oficial la empresa Didactic Way menciona que “Los materiales didácticos tienen fundamentos psicológicos, pedagógicos y de comunicación que permiten generar un vínculo estrecho entre docente -aprendiz, y terapeuta – paciente.”. Entonces se puede deducir que en dicha empresa tienen en cuenta elementos propios de la pedagogía y la didáctica, pero bien sabemos que no todos los profesores enseñan lo mismo de la misma forma, cada maestro tiene su forma de trasponer el conocimiento y por ende enseñar lo que la ciencia ha producido en saber.

Entre más elementos teóricos se tengan, en cuanto a un saber se refiere (en este caso sistema respiratorio en abejas), se puede desarrollar una estrategia didáctica efectiva, o por lo menos, más acorde a lo que pretende enseñar el maestro, y adicional a esto, si agregamos elementos conceptuales y teóricos del diseño, la modelización y la misma didáctica de las ciencias, es de mayor utilidad e impacto lo que el maestro proponga como estrategia, ya que sería capaz de construir , teniendo en cuenta los anteriores elementos, un material didáctico y educativo que responda a las necesidades del estudiante y la forma de enseñar del maestro.

Tengamos en cuenta que en muchos casos los materiales didácticos son relacionados con la enseñanza en un contexto infantil, lo que quiere decir que la mayoría de material didáctico es desarrollado y/o diseñado para la comunidad estudiantil de primaria. “La didáctica aparecía vinculada con lo infantil considerándose necesaria para los otros niveles educativos, sin embargo, en estos momentos, preocupan dos problemas estrechamente relacionados: por una parte el reconocimiento de cuestiones didácticas en el nivel universitario y por otra, una búsqueda de reconceptualización de las cuestiones didácticas” (Litwin, E. 2000).

Es de esta forma que surge la pregunta problema, teniendo en cuenta que los elementos anteriormente mencionados no son únicamente referentes experienciales, si no también, de orden

teórico y práctico, donde cada referente expresa dichas dificultades que surgen del proceso enseñanza y aprendizaje en la escuela.

## **2.1 PREGUNTA PROBLEMA**

¿Puede el maestro ser diseñador de su propio material didáctico teniendo en cuenta elementos principales del diseño, la modelización y la didáctica de las ciencias, para la explicación de conceptos biológicos tales como respiración en abejas?

### 3 OBJETIVOS

#### **General:**

-Diseñar un bioprototipo didáctico (Hymenopterus Class) como estrategia didáctica en la enseñanza del concepto sistema respiratorio desde la perspectiva de la modelización científica

#### **Específicos:**

1. Identificar referentes conceptuales y metodológicos relacionados con el diseño educativo, modelización científica y didáctica de las ciencias
2. Diseñar el Bioprototipo Hymenopterus Class desde un enfoque morfológico a escala (orden himenóptero)
3. Diseñar y validar los instrumentos de recolección de información a partir del bio-prototipo (Hymenopterus Class)

#### 4 ANTECEDENTES

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se generaron dos categorías para para la búsqueda y sistematización de los antecedentes; la primera categoría se determina por “modelización en la escuela” y la segunda categoría por “construcción de prototipos didácticos”. Teniendo en cuenta dichas categorías se pretende indagar acerca de la incidencia de la modelización en el proceso de enseñanza y aprendizaje, al igual que en la construcción de materiales didácticos por parte, tanto del maestro como los estudiantes; partiendo de esto, permite establecer una ruta de estudio que favorezca a la investigación, dando profundidad y cuerpo al tema y propuesta mostrada en el presente trabajo.

Es por lo anterior que se considera al marco de los antecedentes como aquel elemento que permite reconocer y plantear un punto de referencia de la problemática a investigar, al igual facilita el proceso de indagación sobre el tema principal del trabajo a presentar, y encontrar sustento que permita desentrañar la problemática y fortalezca la discusión constante en torno al tema principal del presente escrito.

A continuación encontrara un cuadro organizado, donde por medio de la revisión documental evidenciara los elementos más relevantes en torno al diseño y construcción de material didáctico desde un proceso de modelización, teniendo en cuenta al maestro y estudiantes como el actor principal; además de mostrar la importancia e incidencia de dichos procesos que llevan a la construcción e implementación de dicho tipo de materiales didácticos, que no solo favorecen el proceso de aprendizaje, sino le exige al maestro una constante formación y nuevas propuestas acerca de la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias y la modelización científica. Dentro de los referentes citados, encontrará que no solo se habla de bioprototipos o prototipos en la escuela, también en el ejercicio de enseñanza y aprendizaje no solamente de la biología sino de las ciencias en general, en campos como la optometría, la física

entre otros; los antecedentes que se tuvieron en cuenta, fueron determinantes en el desarrollo del presente trabajo, por lo cual se especifica en especifica en cada uno sus objetivos, metodología y hallazgos (Tabla N°1).

<b>REFERENTE</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>METODOLOGÍA (INSTRUMENTOS, MUESTRA, CANTIDAD)</b>	<b>HALLAZGOS MÁS RELEVANTES</b>
LA CONSTRUCCION DE UN MODELO DE SER VIVO EN LA ESCUELA PRIMARIA: UNA VISION ESCALAR (ALMA ADRIANNA GOMEZ GALINDO) BALLETERA, MARZO DE 2005	Diseñar y llevar al aula una unidad didáctica para promover la construcción del modelo de ser vivo desde una visión compleja y reflexionar sobre la toma de decisiones	Grabaciones (68 cintas de audio) Trascripciones (13 actividades) Gradilla de descripción (68 gradillas) Tablas de secuencias discursivas	Se han generado nuevos significados en el aula, la forma como los actores intervienen y el papel de las evidencias y la regulación en la construcción de nuevos significados en el modelo ser vivo.
LOS PROTOTIPOS DIDACTICOS: OTRA FORMA DE ENSEÑAR LA ASIGNATURA DE FISICA EN LA ESCUELA PREPARATORIA DE SILAO DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO (VICTOR HERNANDEZ BRISEÑO) SILAO, DICIEMBRE DE 2005	DISEÑAR, APLICAR Y EVALUAR un proceso de innovación en el aula para la materia de física que permita promover el aprendizaje significativo de los estudiantes de preparatoria	Investigación cualitativa Observación participante 40 alumnos Cuestionario Evaluación	El empleo de esta metodología innovadora con los prototipos didácticos, y el uso de diferentes materiales didácticos secundarios como lo son la computadora, el material para las prácticas, la construcción y elaboración del producto final , se encontraron ligados en el ambiente de aprendizaje que impero en el salón de clases

<p>DISEÑO DE PROTOTIPOS EXPERIMENTALES ORIENTADOS AL APRENDIZAJE DE LA OPTICA (LOZADA NELSON F.) UNIVERSIDAD CARABOBO, DICIEMBRE 2008</p>	<p>Realizar experimentos o ilustraciones didácticas o demostraciones de aula, aun cuando la institución no cuente con un laboratorio bien dotado de instrumentos sofisticados. Propiciar el intercambio de experiencias y técnicas en la Enseñanza de las Ciencias, con énfasis en la Didáctica de la Física experimental.</p>	<p>Materiales caseros y de bajo costo 25 docentes Manual de uso docente</p>	<p>En efecto, si se trata de un contenido que no ha sido abordado en clase, mediante la ilustración de un prototipo experimental empleando la técnica de la demostración de cátedra, le permite al estudiante el manejo de datos y su interpretación de cómo opera determinado principio físico para explicar el fenómeno observado</p>
<p>LA MODELIZACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA DEL DESARROLLO (FELIPE, A. 2005)</p>	<p>Identificar el tipo de modelo utilizado y su función, infiriendo su correspondencia con el o los objetivos para los cuales fue elaborado. b.- Establecer las correspondencias entre la fuente (el modelo) y el blanco (la estructura biológica que está siendo representada), determinando los elementos o procesos que han sido deliberadamente dejados de lado.</p>	<p>Entrevistas Texto introductorio y descriptivo Laminas Guías de estudio Cuestionario de 20 preguntas; 12</p>	<p>Con respecto a la modelización, al comienzo de las actividades, los estudiantes la concebían como “hacer”, “armar”, “construir” modelos de tipo concreto. Al finalizar el trabajo la caracterizaron como un proceso y como una habilidad para elaborar representaciones sobre la base de objetivos predeterminados, utilizar para interpretar la realidad y evaluarlas con criterios teóricos y empíricos. El uso extensivo de modelos en la enseñanza de las ciencias de manera pasiva (sin analizar su papel, naturaleza</p>

	<p>c.- Determinar la correspondencia de los modelos con los datos disponibles (presentados por el autor, tanto en el caso de una publicación científica como en la producción por los alumnos).</p> <p>d.- Determinar el poder descriptivo, explicativo y predictivo de cada modelo, reconociendo sus limitaciones.</p> <p>e.- Determinar la consistencia del modelo con otros modelos referidos al mismo objeto o proceso y con conceptos científicos.</p>		<p>simbólica, limitaciones y fortalezas), conduce al estudiante a la percepción de los modelos como meras descripciones y a una comprensión ingenua del papel de los modelos en ciencia. Esto ha quedado demostrado en las investigaciones sobre las concepciones que los estudiantes tienen sobre los modelos científicos (Harrison y Treagust, 2000). La utilización activa de los modelos, en cambio, puede contribuir a la percepción de los mismos como interpretativos y herramientas de predicción.</p>
--	---	--	--

Tabla 1. Autores tomados para la realización de los antecedentes

## 4.1 Observación

### 4.1.1 Primera categoría de observación: modelización en la escuela

A continuación, se describirán los elementos más relevantes que se tuvieron en cuenta para la elección de los anteriores referentes tomados, especificando en cada uno de estos los aspectos de mayor impacto que ayudan a sustentar el desarrollo de la problemática anteriormente mencionada; además de la forma como cada actor decidió hacer uso de su trabajo para la construcción del conocimiento y su justificada importancia.

En el proceso de revisión de cada documento se hicieron hallazgos de suma importancia frente a la modelización en espacios educativos, teniendo en cuenta que consciente o inconscientemente, este proceso de modelización se encuentra intrínsecamente en procesos de enseñanza, aprendizaje y más aún en producción de conocimientos científicos, pero que, en estos casos particulares, muestran cómo este tipo de procesos influyen en la formación del estudiante y la del docente mismo.

Si bien, en la escuela se enseña ciencias, en la comunidad científica se produce el conocimiento que allí se enseña, y para hacerlo más comprensible, esta comunidad de científicos crea nuevos modelos que son avalados por los mismo, dejando como intermediario entre el proceso de producción de saber y el proceso de enseñanza, a la modelización que posteriormente será traspuesto por medio del maestro a sus estudiantes “dado que dichos modelos son, a la vez, productos de la ciencia y las principales herramientas de aprendizaje y enseñanza” (Felipe, A. 2005). Teniendo en cuenta que en la década de los 90, se produjo el reconocimiento de su aplicación en la educación científica, podríamos afirmar que este proceso de enseñanza científica, más que necesaria, es requerida por la comunidad estudiantil para poder comprender su propio entorno; la única manera en que los científicos dan sentido a sus experiencias con los fenómenos naturales es mediante la construcción de teorías que incorporan a los modelos científicos (Felipe, A. 2005). Y más aún si consideramos que uno de los fundamentos de la ciencia es el desarrollo social, económico e intelectual de una sociedad; contando con lo anterior y como lo afirma Moreira “Los modelos son “constructos humanos” y, por consiguiente, su existencia inicial es en la mente de una persona. Tales constructos individuales (privados y personales) son denominados modelos mentales” (Moreira, A. 1999).

Aunque en el texto de Alma Adriana Gómez Galindo clasifica a dichos modelos mentales o modelización en dos, el primero como Modelos científico eruditos y el segundo como Modelos

científicos escolares, entonces podríamos pensar que son dos cosas diferentes, pero en realidad divergen en la profundidad de su contenido. En los modelos científicos eruditos afirma que son “las representaciones o ideas que los científicos generan, como imágenes del mundo que permiten explicar una parcela de la realidad e intervenir en ella, son vistas desde una postura realista” (Gomez, A. 2005) mientras que en los modelos científicos escolares, se afirma que la manera como los niños aplican los fenómenos del mundo realista, dista mucho de la forma como lo hacen los científicos, pues se habla de sentido común para referirnos a los niños, y de un conocimiento científico para referirnos a los segundos. “Al inicio de las investigaciones sobre ideas previas o alternativas de los niños y las niñas, se aludía a una aparente falla en el sistema educativo; actualmente se sabe que ellos y ellas tienen sus propios modelos explicativos construidos al margen de la escuela que compiten con los enseñados en ésta, y se reconoce la dificultad para substituirlos por los modelos científicos o para enseñar a los niños y las niñas a usarlos en contextos específicos”. Termina definiendo a estos dos tipos de modelización, hablando del proceso mas no del producto (modelo) como aquellos que “se pretenden construir con los niños y las niñas en las aulas de ciencias, coherentes con los modelos científicos eruditos, aunque diferentes. No se trata de una simplificación de los modelos científicos eruditos para ponerlos al alcance de los escolares, sino una construcción nueva donde se toma en cuenta tanto el contexto como las finalidades de su construcción”. (Gomez, A. 2005).

En concreto ambos referentes terminan afirmando que dicho proceso de modelización escolar, necesita una re significación en el aula y en la praxis del maestro; en el texto de Felipe, A concluye: “el uso extensivo de modelos en la enseñanza de las ciencias de manera pasiva (sin analizar su papel, naturaleza simbólica, limitaciones y fortalezas), conduce al estudiante a la percepción de los modelos como meras descripciones y a una comprensión ingenua del papel de los modelos en ciencia.” Y Gomez A concluye que “Se han generado nuevos significados en el

aula, la forma como los actores intervienen y el papel de las evidencias y la regulación en la construcción de nuevos significados en el modelo ser vivo.”. Cabe aclarar que en ambos casos el objeto de estudio fue los procesos y productos de la modelización en el ámbito escolar y cómo se puede mediar con las producciones del saber científico y lo que se produce y/o replica en la escuela.

#### **4.1.2 Segunda categoría de observación: construcción de prototipos didácticos**

En esta categoría se tuvo en cuenta trabajos de grado, artículos científicos y demás que mencionan todo acerca de lo que a didáctica y procesos de construcción de prototipos se refiere, tomando como referente a los autores anteriormente expuestos en la tabla; se procede a hacer un análisis comparativo con lo expuesto en dichos documentos y los que se pretende desarrollar con el presente trabajo. Se encontraron hallazgos primordiales para sustentar la pertinencia de esta propuesta para trabajo de grado, evidenciando como primera medida, la efectividad de este tipo de estrategias en forma de material didáctico.

Empezaremos haciendo una breve descripción del primer texto de Hernández V. 2005 donde propone a los prototipos didácticos como metodología innovadora, aunque en este caso es para el área de la física, no trasgrede la intención del presente trabajo, puesto que también es una rama de las ciencias, aún más cuando se considera dentro de las ciencias naturales, y considerando que la intención es enseñar toda una asignatura para estudiantes universitarios, dando sustento a la afirmación anteriormente presentada, donde se considera que los materiales, o como en este caso, los prototipos didácticos, no son únicamente tema de estudiantes de primaria. Más aun cuando se hace uso de este tipo de recursos en otros tipos de enseñanza y temáticas, como lo mencionan Lozada P. y Nelson F “Realizar experimentos o ilustraciones didácticas o demostraciones de aula, aun cuando la institución no cuente con un laboratorio bien dotado de instrumentos sofisticados”;

en este documento estos autores pretenden enseñar prototipos experimentales enfocados a la enseñanza de la óptica, y hacen mención de la importancia de este tipo de recursos para favorecer dicha enseñanza: “Implementar una propuesta didáctica basada en Enseñanza por descubrimientos y/o recursos experimental requiere, además del diseño de los prototipos y experimentos, pertinentes y accesibles, de una guía de instrucción de apoyo al docente y al alumno para conciliar el episteme cognitivo de los aprendizajes programados con la experiencia vivencial del fenómeno” (Lozada P. y Nelson F. Lo anterior nos deja ver que no solo es cuestión del objeto como tal, sino de la mediación entre el objeto y el sujeto que logra el maestro al momento de hacer la trasposición didáctica pertinente y acorde a la temática a enseñar.

Por último, durante la revisión de estos textos, se encuentra un factor en común para la enseñanza por medio de la modelización y los prototipos, y es el rol del maestro, quien por medio de la articulación del saber que posee y los materiales didácticos logra crear una interrelación armónica entre los sentidos, los saberes previos, la producción científica y la enseñanza de los contenidos escolares. Cabe aclarar que, aunque el uso de prototipos es una estrategia bien vista y aceptada por los estudiantes, no es la única que existe para generar el proceso de aprendizaje en los sujetos, pero si es la que más resultados positivos obtiene, conclusión que se pudo evidenciar en el momento de la revisión de antecedentes, referentes teóricos y bibliografía revisada en el proceso de escritura, síntesis y análisis para este trabajo de grado.

## **5 JUSTIFICACIÓN**

Para desarrollar estudios investigativos en el área de la educación, en Colombia, se debe tener en cuenta la importancia de la educación en la construcción de sociedad, la cual cada vez va demandando cambios que respondan a las exigencias de una sociedad cambiante y cada vez más

dinámica, es por esta razón que el presente trabajo muestra la importancia de integrar en la formación del maestro, aspectos que anteriormente no se tenían en cuenta como lo es el diseño de material didáctico, es por tal que el investigador debe tener presente las exigencias y todo tipo de relaciones que se tejen alrededor del rol docente, el contexto donde se mueve, los conocimientos que posee y que van surgiendo desde el ámbito científico, todo con el fin de favorecer la enseñanza y el aprendizaje para permitirle a los sujetos superar sus expectativas y que los mismos contribuyan de buena forma en la construcción de sociedad.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo se desarrolla con el fin de complementar el proceso de formación de los futuros licenciados en biología, y aun más, en los que ya están en ejercicio que puedan leer el presente escrito de investigación, todo desde la caracterización de las prácticas pedagógicas, documentos afines, antecedentes y referentes teóricos, dando sustento a lo aquí propuesto como alternativa innovadora en la praxis del profesor; lo anterior propuesto desde la línea de Biodidáctica y recursos educativos de la Universidad Pedagógica Nacional, puntualmente en el departamento de la licenciatura en biología, donde la línea de investigación ya nombrada, identifica varios elementos a problematizar que se han evidenciado en la producción de texto de carácter investigativo dentro y fuera de dicha universidad, como por ejemplo el trabajo realizado por Antonio M y Sánchez K, los cuales reconocen las prácticas de laboratorio como una mirada a la formación de futuros licenciados. Allí mencionan que la educación colombiana posee diversas falencias como la ineficacia y la baja calidad, siendo atribuido esto a las dinámicas políticas y económicas que enfrenta el país. (Antonio. M, Sánchez. K, 2017). A esto agreguemos la falta de interés por algunos profesores ya en ejercicio, su tradicionalismo y la negativa a utilizar nuevas estrategias didácticas, haciendo del contenido a enseñar una repetición de contenido donde lo que prima es la memoria y no la comprensión, y todo con el incentivo de una nota y no por el puro placer de aprender y seguir cuestionando su entorno.

Lo anterior nos abre un panorama bastante amplio, puesto que, en la actualidad, se presenta un cambio generacional en la comunidad estudiantil, pero no en los maestros que allí enseñan; con esto no se quiere afirmar que todos los maestros que llevan muchos años enseñando deban ser relegados de su qué hacer, pero si hace una invitación para que estos sujetos propios de la enseñanza, sigan una formación constante y rompan con los paradigmas que en su momento presidían. La enseñanza de las ciencias ha venido exigiendo un cambio, pero aun predomina el modelo de Trasmision-resepcion, y aunque se determina de esta forma en Argentina, no dista mucho de la realidad que se evidencia en nuestro país al momento de enseñar la ciencias; “en este modelo *el aprendizaje está basado en la memorización de contenidos, de manera que los docentes no enseñan ciencias si- no que "dan ciencias", y el alumno no aprende ciencias, sino que memoriza y acumula un listado de contenidos conceptuales, ya que se asume que el estudiante es como una "tabula rasa" o "página en blanco", en la que se pue- den inscribir los conocimientos, los cuales se transmiten elaborados de la mente de una persona (el maestro) a la de otra (el alumno)*” (Mora A, Francisco G. 2012).

Lo anterior nos propone un reto en la formación de los nuevos licenciados en biología, donde a pesar de tener todos los fundamentos didácticos, pedagógicos, metodológicos y conceptuales para enseñar ciencias de una forma correspondiente a la actualidad y el contexto, muchas veces se opta por hacer lo que parece ser que funciona, y eso es replicar modelos como el anteriormente mencionado para “facilitar” el proceso de enseñanza. Ahora, si a esta formación le agregamos una elemnetos principales del diseño y la modelización, las ideas innovadoras de estos maestros se verán cada vez más viables. Por este conjunto de razones, se es necesaria la investigación presentada en este trabajo de grado, ya que pretende contribuir y agregar más elementos en la formación del licenciado en biología y en el aprendizaje de los sujetos teniendo en cuenta su contexto y contenidos necesarios para cumplir con las exigencias del MEN.

## 6 MARCO TEÓRICO

### 6.1 El diseño, origen y significado

*“La capacidad del diseño de atraer y de estimular los sentidos provoca que muchos educadores confeccionen material que sirva como elemento ilustrativo de las temáticas y así llamar la atención de los estudiantes hacia el estudio del contenido” (Granados. A. 2013.)*

El reconocimiento de los códigos de significación, la selección del material más apto y resistente, la identificación de conceptos claves y la articulación del contenido presente en los prototipos (o en este caso del bioprototipo elaborado), hacen parte de un proceso de construcción llamado diseño; *teniendo* en cuenta que el diseño es un factor esencial al momento de elaborar el material didáctico se hace necesario definir su significado, características y objetivos, además de su impacto en el sector educativo.

Una de las acciones que caracteriza a los docentes es el diseño del aprendizaje de los alumnos. Los docentes continuamente estamos tomando decisiones que de una u otra forma afecta lo que los alumnos aprenden y la forma cómo lo hacen (García. M, Domínguez C. 2011).

El diseño presenta diferentes definiciones según sea su corriente, dirección y campo de aplicación, por ejemplo, según Rodríguez, G. 2000 “La palabra diseño proviene del italiano *disegno*, lo cual significa realización de un dibujo o delineación de una figura” pero para Perez, J. 2018 “la palabra diseño se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, ya sea mentalmente o en un soporte material, antes de concretar la producción de algo”. Es por esto que cuando nos referimos al diseño desde un campo epistemológico, no logramos encontrar una sola definición.

Al decir "una Epistemología del Diseño" estamos agrupando la existencia de diferentes epistemologías. No es intención de los autores reducir la mirada a los enfoques epistemológicos en una sola vertiente, ya que la/s Epistemología/s del Diseño se presenta/n como un campo complejo en construcción por parte de distintos enfoques. (Rodrigo, 2013, p.131)

Al momento de describir esta disciplina muchos autores recurren en definir al diseño como el lenguaje del producto que se divide a su vez en funciones estético-formales, indicativas y simbólicas; definición que contiene “*las relaciones hombre-producto transmitida por los sentidos*” (Bürdek, B. 2007). (Ver diagrama 1)



Diagrama 1. Definición de diseño según Bürdek, B. 2007

La primera vez que aparece el diseño como concepto ocurre en el Oxford English Dictionary en el año 1588 y lo define como “*un plano o un boceto concebido por un hombre para algo que se ha de realizar*” o “*un primer boceto dibujado para una obra de arte... (o) Un objeto de arte aplicada, necesario para la ejecución de la obra*” (Bürdek, B. 2007 pg. 16). En el año 1948 Mart Stam, menciona al diseñador como aquel proyectista que su principal particularidad está en la creación de nuevos elementos y materiales. En la actualidad el campo de acción del diseño se ha

ampliado, esto hace más difícil su definición ya que el concepto por si solo posee una amplitud considerable de significados y está determinada por el campo de acción en el cual se desarrolla. Así tenemos una definición para diseño industrial, diseño artesanal, diseño gráfico entre otros; en este capítulo podríamos empezar a reconocer o tomar características para definir el diseño de material didáctico.

### **6.1.1 El diseño inmerso en la cultura, sociedad y escuela**

El diseñar y el sujeto que diseña se extiende a más campos de acción y de pensamiento, esto podemos evidenciarlo en el texto *Didáctica del taller del diseño* de Arnoldo Gaité (2013), el diseño es una disciplina demasiado joven, lo que ha permitido que esta se extienda y trabaje con más campos disciplinarios para encontrar su campo de acción y participación, el diseño *“abarca el campo más vasto que se puede imaginar en relación a las actividades del hombre”* (Gaité, A. 2013 pg. 16), es tan grande la influencia del diseño que se puede considerar que muchas de las variaciones culturales de cada región son debidos a este, ya que el ser humano habita en un mundo físico el cual ha sido moldeado y manipulado a voluntad del hombre por medio del diseño, es así como lo expone Gaité, A (2013) al mencionar que el diseño y el diseñar *“se encuentra presente en la totalidad de las acciones que el ser humano realiza para el desarrollo de su vida en el plantea [...] y fuera de él.*

Una de las definiciones con la cual coinciden muchos diseñadores y profesionales de esta disciplina es la definición de J. Christopher Jones, *“el efecto de diseñar es iniciar un cambio en las cosas realizadas por el hombre”* (Rodríguez, G. 2000. Pg. 8); para dejarlo más claro es aquella actividad que inicia con un cambio en las cosas realizadas por el hombre, pero que su impacto sea

significativo, de ser así se estaría hablando de una actividad de diseño; otros autores como lo son Nigel Cross, David, Eliot y Robin Roy (1982. Citado por Rodríguez, G. 2000), consideran al diseño como innovación, creación, avance y solución renovadora, como una nueva forma de relacionar distintos factores y una forma de expresión y logro que lleva a una mayor eficacia. Como se ha discutido a lo largo de este documento debido a la gran variedad de definiciones, según sea el campo de acción y quien lo emplee o utilice (el diseñador), se puede clasificar en estas tres categorías de definición. (Rodríguez, G. 2000. Pg. 8.)

- **Un producto** (p. ej.: "Este nuevo modelo de papel pintado es un diseño mío");
- **Un plano** (p. ej.: "Este dibujo es mi diseño para el nuevo edificio");
- **Un proceso** (p. ej.: "Voy a diseñar una nueva forma de hacer el trabajo").

Según sea el campo de acción y quien realiza el diseño podría estar hablando de un producto, un plano, un proceso, una acción entre otras cosas; estas definiciones también pueden conceptualizarse en tres formas propuestas por Bruce y Archer, Víctor Papanek y Christopher Jones las cuales son (Ver Diagrama 2):

- **Racional:** "Una actividad orientada a determinados fines, para la solución de problemas" (L. Bruce y Archer);
- **Administrativa:** "El esfuerzo consciente de imponer un orden significativo" (Víctor Papanek);

- **Mística:** "La realización de un acto de fe muy complicado" (J. Christopher Jones). (Rodríguez, G. 2000. Pg. 8)

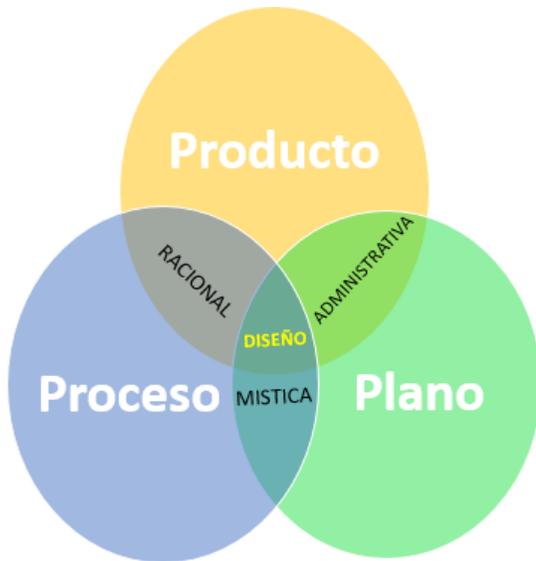


Diagrama 2. Categorías y conceptos del Diseño

La definición conceptual que se considera más apta para este proyecto de investigación es la racional, propuesta por L. Bruce y Archer, pues el diseño es una actividad humana pero dicha actividad está orientada a unos fines establecidos por el diseñador, los cuales pueden ser de tipo social, cultural, económico, educativo, industrial, etc. Las finalidades o fines están predeterminados por los saberes, conceptos y conocimientos que posee el diseñador frente a un área específica en la cual se desenvuelve, lo que permite deducir que las finalidades u objetivos del diseño son variables según sea el pensamiento del diseñador, sin embargo, toda finalidad llega a un punto en común y esta es la solución a alguna problemática, la cual está inmersa en el contexto del diseñador. Pero todo lo anterior nos lleva a pensar ¿Quién es el diseñador?, esta pregunta la podríamos contestar con la afirmación que realiza Gerardo Rodríguez (2000); debido a la definición de Christopher Jones sobre el diseño; dicha definición justifica la gran cantidad de categorías a la que se puede

dirigir este concepto, esto conlleva a que el diseñador no se enmarque solo en los profesionales que siempre han estado a fin con esta disciplina (diseñador, industrial, grafico, textil, de asentamientos humanos), sino que también por el amplio campo de acción del diseño, “*el diseñador puede ser administrador, político, consumidor, abogado, sindicalista, carnicero, panadero, fabricante de velas [...] en incluso usted mismo*” (Rodríguez, G. 2000. Pg.8); esta afirmación permite y abre camino al maestro no solo como profesional de la educación, sino como sujeto potencial a diseñar su propio material didáctico; esto implicaría una transformación de las estrategias convencionales que plantean los maestros al momento de desarrollar material didáctico en el aula de clases y comenzar a innovar dicha actividad desde el diseño teniendo en cuenta las siguientes características (ver diagrama 03), que si bien han emergido en el campo de la industrialización, permitirán un mejor aprendizaje y facilitaran el proceso de enseñanza desde una mirada innovadora a partir de la construcción y ejecución de dicho diseño.

### **6.1.2 Características del diseño en el contexto educativo**

El diseño ha impactado a la sociedad tanto como a la escuela de tal forma que ha interactuado con sectores de la vida humana que jamás se pensaría que tuvieran relación alguna, como es el ejemplo de Alemania, pues en este territorio se pensaba al diseño como parte importante de la política social, económica y cultural que además presenta uno de los mayores exponentes en definir qué es diseño. El diseñador alemán Horst Oehlke establece en el año 1977 no definir al diseño sino describirlo, aunque un año después hace una crítica a la teoría comunicativa del producto donde observa que el crear la forma del producto, no debería reducirse únicamente a la parte perceptible del objeto a través de los sentidos, sino que también el diseñador debería pensar en aquellos recursos e ideas que permitieran satisfacer las necesidades de la vida social e individual.

(Bürdek, B. 2007). Esto quiere decir que no es suficiente con que el producto, o en este caso, el bio-prototipo, respondan satisfactoriamente a la percepción sensorial entre el objeto y el sujeto, sino que además debe servir como puente conector entre la experiencia, sentidos y enseñanza orientados desde la comunicación maestro-estudiante; es por esto que la creación de material didáctico debe ser competencia del maestro, ya que está inmerso continuamente en el ámbito educativo y se relaciona con cada sujeto y sus respectivas realidades. Más aun cuando se piensa el diseño como estrategia didáctica, no únicamente en el aula de clases en el ámbito escolar sino también en el universitario como lo manifiestan García. C y Domínguez. C (2011) *“cómo diseñan los docentes universitarios los procesos de aprendizaje. Realmente conocemos poco acerca de qué elementos, condiciones, procesos se llevan a cabo cuando el profesorado piensa en cómo va a aprender el alumno.”* Esto indica que consciente o inconscientemente el maestro vive diseñando, bien sea material didáctico o una sesión de clases donde enseñara determinado tema.

Si bien en la actualidad se puede conseguir gran variedad de material didáctico que pretende colaborar con la enseñanza y el aprendizaje en la escuela, este ha sido diseñado y construido por profesionales del diseño industrial, diseño gráfico entre otros, por lo tanto se debe hacer una revisión minuciosa y a profundidad de la intención y conceptos que maneja el objeto y se encuentran varios errores conceptuales, como por ejemplo: la forma circular de la célula y cada uno de sus orgánulos que responden a graficas convencionales que hacen perder el sentido de la construcción de material tridimensional didáctico, ya que replica lo que se encuentra en los libros de texto y que por la formación pedagógica en la licenciatura de biología, se reconoce que dichos dibujos generan una visión simplista de la biología y que acentúan la visión mecanicista presente en la enseñanza de las ciencias. Esto se debe a la falta de conocimiento científico-biológico que poseen los diseñadores de dicho material en el ámbito educativo; aunque en la actualidad varias

empresas dedicadas a la producción de material didáctico, cuentan con docentes en el desarrollo del contenido y diseño de dichos objetos; es esta una de las razones más grandes por las que el maestro debe estar inmerso en el proceso de innovación del material didáctico a través del diseño del mismo, ya que como se menciona anteriormente, las finalidades o fines están predeterminados por los saberes, conceptos y conocimientos que posee el diseñador frente a un área específica en la cual se desenvuelve, lo que permite deducir que las finalidades u objetivos del diseño son variables según sea el pensamiento del diseñador, sin embargo toda finalidad llega a un punto en común y esta es la solución a alguna problemática, la cual está inmersa en el contexto del diseñador; y en este caso, su contexto es la escuela (ver diagrama 3). Entonces ¿Quién es más apto para diseñar material didáctico si no es el maestro mismo?

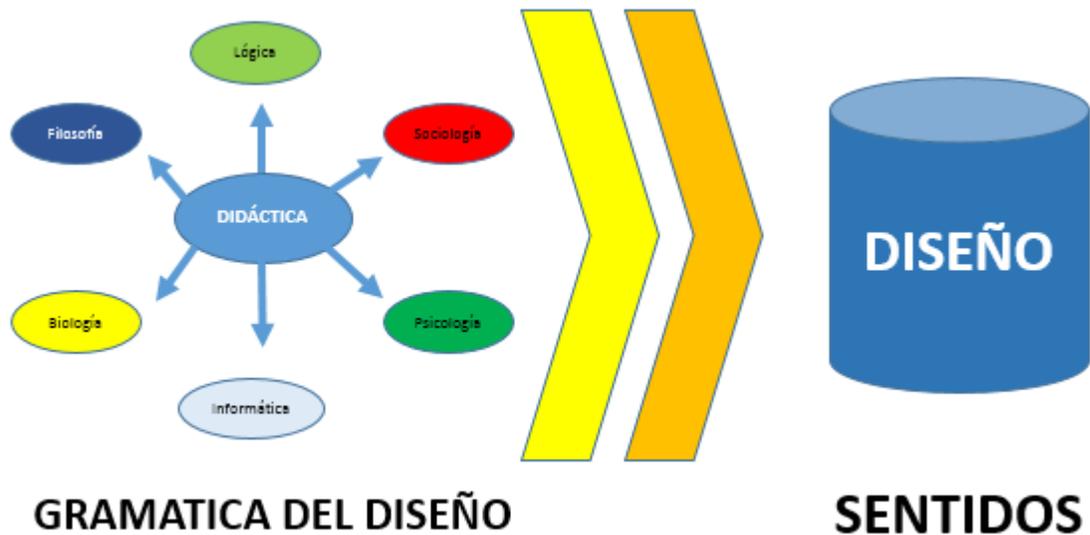


Diagrama 3. Idea tomada de Bürdek, B. (2007)

Esta crítica y su enfoque integral del diseño llevo a proponer e investigar en el año 1988 la funcionalidad de los objetos del diseño en tres dimensiones: (Bürdek, B. 2007)

- como objeto de utilidad práctica y/o instrumental
- como objeto de comunicación social
- como objeto de percepción sensorial

Estas tres dimensiones responde satisfactoriamente a las características que se deben tener en cuenta para el desarrollo y construcción del material didáctico desde el diseño, emergiendo el concepto de diseño en la escuela. Ya que este concepto es relativamente nuevo, seguiremos abordando el diseño en términos históricos y conceptuales. Fue Oehlek unos de los primeros diseñadores en preocuparse y pensar en el diseño desde un punto de vista social y cultural, sobrepasando la idea de que el diseño solo es la creación de objetos y materiales en pro de algo, logrando introducir en el diseño aspectos humanísticos y sociales que logran ampliar el campo de acción de dicha disciplina. Es importante mencionar que el campo de acción es determinado por el diseñador, como también la corriente en la cual se desenvuelve y el tipo de actividad que genera y realiza obteniendo un producto; lo anterior no quiere decir que cualquier actividad de la vida humana es capaz de diseñar, hay dos conceptos claves que permiten establecer que es el diseño, y estos son: la imaginación y la producción. (Gaité, A. 2013). (Ver diagrama 4)



*Diagrama 4. Conceptos claves que involucran cualquier acción al momento de diseñar.*

*Idea tomada de Gaité, A. (2013)*

Bürdek (2007) menciona que la responsabilidad social ocupa uno de los primeros planos en la actualidad en el diseño industrial, ya que debe estar inmerso en los aspectos funcionales y comunicativos del diseño. El centro de diseño de Berlín o en alemán Design Zentrum von Berlin (IDZ) hace una descripción compleja donde se pueden encontrar aspectos funcionales (Funciones prácticas), aspectos comunicativos del producto y finalmente la tendencia actual de incluir aspectos ecológicos del diseño; dicho cuadro descriptivo menciona que:

- El buen diseño no se identifica con el aspecto externo del producto. El producto debe reflejar su particularidad si se realiza un buen diseño.
- La funcionalidad del producto y su manejo deben ser evidenciables para ofrecer una clara lectura al usuario.
- El diseñar no se debe limitarse al producto en sí, también debe tener en cuenta asuntos como la protección ambiental, el ahorro energético, la durabilidad y la ergonomía

- El diseñar debe tomar como punto de partida la interrelación entre el hombre y el objeto diseñado.

El diseño ha ampliado su perspectiva al cambiar su misión como disciplina creadora de productos o simplemente reducirlo a una forma de embellecer la apariencia como se ven las cosas, pero como lo dice Wacius Wong (1991) el crear y el embellecer cosas son una parte de lo que es el diseño, pero no define en su totalidad su esencia; el diseño debe partir a unas necesidades prácticas que evidencia el diseñador, y a partir de lo diseñado dar una funcionalidad que permita dar solución a dicha necesidad, en pocas palabras *“el diseño es un proceso de creación visual con un propósito”* (Wong, W. 1991 pg 9), la calidad del diseño es determinado por el lenguaje visual que expresa y las exigencias prácticas que posee, el lenguaje visual debe transmitir un mensaje ya fijado sobre el producto; este no posee reglas o leyes establecidas, como si la tiene el lenguaje escrito u oral, esto lo establece Wong (1991) al mencionar que cada diseñador posee en su mente un conjunto distintos de descubrimientos como sus propias interpretaciones del mundo, permitiendo que el diseño sea diverso y propio de cada ser. El diseño parte de unos elementos establecidos por Wong (1991) estos elementos están relacionados entre sí y no pueden ser vistos de forma separada o sesgada ya que su relación determina la apariencia y el sentido del diseño. Los elementos que este autor menciona son (Ver diagrama 5):

- Elementos conceptuales
- Elementos visuales
- Elementos de relación

- Elementos prácticos

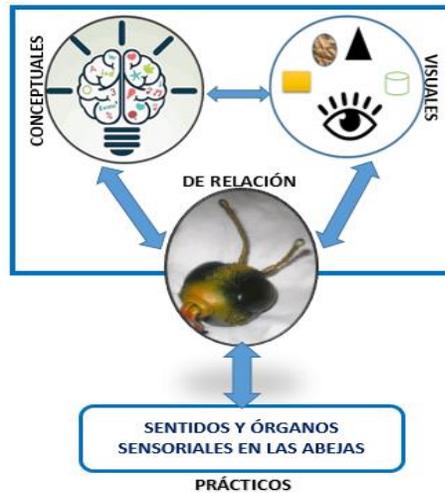


Diagrama 5. Elementos del diseño según Wong 1991

Los *elementos conceptuales* no son visibles a simple vista, son las ideas previas que tiene el diseñador, lo que quiere lograr al diseñar, esto se expresa a partir de los *elementos visuales*, estos elementos son la parte expresada del diseño, pues es la forma de visualizar los elementos conceptuales por medio de las formas, colores, texturas, organización, dimensiones, etc., en pocas palabras es el aspecto estético y físico del producto diseñado. Los *elementos de relación* están estrechamente correlacionados con los dos elementos anteriormente mencionados, pues estos elementos dirigen la ubicación e interrelación correcta de los elementos visuales, en ocasiones estos elementos pueden ser perceptibles o no; por último los *elementos prácticos* se expresan en el contenido y el alcance o impacto del producto diseñado, posee unas características las cuales son: la representación, establecida por el producto y el sujeto; el significado, el cual es evidenciado por el mensaje transmitido y por último la función, la cual se hace presente cuando se logra el propósito del producto diseñado.

Los productos o materiales diseñados deben tener algunas características<sup>1</sup> que son evidenciables al interactuar con los sujetos, estas son: ofrecer un servicio,- satisfacer las necesidades de los usuarios, en este caso la comunidad educativa. Dichas necesidades son evidenciables en las problemáticas, - se encuentran en interacción directa con los usuarios – son un todo coherente compuesto por dos aspectos, lo que constituye (estructura y función) y lo que configuran (forma) (Rodríguez, G. 2000. Pg.14); al tratarse de material educativo incluiremos aspectos disciplinares (términos y conceptos) y aspectos didácticos (metodologías de enseñanza), y por último deben contribuir a la formación cultural del contexto, aunque el producto diseñado por el maestro debe impactar el sector educativo y social, también debe desarrollar una estrecha relación producto-maestro, así como producto-estudiante, y finalmente maestro-estudiante.

### **6.1.3 Metodología del diseño**

La metodología son los pasos y métodos a seguir para la intervención de un problema. Proyectar e investigar son dos formas de intervención según Rodríguez, G (2000 Pg.19), proyectar podría ser sinónimo de diseñar según sea la connotación; investigar y proyectar, aunque son diferentes en su enfoque y resultado, poseen la misma tendencia a resolver problemas. Investigar según Beer (Citado por Rodríguez, G. 2000) “es *ocuparse de problemas cuya respuesta nadie sabe*, el diseño busca lo mismo, pero lo que los diferencia es su modalidad de intervención (categoría antropológica) y su manifestación o resultado final. La investigación se manifiesta en forma de conocimiento, esta manifestación se logra por medio de la observación, descripción, análisis, explicación y verificación de los fenómenos presentes en el problema; por otra parte el diseño y

---

<sup>1</sup> Las características tomadas son en su mayoría del diseño industrial, debido a que este es una de las profesiones que participa en educación, diseñando material educativo e instrumental para laboratorios y talleres (Rodríguez, G. 2000)

proyección se manifiestan en productos, estructuras y sistemas que antes no existían y permiten impactar por medio de la interacción objeto- sujeto a la comunidad. El maestro diseñador aplica a estas dos modalidades de intervención frente a una problemática; en primer lugar investiga los sucesos que conllevan al problema a niveles pedagógicos, conceptuales y cognitivos, también observa y verifica los patrones que están presentes en el problema y por último analiza las posibles soluciones e impactos que pueden traer la creación de una material educativo en relación a una problemática (Ver diagrama 6); por otra parte diseña productos o materiales educativos, con la finalidad de visualizar, innovar e impactar de forma positiva algún proceso relacionado con la educación (en este caso procesos de enseñanza y aprendizajes por medio de la modelización escolar), cuando entra en interacción el producto con el estudiante y se asume como material didáctico. Se habla mucho del problema, pero ¿Qué es un problema?, este interrogante se responde de forma concisa con la siguiente afirmación, un problema es “*una situación de desajuste o conflictiva en los sectores, social, económico*” [e incluso educativo] *que conduce a una curiosidad epistémica*”. (Rodríguez, G. 2000. Pg. 30).

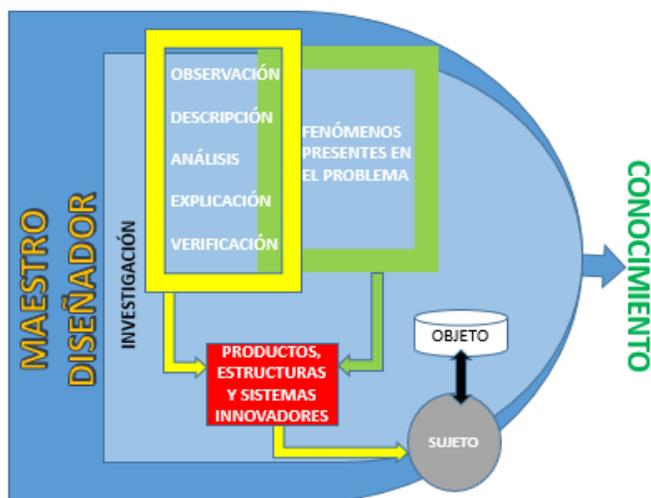


Diagrama 6. El maestro como diseñador de material didáctico. Idea tomada de Rodríguez, G. 2000.

El método o metodología del diseño podría ser considerada como una guía que sirve al diseñador para la orientación del proyecto, para el cumplimiento de un objetivo, el cual es establecido por el mismo problema a resolver. La metodología del diseño presenta 3 fases, las cuales a su vez tiene subfases que logran evidenciar la concepción del proyecto hasta la realización del producto; estas fases son: Planteamiento o estructuración del problema, proyección o desarrollo proyectual y por ultimo producción y fabricación. A continuación, mencionaremos algunas de las subfases propuestas en cada una de las fases metodológicas del diseño (Rodríguez, G. 2000. Pg.25-29) (Ver diagrama 7)



Diagrama 7. Fases y subfases de la metodología del diseño. Idea tomada de Rodríguez, G. 2000

#### 6.1.4 Prototipos y su diseño

La serie de propuestas que pretende desarrollar este proyecto de investigación está encaminada a implementar e impactar el sector educativo con la invención e innovación a través de prototipos, razón por la cual se propuso el diseño y construcción de un modelo a escala de una

abeja<sup>2</sup>, lo cual hace necesario entender el significado de prototipo y su impacto en la educación. La real academia española (RAE, 2018) define al prototipo como “*Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa*”, en el campo del diseño se dice que el prototipo es la producción prima, o la muestra física a escala con el material definido, la organización establecida del concepto elegido por el diseñador, esta muestra debe ser sometida a pruebas y observaciones que corroboren y demuestren su funcionalidad y su valor de uso. (Rodríguez, G. 2000. Pg. 60, 63), en otras palabras, es un objeto físico elaborado a lo largo de un proceso de diseño, que tiene como finalidad o funcionalidad el trabajar y resolver la problemática evidenciada por el diseñador; en cuanto a su valor de uso, este es determinado por el impacto positivo o negativo reflejados durante las pruebas de interacción con los sujetos. Otra definición es la establecida por los campos de la informática y el diseño industrial quienes desarrollan prototipos tridimensionales virtuales o modelos a escala, estas disciplinas lo describen como “el resultado final de un producto desde su conceptualización hasta la entrega final” (Universia, 2015), el resultado final de un prototipo incluye el diseño, los elementos o materiales y el objetivo o finalidad que se quiere lograr con este. Como se mencionó anteriormente el prototipo debe pasar por una serie de pruebas con sujetos que comprendan y entiendan la finalidad, la funcionalidad y el objetivo del prototipo, ya que si no hay interacción con éste (prototipo- sujeto) es imposible identificar y reconocer las falencias y fortalezas que este presenta. Por otra parte Karl Ulrich y Steven Eppinger (2004) mencionan que el prototipo en práctica diaria es utilizado como sustantivo, verbo y adjetivo, sin embargo definen al prototipo como “una aproximación hacia el producto final junto con una o más dimensiones de interés”, las dimensiones de intereses son establecidas por el diseñador al momento

---

<sup>2</sup> Dicho modelo se realiza con el fin de mostrar la estructura interna encargada del intercambio de gases. Este prototipo tendrá la particularidad de mostrar a simple vista este órgano, pero posteriormente se le puede adicionar más órganos y características sin necesidad de alterar completamente el diseño original.

de construir el prototipo, estas dimensiones pueden ser de tipo estético o conceptual según sea su interés; por otra parte existen varios tipos de prototipos establecidos por Ulrich y Eppinger los cuales son clasificados según el grado físico que presenten y los atributos del producto que demuestren al momento de la implementación.

Los prototipos son clasificados en dos dimensiones, la primera dimensión es la forma en que se expresa el prototipo el cual puede ser de tipo físico o analítico y la segunda dimensión es el enfoque que presenta el cual puede ser integral o enfocado (Ver diagrama 8); según lo anterior la abeja a escala presentaría un primera dimensión de tipo físico, ya que los prototipos físicos son tangibles y los aspectos de interés para el diseñador son materializados, para luego ser sometidos a pruebas y experimentación demostrando la funcionalidad que este presenta. En cuanto a la segunda dimensión hablamos de un prototipo integral, el cual se caracterizan por implementar en el mayor grado posible todos los atributos y conceptos que presenta el producto, debido a que es una versión totalmente operacional y a escala que puede demostrar e identificar los defectos que presente el prototipo al interactuar con el usuario. (Ulrich, K & Eppinger, S. 2004), teniendo en cuenta las dos dimensiones anteriormente mencionadas la abeja a escala es un prototipo físico integral, que presenta características físicas tangibles de los conceptos que pretende abordar y al mismo tiempo es integral pues presenta atributos biológicos y pedagógicos que por sí solo no pueden ser trabajados y abordados en prototipos separados.

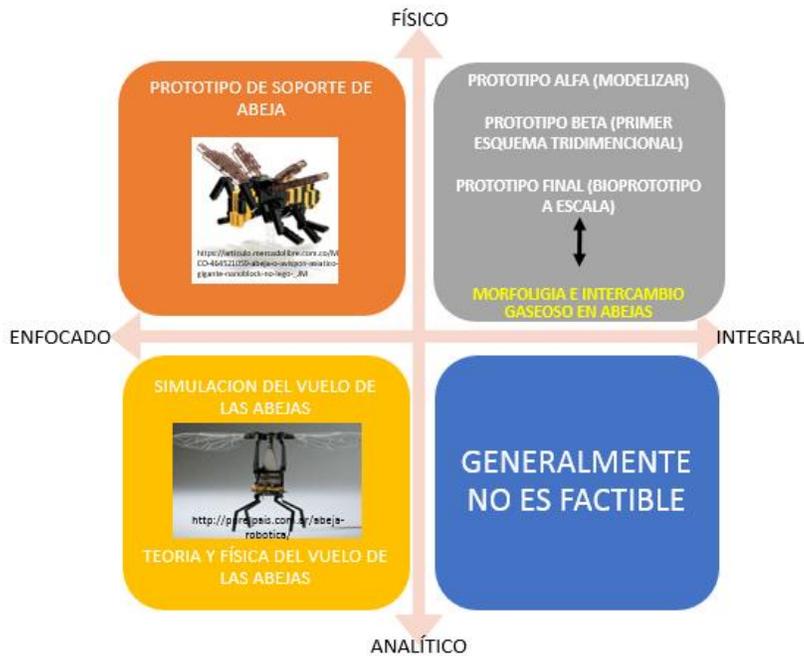


Diagrama 8. Tipos de prototipo. Idea tomada de Ulrich, K & Eppinger, S (2004).

Teniendo en cuenta el tipo de prototipo se hace necesario preguntar ¿para qué el prototipo?; esto se puede responder por el papel principal que tiene el prototipo como elemento esencial del diseño ya que cumple diferentes propósitos u objetivos que dan solución a un problema que se quiere resolver por medio de este. Los propósitos de un prototipo se enmarcan principalmente en cuatro categorías las cuales son aprendizaje, comunicación, integración y verificación, estos propósitos pueden ser más o menos apropiados según sea el tipo de prototipo que se pretende desarrollar (Ver diagrama 9). La abeja a escala al tratarse de un prototipo de tipo físico integral

presenta un alto grado de apropiación frente a los propósitos mencionados, teniendo en cuenta esto se hace necesario mencionar y caracterizar cada uno de ellos.

	<b>Aprendizaje</b>	<b>Comunicación</b>	<b>Integración</b>	<b>Verificación</b>
<b>Analítico enfocado</b>	●	○	○	○
<b>Físico enfocado</b>	●	●	○	○
<b>Físico integral</b>	●	●	●	●

*Diagrama 9. Aplicación de propósitos para diferentes tipos de prototipo y su apropiación. círculo negro= más apropiado, círculo blanco= menos apropiado. Tomado de Ulrich, K & Eppinger, S (2004).*

Al momento de desarrollar un proyecto de diseño los prototipos son utilizados para cuatro propósitos que son: aprender, comunicarse, integrar y verificar, a continuación, describiremos cada uno de ellos desde el punto de vista de K. Ulrich y S. Eppinger (2004):

**Aprender.** Los prototipos son utilizados generalmente para responder a dos tipos de pregunta: ¿funcionara? Y ¿hasta qué grado cumplirá de manera satisfactoria con las necesidades del usuario?, cuando estos son capaces de dar respuesta a estas preguntas, los prototipos son utilizados como elementos de aprendizaje; las necesidades de los usuarios o en este caso de los estudiantes son evidenciadas en la problemática y estas necesidades son compensadas por medio de prototipo logrando así cumplir uno de los objetivos por el cual fue diseñado.

**Comunicación.** Los prototipos enriquecen la comunicación con diferentes tipos de sujetos dentro de la comunidad en la que participan, por ejemplo dentro de una comunidad de diseño

industrial los prototipos fortalecen la comunicación entre los proveedores, socios, miembros de los equipos extendidos, clientes e inversionistas; con respecto a una comunidad escolar-científica en la cual participara la abeja a escala será capaz de fortalecer lazos comunicativos entre el maestro, estudiante, maestro diseñador, pedagogos, científicos, proveedores, entre otros. La comunicación se mejora en estos sujetos por medio del “ver y sentir” el prototipo, el cual retroalimenta a cada uno de los grupos con los cuales interactúa evidenciando las características que prefieren y llegando a puntos en común.

**Integración.** Los prototipos son utilizados para asegurar que los componentes y subsistemas que lo conforman funcionen en conjunto como un solo sistema. Los prototipos físicos integrales son los más efectivos como herramienta de integración, pues requieren una conexión física y de ensamble de todas las partes que presenta el prototipo; para lograr esto el prototipo fuerza la coordinación y comunicación entre los diferentes miembros y equipos que participan en el desarrollo y construcción de este. La combinación de componentes que presenta el prototipo evidencia las falencias que interfieren con el desarrollo y función global de este, estas dificultades solo pueden ser evidenciadas a través de la integración física de un prototipo integral.

**Verificación.** El prototipo es utilizado para demostrar que el producto ha alcanzado el nivel deseado de funcionalidad. Los prototipos verificadores proporcionan metas u objetivos de forma tangible, demuestran un progreso y sirven para reforzar las fortalezas que se presentan, pues son en estos donde se evidencia el cumplimiento o no de metas u objetivos del prototipo por medio de la interacción con el usuario (estudiante) y se llega a concluir que tan alto es su nivel de funcionalidad.

La finalidad del prototipo varía según la conceptualización con el cual este fue abordado y construido, como también el campo en el cual fue diseñado y el cual se pretende abordar; sin

embargo el prototipo tiene una característica central y es la de presentar “un alto grado de interactividad” lo que de una u otra manera demuestra las falencias y fortalezas que este presenta, pues como lo menciona el portal de UNIVERSIA (2015) el prototipo “es una simulación del producto final, es como una maqueta interactiva cuyo objetivo principal es probar si el flujo de interacción es el correcto o si hace falta corregirlo”, para el caso de este proyecto de investigación el objetivo final que se desea lograr con el prototipo es reconocer y abordar el funcionamiento y la importancia del sistema respiratorio en los artrópodos, particularmente en la abeja; por otra parte también se busca brindar estrategias o materiales educativos que fortalezcan los saberes científicos en la escuela por medio de estos elementos llamados prototipo. El vínculo que se establece entre el prototipo y la educación es la facultad y capacidad que presenta este como instrumento o material educativo, ya que sus características propician a un alto grado de interactividad entre el sujeto y el prototipo logrando así el cumplimiento de los objetivos anteriormente mencionados.

Hay que tener en cuenta que los materiales didácticos o como lo mencionaremos en este proyecto como bioprototipo presenta una gran variedad de definiciones entre los maestros dependiendo de su visión curricular y su pensamiento pedagógico y didáctico (Saravia, L. 2013). Sin embargo Luis Saravia en su documento sobre “prototipos de material educativo” menciona que los prototipos, son instrumentos diseñados o creados para explicar un concepto relacionado con unos temas que están inmersos en el currículo escolar, estos materiales pueden ser creados y diseñados por el docente con la finalidad de fortalecer la observación, la experimentación y que a la vez sean mediadores del proceso de enseñanza y aprendizaje con la finalidad de que los que interactúan con estos materiales se apropien del conocimiento que les brinda, generando en ellos nuevos saberes y comprendan los fenómenos que está tratando de expresar. Por otra parte, el papel del

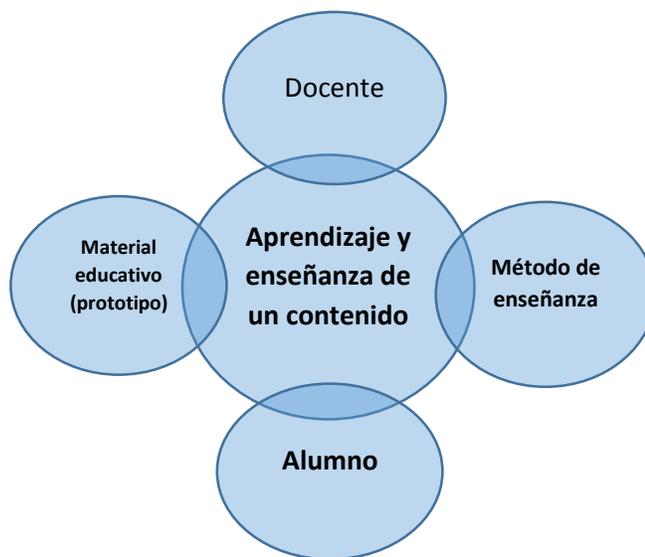
maestro como diseñador educativo debe partir de un saber previo para la construcción de algún material didáctico, el cual presente la capacidad de lograr los objetivos anteriormente descritos.

Los prototipos o materiales son caracterizados por la gran capacidad que tienen al responder al mayor número de canales sensoriales de los alumnos según Saravia, L (2013), ya que entre mayor es la conexión interactiva entre el estudiante y el prototipo, este lograra mantener el interés del sujeto sin perderlo de su objetivo principal y fortaleciendo la capacidad inventiva y explicativa.

Como se puede ver el portal Universia nos acerca un poco más a la definición de un prototipo un poco más hacia lo procedimental y empresarial donde este posee un objetivo que se logra o no con la capacidad que esté presenta al ser capaz de establecer una interacción fuerte con el sujeto que lo prueba; por otra parte Luis Saravia menciona también el papel que posee la interacción del material o prototipo educativo para la obtención de nuevos conocimientos por parte del estudiante, el cual sería uno de los objetivos con un prototipo de carácter educativo; sin embargo este autor realza la relevancia que tiene el maestro al intervenir en la construcción y elaboración de este material, donde convergen los conocimientos teóricos, pedagógicos y didácticos que este adquirido a lo largo de su formación y los cuales se ven reflejados en la elaboración de dicho material. Por otra parte, Simón Rodríguez (citado por Saravia, L) nos habla sobre la adquisición del conocimiento, postulando el ideal que el conocimiento

“surge a partir de la experiencia propia, de la manipulación de instrumentos, que es la base de ejercicios concretos, de formular hipótesis y reformularlas en diálogos con los demás, llegando a alcanzar el conocimiento de los conceptos más abstractos” (Rodríguez, S citado por Saravia, 2013).

El conocimiento es mediado también por el maestro y sus estrategias pedagógicas y didácticas, como también la capacidad que los estudiantes poseen para recibir y apropiarse de dicha información; pero es el maestro una parte esencial de dicho proceso educativo, no solo es la elaboración y construcción del material educativo en torno a una temática del currículo, sino también la intervención que el realiza dentro del proceso de aprendizaje del estudiante con el prototipo; el maestro debe responder a su vez a diferentes métodos y estrategias que se visualicen en el material que este emplea ya que dicho material es el mediador en el proceso de aprendizaje (Saravia,L 2013) (Ver diagrama 10).



*Diagrama 10. Elementos que participan en la enseñanza y aprendizaje de un contenido. Creación Propia*

El método de enseñanza empleado por el maestro interrelaciona dialécticamente con los materiales educativos utilizados en la enseñanza de algún contenido, con la finalidad de que los objetivos establecidos en el material se cumplan y muestren la apropiación de un nuevo conocimiento en los alumnos; por otra parte Luis Saravia (2013) caracteriza y establece algunas

exigencias que debe poseer el material educativo y los métodos para abordar los contenidos que dicho material pretende enseñar, en primer lugar encontramos la interrelación dialéctica que se mencionó anteriormente entre los métodos de enseñanza y los materiales o prototipos a utilizar, en segundo lugar es el maestro quien establece y selecciona los diferentes métodos y materiales a utilizar para sacar de estos el mayor provecho para el cumplimiento de los objetivos planteados, es aquí donde la creatividad y el sentido pedagógico y didáctico del maestro toma importancia para establecer y determinar cuáles son los métodos más óptimos para que el prototipo impacte directamente en el conocimiento y en el proceso de formación (en el caso nuestro científico) del estudiante; en tercer lugar los prototipos y los métodos de enseñanza deben ajustarse y tener en cuenta la edad, el tipo de población, las diferencias cognitivas de los educandos y por supuesto el tipo de contenido; por último, los objetivos propuestos están inmersos en los métodos utilizados por el maestro y los prototipos o materiales a utilizar para lograr el cumplimiento de estos, sin desvalorizar los aprendizajes previos de los estudiantes y el proceso que se llevó a cabo con el material didáctico.

Continuando con la conceptualización de prototipo y su relevancia e impacto educativo tomamos como referencia a Lozada E, y Falcón, N (2009) quienes posicionan al prototipo como una estrategia que complementa las actividades de laboratorio enmarcada en sí por una demostración de cátedra. La experimentación de cátedra o demostración como también se suele llamar, es un método muy utilizado en las clases magistrales de física como forma de enseñanza rápida para explicar los fenómenos físicos sin necesidad de recurrir al laboratorio; sin embargo no se desconoce que dicha estrategia no pueda ser utilizada en otras áreas de las ciencias naturales. Las demostraciones de cátedra son fundamentales al momento de motivar y orientar al estudiante (Meseguer & Más, 1994), pues este tipo de estrategias es un estimulador que despierta y atrae el

interés por los temas, además de facilitar la comprensión de los conceptos que este pretende abordar; las condiciones para realizar este tipo de demostraciones son, un material acorde al tema o concepto a trabajar y, por parte, el maestro debe tener la confianza, disposición, los medios, el tiempo y la imaginación para aplicar y construir su propuesta; lo anterior desarrolla la definición que José Meseguer y Jorge Más. El prototipo propuesto, el cual se desarrolla a partir de características fenotípicas de una abeja, pretende responder a las nuevas tendencias y fuerzas pedagógicas que están actualmente en el mundo y de las cuales se debe satisfacer a una población teóricamente cambiante sin dejar de lado la finalidad de la educación, que es brindar a los estudiantes un panorama del mundo que los rodea, aportando a la construcción y comprensión de su realidad y personalidad.

## **6.2 Modelización: una mirada desde la perspectiva del maestro**

Prácticas tan rutinarias en el aula como el uso de guías, videos, tablero, entre otras, vuelven la clase en algo monótono y repetitivo, donde prima la memoria más que la comprensión. *“Involucrar a estudiantes en prácticas científicas auténticas, como la de modelización, en contraposición a rutinas en las que suelen ser solo consumidores de productos del conocimiento científico, puede ayudarlos a entender no solo ideas centrales de las distintas disciplinas científicas, sino también a ganar conocimiento epistemológico y experiencia para entender cómo se construyen y evalúan esas ideas”* (Lehrer y Schauble, 2006; Lesh y Doerr, 2000; Schwarz y White, 2005; Stewart, Cartier, y Passmore, 2005). (Acher A. 2014)

Exponer a los estudiantes a este tipo de prácticas (modelización) a temprana edad, presenta un reto tanto para el estudiante como para el maestro, puesto que la cotidianidad en el sector educativo lleva al docente a replicar algunas prácticas tradicionales de forma lineal, bien sea por medio de un tablero o actividades desarrolladas por medio de guías, entre otras; esto genera, en el sujeto que aprende, confusión en la mayoría de las temáticas abordadas, pues como se menciona en el anterior capítulo, se enseñan de forma lineal. La estrategia de enseñanza basada en modelos se fundamenta en la concepción de los mismos como el núcleo central del conocimiento científico y a la modelización, como el principal proceso para construir y utilizar ese conocimiento (Antonio E; Silvia C; Merino G. 2005).

En la historia se puede ver reflejada esta estrategia de enseñanza o comunicación desde el surgimiento de la pintura rupestre hasta pictogramas, donde representaban a escala determinados fenómenos, bien sea astronómica y/o naturales, tratando de plasmar lo visto y dándoles un significado espiritual o fenomenológico. Desde el surgimiento de la humanidad, las distintas civilizaciones, utilizaban para las representaciones de los objetos y fenómenos, a la pintura y la escultura. Estos antes reflejaban desde el punto de vista visual a los fenómenos u objetos existentes como resultado de la imaginación y la producción gnoseológica de las personas. (Lage. J; Hernandez. G. 2009). Estas representaciones fueron evolucionando siendo cada vez más estructuradas y complejas, al igual que sus explicaciones; estas, desarrolladas por investigadores que respondían a la modernización de determina época. Toda esta evolución ha estado respaldada por la modernización, la aparición de nuevos resultados y métodos, es decir, formas o maneras en que el investigador obtiene el conocimiento para comprender y explicar el fenómeno u objeto de estudio. En esto ha ido adquiriendo un lugar importante la modelización... Así la modelización,

como método del conocimiento científico, ha ido evolucionando desde formas muy simples hasta los métodos actuales teóricos del conocimiento científico (Lage. J; Hernandez. G. 2009).

La modelización científica está conformada por una actividad epistémica que requiere de una gran variedad de capacidades y que comprenden tanto aspectos cognitivos como metacognitivos, de igual forma perspectivas y visiones acerca de la naturaleza de los modelos (Grosslight et al., 1991; Harrison y Treagust, 2000; Schwarz, 2002; Oliva y Aragón, 2009; Torres y Vasconcelos, 2017).

### **6.2.1 La modelización científica como práctica educativa**

Las prácticas de modelización científica, sin embargo, no son comunes en las aulas de ciencias de nivel medio y superior, y es aún más escasa en la escuela primaria o en etapas iniciales de la educación obligatoria (Acher, Arcà y Sanmartí, 2007; van Driel y Verloop, 1999). Si bien en la escuela la mayoría de actividades por naturaleza promueven el uso de la imaginación para entender conceptos científicos y biológicos, no siempre este ejercicio le permite comprender en su totalidad un fenómeno o concepto biológico, es por esto que la modelización cumple como una de las tantas estrategias que se pueden articular en actividades para la enseñanza, y que además es bien recibida por los estudiantes, esto, a su amplio campo de acción, ya que como lo mencionamos anteriormente, no solo se trata de replicar lo que la teoría indica, sino por el contrario promueve la organización de ideas y permite que el estudiante problematice y siga indagando sobre lo que está aprendiendo. *“El valor educativo de este tipo de modelos en la modelización científica escolar radica en promover la capacidad de organizar y promover las ideas que expresan los estudiantes acerca de fenómenos naturales, así como la de debatir y alcanzar consenso sobre estas ideas*

*representadas mientras buscan dar sentido a los fenómenos que tienen entre manos.*” (Acher A. 2014)

En muchos casos pueden surgir diversas comprensiones para un mismo fenómeno; esto depende de cómo piensa, qué le interesa y lo que puede interpretar el niño (Tacca. D, 2011) es por esto que al desarrollar una actividad donde la modelización sea necesaria, primero se determina el nivel de profundidad que manejan los niños a determinada edad y en un curso específico, luego se procede a estructurar dicho modelo en un objeto que facilite la explicación de un fenómeno determinado; la estrategia de enseñanza basada en modelos se fundamenta en la concepción de los mismos como el núcleo central del conocimiento científico y a la modelización, como el principal proceso para construir y utilizar ese conocimiento (Tandil, R. 2005); teniendo en cuenta que el objeto de estudio es la biología, se hace necesaria una articulación del contenido educativo con los modelos ya existentes y los nuevos que van surgiendo en el área de las ciencias, para posteriormente, crear un nuevo modelo que facilite la explicación, enseñanza y el aprendizaje de dicho concepto. Pero no todo tipo de modelo sirve para dicho objetivo, ya que existen varios:

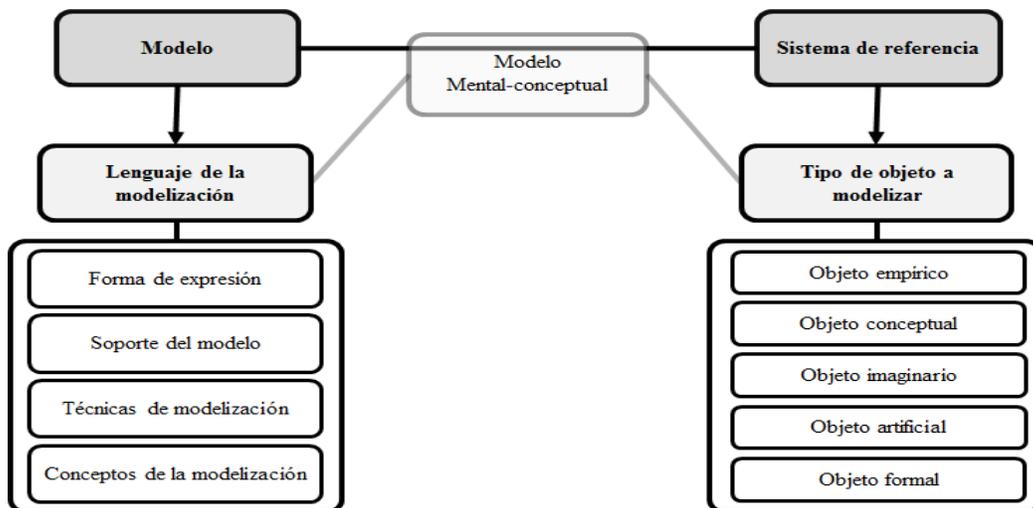


Imagen tomada de: <https://journals.openedition.org/polis/docannexe/image/10568/img-1.png>

El punto crucial a tener en cuenta es que todo tipo de modelo, independientemente del lenguaje de la modelización y del objeto a modelizar, supone siempre un modelo mental-conceptual. Modelizar es ante todo una praxis cognitiva que supone la construcción de una representación mental del objeto de la modelización. Entonces, un modelo es una construcción cognitiva elaborada por el modelizador. (Rodríguez, L; Roggero P. 2014) Por tal motivo, Jean Louis Le Moigne, retomando a Paul Valéry, comentan: “nosotros no razonamos más que apoyándonos en modelos. Pero ¿de qué modo elaboramos los modelos sobre los cuales razonamos?” (Le Moigne 1990:15). Modelizar supone construir en nuestra mente una representación. Posteriormente, este modelo mental podrá ser enunciado y verbalizado, es decir, expresado en lenguaje natural. Así, puede emplearse el concepto de esquematización, sugerido por Grize (2012), para caracterizar el objetivo y la discursiva de un modelo mental. (Caamaño C. 2007)

Por otro lado, es importante mencionar que dichos modelos científicos han sido implementados de manera conjunta con la teoría científica para la enseñanza de la misma en la escuela; entonces las “experiencias de los estudiantes con los modelos científicos ayudan a desarrollar sus propios modelos mentales de los conceptos científicos” (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2002). Por lo tanto en la actualidad no se atiende a las necesidades o intereses que poseen los estudiantes en cuanto a su contexto desde el currículo escolar, pues aunque en la actualidad se habla de la formación integral del estudiante desde el estudio de las ciencias, y que este se ha incorporado al discurso educativo, en realidad sigue siendo una tarea incompleta; es así como cabe la pregunta “¿Qué tipo de enseñanza de ciencias será adecuada para prepararlos para este mundo relativamente desconocido?” (Hodson 2003). Si bien el acceso a la información es cada vez más fácil puesto que contamos con medios informáticos que así lo hacen, no en todos los casos, el estudiante comprende de forma correcta lo que está indagando o consultando para responder las

dudas que emergen de la interacción con su entorno; es así como los procesos de modelización forman un pensamiento estructurado donde se tiene en cuenta no solo el contenido conceptual-teórico sino también lo que sabe el estudiante para lograr un aprendizaje cada vez más concreto.

Es por esto que la modelización como estrategia, le permite al docente la reflexión de su práctica y exploración de alternativas que pueda utilizar dentro del aula para potenciar la enseñanza y aprendizaje del estudiante. Además, contribuye a la formación del conocimiento profesional del profesor en ciencias naturales involucrándolo como actor principal en la escuela y en relación a la construcción del conocimiento con los estudiantes.

Es por esto que la modelización además de contribuir en la formación continua del maestro, y en este caso el profesor de biología, es una estrategia que le exige una constante reflexión de su praxis y lo impulsa a buscar nuevas alternativas que le lleven a potenciar la enseñanza y el aprendizaje en los sujetos propios de su quehacer.

### **6.2.2 Modelos en la enseñanza de las ciencias**

Es importante tener en cuenta que el desarrollo de modelos científicos no es solamente ejercicio de los científicos expertos y que no se pueden ligar con el ámbito educativo, todo lo contrario, debe haber una intrínseca relación entre la producción de conocimiento y la enseñanza en la escuela a través de modelos, es por esto que se decide tomar como referencia lo propuesto por Rueda, L. y Rodríguez, D:

- “Su estructura refleja aspectos relevantes del estado de cosas correspondiente en el mundo real o imaginario” (Justi, 2006, p.3)

**Modelos mentales**

- son aquellos expresados por un individuo a través de cualquier medio de expresión y son de dominio público (Justi & Gilbert, 1999 citados en Felipe, Gallarreta & Merino, 2005).

**Modelos escolares**

- Son aquellos considerados como “representaciones externas, compartidas por una determinada comunidad y consistentes con el conocimiento científico que esa comunidad posee” (Moreira, Greca & Palmero, 2002, p.9)

**Modelos teóricos**

(Idea tomada de Rueda, L. y Rodriguez, D. 2017)

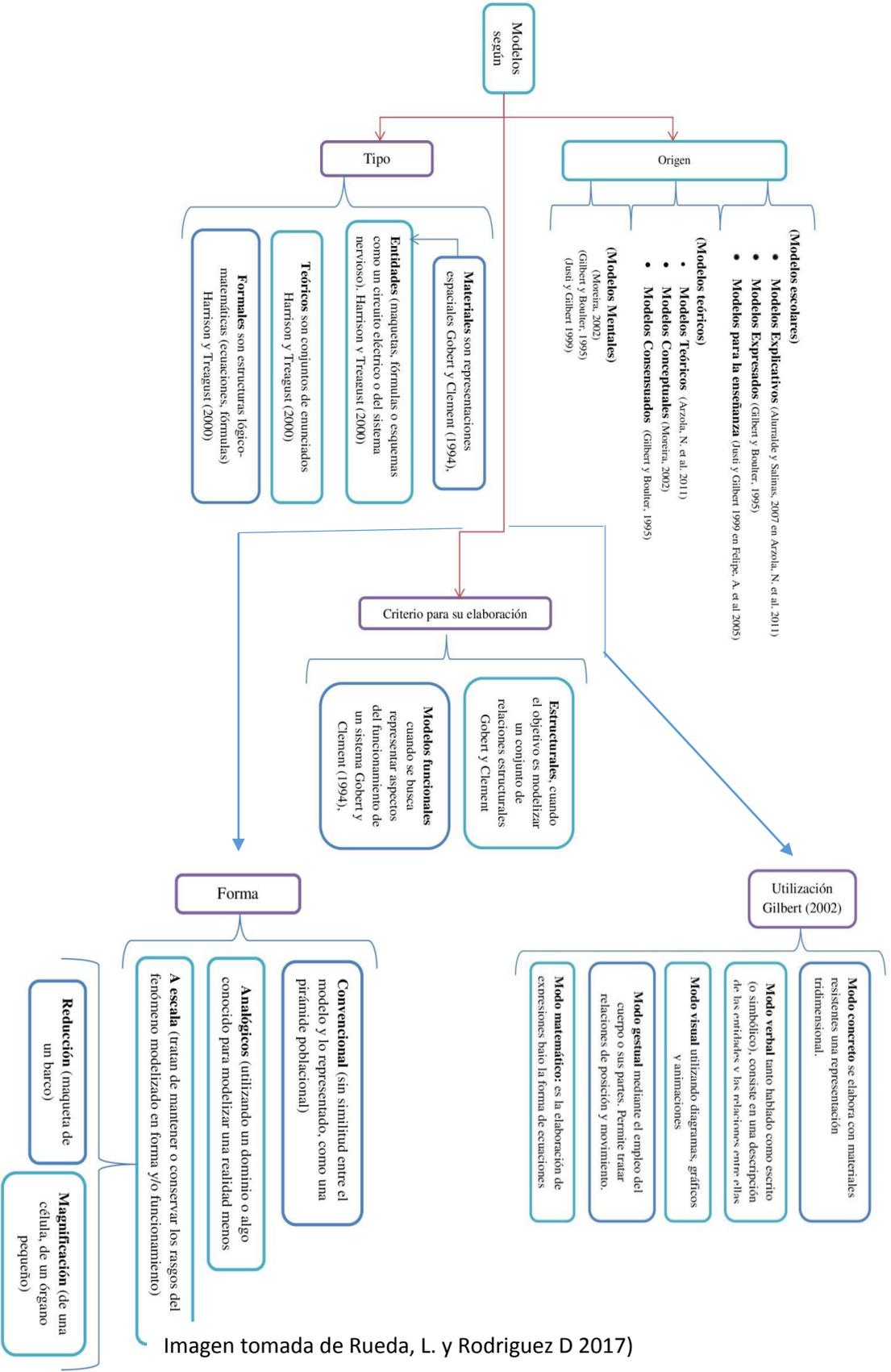


Imagen tomada de Rueda, L. y Rodriguez D 2017)

Si bien en el presente proyecto de grado se hará uso de los modelos escolares o modelización escolar, es clave tener en cuenta los modelos mentales y teóricos ya que también hacemos uso de estos en la aplicación y ejecución del presente trabajo de grado aunque con menos profundidad. En este caso desarrollaremos el prototipo desde la modelización en la clasificación de Entidades (Harrison & Treagust, 2000) y con el criterio de elaboración Funcional por magnificación, y finalmente de uso concreto, debido a la facilidad con la que puede integrarse y/o modificarse para abordar otras temáticas. Se decide así, puesto que el bioprototipo será lo más fiel posible a la morfología de una abeja y además posibilitará la interacción del sujeto con dicho objeto.

Enseñar a los estudiantes conceptos propios de las ciencias naturales como lo es el sistema respiratorio de las abejas es complejo, y más aún si se parte únicamente desde los modelos prediseñados sin tener en cuenta lo que ya sabe el estudiante; por esto que el maestro debe valerse de estrategias y recursos que le faciliten al estudiante la obtención de este conocimiento y su posterior problematización.

“El modelo mental se construye mediante la modelización, siendo el modelo una interiorización abstraída de la realidad, que puede ser abstracta y que por medio del modelo mental esta suele comprenderse mejor haciendo una trasposición o re contextualización didáctica” (Chevallard, 1985). Es entonces el modelo mental un proceso intrínseco en las actividades de aprendizaje, donde permanentemente el estudiante y el maestro van extrayendo los conceptos nucleares de determinado tema, o como es en este caso, del sistema respiratorio en abejas, generando un proceso cognitivo donde el estudiante va recreando de forma imaginativa lo que el maestro le está explicando y que a su vez este también genera diferentes procesos mentales para explicar la temática de tal manera que los estudiantes comprendan con totalidad y se logre un posterior aprendizaje; ahora bien, si llegasen a confluir en un punto medio donde dicha trasposición didáctica a través de la modelización y el diseño del Hymenopterus Class se encuentre con los

preconceptos del estudiante y su proceso modelador podríamos intuir que el estudiante está comenzando a aprender.

Los procesos mentales al ser llevados a la materialización a través de la modelización, pueden llegar a ser núcleos integradores entre los conocimientos, perspectivas, preconceptos e intereses del estudiante con lo que pretende enseñar el maestro. “El reto para el maestro es el de integrar los contenidos, propósitos, estrategias, prototipos didácticos y prácticas que favorecen a los objetivos generales y específicos de la materia de Física. Y así el alumno sea el beneficiado. Ante estas intenciones nos planteamos realizar esta innovación en la materia de Física como un reto personal para obtener una calidad en la educación.” (Hernández, 2005).

### **6.3 Didáctica de las ciencias: que es y para qué sirve**

Cabe aclarar qué es y para qué sirve la didáctica de las ciencias, con el fin de argumentar el diseño y modelización del Antophylus Class. Es aquella rama del saber o de la pedagogía que estudia el proceso de enseñanza y aprendizaje de las asignaturas de ciencias (Moltó, E. 2011). Partiendo con esta definición podríamos afirmar que todo proceso de enseñanza y aprendizaje está estrechamente ligado a la didáctica, y más aún cuando el objeto de estudio es la naturaleza; en el presente las ciencias hacen parte de la cotidianidad del sujeto, bien sea en su trabajo, estudio o hasta en su propio descanso u ocio, vemos niños y jóvenes relacionándose entre sí por medio de aparatos electrónicos que fueron desarrollados a partir de la ciencia y la tecnología; la mayoría de los estudiante consultan en internet antes de tomar un libro para hacer sus tareas, y esto se debe al desarrollo social y científico de los últimos tiempos; entonces si la ciencia nos rodea en todo momento y espacio, se debe hacer un proceso metodológico desde la didáctica para enseñar lo que

la ciencia ha producido en saber, pero ¿es apropiado cualquier tipo de estrategia para enseñar ciencias desde la didáctica?

Si bien la sociedad está relacionada cada vez más con la tecnología, está por sí sola no logra un aprendizaje correcto en el sujeto, a menos que esta cuente con el acompañamiento del maestro, que transpone la información y teoría de forma didáctica para enseñar y favorecer al aprendizaje del estudiante. De por sí, si la tecnología fuera suficiente para que el sujeto aprenda, no se encontrarían situaciones cada vez más comunes, donde el estudiante llega a preguntar al maestro lo que vio en los medios de comunicación, exigiendo una respuesta que lo complazca o al menos aclare su curiosidad.

Pero ¿desde cuándo se hace uso o existe la didáctica de las ciencias? Si conocemos de antemano que la ciencia y el desarrollo de la misma surge antes del modernismo (Comelia, J. 2007), entonces ¿la didáctica de las ciencias llevaría igual o menos tiempo? Porlan (1998) afirma:

“El origen de la didáctica de las ciencias como área de conocimiento disciplinar hay que situarlo en los años cincuenta, asociado al desarrollo institucional que en los países anglosajones se da a la investigación y experimentación en el campo de la enseñanza de las ciencias y en el contexto de una serie de medidas político-económicas y educativas que pretenden impulsar el crecimiento científico y tecnológico de estos países...”

Es por esto que dicha metodología o campo del saber es tan necesaria en los procesos de enseñanza científica y más aun de la enseñanza de procesos biológicos como la del aparato respiratorio, puesto que no solo permite desarrollar una trasposición didáctica que vaya de acuerdo con la temática, lo que ya sabe el sujeto y el saber del maestro, también abarca un campo de estudio más amplio para generar en el sujeto nuevas preguntas y por ende un mayor interés en el área de las ciencias naturales.

Cada sujeto desea comprender el mundo que lo rodea, y en cuanto a enseñanza se refiere, quiere seguir redescubriendo el mundo donde habita. “Todas las personas y los pueblos necesitamos dar explicaciones a los fenómenos naturales y sociales que observamos y con los cuales convivimos” (Roncal, F. Cabrera, F. 2000).

Es necesario para el humano saber más de lo que cada día aprende, pero entre más complejo sea lo que quiere aprender necesita de otro sujeto que sepa más que él mismo y que este le enseñe, pero cuando dicho sujeto que enseña llega al límite de sus explicaciones por falta de conocimiento, es entonces necesaria la participación del maestro, y no porque este tenga las respuesta a todo, si no porque conoce la forma en que se puede facilitar la enseñanza y el aprendizaje en cada persona valiéndose de lo que expertos, científicos e investigadores han desarrollado.

Además es el profesor quien analiza y propone la forma de trasponer el conocimiento y la teoría en términos más comprensibles para el estudiante, es este conjunto de estrategias, metodologías y análisis lo que determinamos en este trabajo como didáctica de las ciencias; cuando el conocimiento y la ciencia llegan a tal punto de volverse complejos tanto en conceptos como en lenguaje, es necesaria dicha didáctica, pues comprende, no solo el contenido científico y teórico del tema a enseñar, sino también las formas para poder acercar a cada sujeto al conocimiento científico. Para esto vale la pena analizar dicho proceso como lo propone en su módulo educativo mencionan a la ciencia como proceso y producto; “Considerada como producto, la ciencia está formada por el conjunto de hechos, principios, teorías y leyes que habitualmente integran desde los tratados científicos más complejos hasta los libros de texto de alumnos y alumnas.” En términos más específicos, al determinar la ciencia como un producto, hace referencia únicamente a la producción de conocimiento que posteriormente puede ser analizado, enseñado y aprendido. Y la ciencia como proceso lo determina: “A partir de la observación y análisis de los diferentes resultados, de la formulación de una serie de preguntas y de la obtención de respuestas, con la

ayuda del maestro”. Es decir, al determinar la ciencia como proceso se refiere al aspecto dinámico, o sea, a la experimentación, análisis y demás ya nombrados que llevan al estudiante a comprender desde la práctica aquello que memorizó o aprendió en la teoría (producto).

Si bien en la ciencia interesa el producto, en la didáctica de las ciencias importa más el proceso puesto que este no solo facilita la enseñanza y el aprendizaje, sino que también “Desarrolla un conjunto de habilidades y destrezas propias del quehacer científico que puedan ser aplicadas para resolver situaciones problemáticas de la vida diaria, del ambiente y del trabajo” (Roncal, F. Cabrera, F. 2000), además de darle un papel importante a las ciencias y en particular a las ciencias naturales en el desarrollo y transformación del mundo.

“En efecto, la tradicional importancia concedida a las inversiones en educación científica y tecnológica, para hacer posible el desarrollo futuro de un país, ha dejado paso al convencimiento de que la alfabetización científica de todos los ciudadanos y ciudadanas ha pasado a constituir una exigencia urgente, un requisito también para el desarrollo inmediato.” (D. Pérez, J. Carrascosa, F. Martínez. 2000). Entre tanto, la didáctica de las ciencias pasa de ser el conjunto de estrategias o



Idea tomada de: Roncal, F. y Cabrera, F. (2000)

metodologías para enseñar la ciencia, a ser un requerimiento de la sociedad para su desarrollo y evolución; entonces no se puede hablar de didáctica de las ciencias como algo que requiere de solamente de conocimiento teórico y praxis para poder enseñar ciencias, ya que se caería en el error de situarla en el campo meramente psicológico y pedagógico del aprendizaje. “-Enseñar es una actividad simple para la que bastan los conocimientos científicos y algo de práctica-. Mientras esta concepción persista en la sociedad, en las autoridades académicas y en los mismos docentes, la didáctica de las ciencias verá muy limitada su influencia sobre la actividad en el aula, lo que, a su vez, se convierte en un serio obstáculo para el desarrollo del nuevo cuerpo de conocimientos (D. Pérez, J. Carrascosa, F. Martínez. 2000).

Es importante reflexionar acerca de dichas concepciones que se desarrollan alrededor de la didáctica de las ciencias; cada profesor construye su forma de enseñar y la replantea a lo largo de su quehacer en el momento que reflexiona su praxis en torno al desarrollo científico y tecnológico, que determinan a su vez el desarrollo social. Esto no quiere decir que cada profesor o grupo de maestros deba construir por sí mismo los conocimientos didácticos que elabora la comunidad científica, sino por el contrario, que se les debe facilitar la ayuda necesaria para participar y apropiarse los conocimientos que dicha comunidad desarrolla; esto se podría lograr desde la inmersión de los estudiantes y el cuerpo docente en la realización de nuevos modelos que sintetizen lo teórico y práctico en función a la enseñanza y el aprendizaje en la escuela, sin dejar de lado aspectos como el desarrollo social y económico, el contexto, metodología, didáctica, lúdica entre otros. “Sólo así los docentes podremos apropiarnos las aportaciones de la investigación didáctica; y sólo así esta investigación pasará a ser debidamente valorada y podrá ejercer una influencia real en el aula”. (D. Pérez, J. Carrascosa, F. Martínez. 2000).

### **6.3.1 Trasposición didáctica, transformar el saber**

La transposición didáctica, propuesta en 1980 por Yves Chevallard, ha tomado gran importancia en el campo educativo, y aun que tenga origen dentro didáctico de las matemáticas se ha logrado interpretar y estructurar para el beneficio de otras didácticas específicas. La transposición didáctica se enfoca en la transformación que sufre el saber desde su origen (saber sabio) y se convierte en un saber útil para ser adecuadamente comprendido e interpretado por el estudiante (saber enseñado). (M. Antonio, K. Sanchez, 2017)

El concepto de transposición didáctica, en tanto remite al paso del saber sabio al saber enseñado, y por lo tanto a la distancia eventual, obligatoria que los separa, da testimonio de ese cuestionamiento necesario, al tiempo que se convierte en su primera herramienta. (Chevallard, 1998, p.12.)

Debe existir un cambio en el saber desde el momento de preguntarse, ¿Qué saberes son enseñables y cuáles no?, y para esto se descentraliza el saber desde la identificación del objeto de estudio de la temática, haciendo de cada aspecto algo independiente, uno separado del otro. Lo que quiere decir esto es que el maestro desentraña cada uno de los conceptos que conforman determinada temática, y concluye por explicar los que son de mayor relevancia dejando de lado conceptos más elaborados y complejos que puedan confundir al estudiante, y que además no son del todo necesario para explicar un tema a la profundidad que lo exige el nivel de estudio del grupo escolar.

Teniendo en cuenta que el saber se delimita para poder pasar por un proceso de descontextualización, se omite en muchas ocasiones las problemáticas que dan origen al saber. Es así, como el conocimiento llega de forma descontextualizada a la escuela, pero retoma su contexto al momento de ser expuesto por el docente, teniendo en cuenta el contexto donde enseña (Alfaro & Chavarría, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior es importante destacar que dentro de la transposición didáctica existen dos tipos de transposición. Está la transposición externa en la cual se definen aquellos contenidos adecuados para su enseñanza donde no necesariamente es el docente el encargado de esta labor, sino que existe una entidad gubernamental para tal fin.(Chevallard, 1998) en el caso de Colombia es el Ministerio de Educación Nacional quien propone los Estándares Básicos de competencia los cuales en palabras del MEN (2014); estos sirven como guía para “El diseño del currículo, el plan de estudios, los proyectos escolares e incluso el trabajo de enseñanza en el aula”. Por otra parte, se encuentra la transposición interna la cual se enfoca en la transformación del saber sabio al saber enseñado, siendo esta acción realizada por el docente (M. Antonio, K. sanchez. 2017).

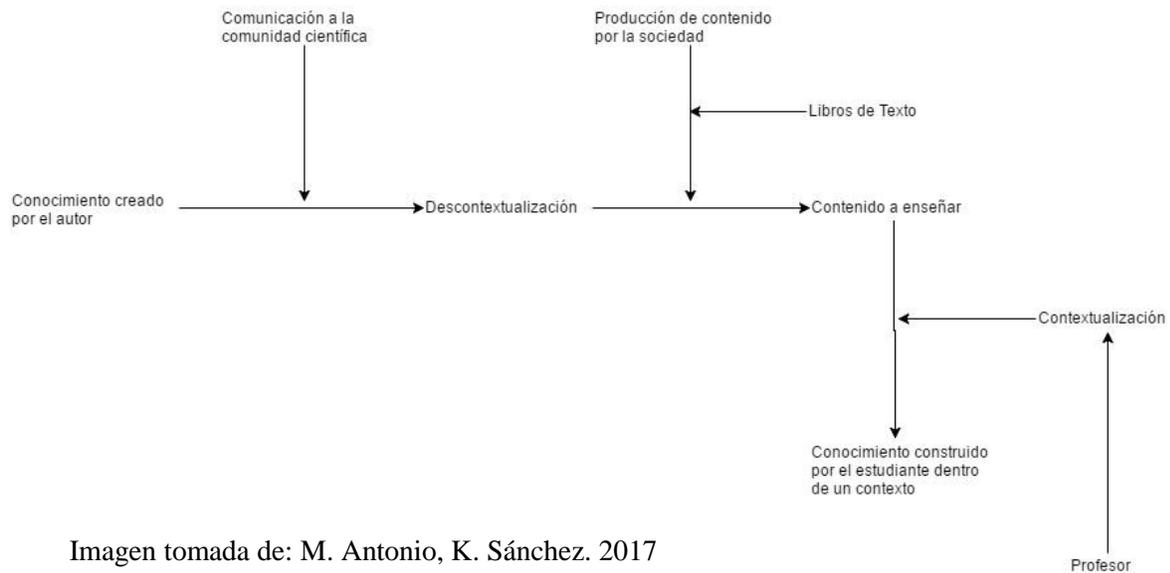
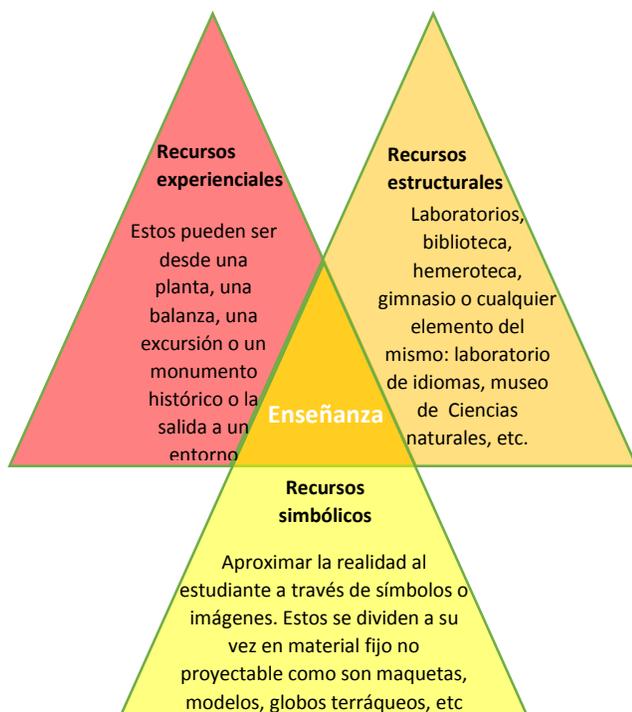


Imagen tomada de: M. Antonio, K. Sánchez. 2017

### 6.3.3 Recurso didáctico como medio integrador del saber

En el ejercicio docente, y a lo largo de las prácticas educativas que he venido desarrollando, he podido identificar que cualquier objeto puede utilizarse como un recurso didáctico, pero no todo recurso es adecuado para determinado tema; como lo menciona la *Federación de Enseñanza de CC.OO de Andalucía* 2009:

*“Partiendo del supuesto de que cualquier sujeto se convierte en medio o recurso didáctico si se inserta en algún momento del proceso curricular, se puede configurar la siguiente clasificación basada en la capacidad que los distintos medios poseen de poner al alumno, directa o indirectamente, ante experiencias de aprendizaje.”*



Idea tomada de: *Federación de Enseñanza de CC.OO de Andalucía* 2009

Si se tiene en cuenta la anterior afirmación podríamos decir que el bioprototipo se ubica dentro de los recursos didácticos como un recurso simbólico pues “Son aquellos recursos que sin

presentar el objeto real pueden aproximar la realidad al estudiante a través de símbolos o imágenes. Estos se dividen a su vez en material fijo no proyectable como son maquetas, modelos, globos terráqueos, etc...” (Quintana. J, 2003).

Aunque podemos contrastar este concepto con la siguiente afirmación: “Son los medios o materiales de apoyo que utiliza el docente para mediar los contenidos de aprendizajes significativos nuevos o de refuerzo mediante la construcción de conocimiento por los propios estudiantes.” (Huambagete. C, 2011). En ambos casos, el recurso didáctico hace referencia a lo que está en disposición del maestro para facilitar la enseñanza, y podemos encontrar gran cantidad de dichos recursos, tales como tableros, marcadores, fichas, afiches, etc. Pero entonces ¿qué hace especial al bioprototipo? Como se afirmó anteriormente todo objeto puede llegar a ser un recurso didáctico, pero no todo recurso didáctico es apto o acorde a un tema a enseñar, es por esto que se justifica el bioprototipo, no solo como recurso didáctico, sino como una estrategia integradora y problematizadora con la temática, debido a que en su desarrollo y construcción, se debe tener en cuenta los aspectos más relevantes de lo que se va a enseñar, como en este caso, la respiración en abejas y adicional las ideas previas que poseen los estudiantes; no serviría un bioprototipo que solo mostrara la parte externa visible de la abeja, sino que permitiera la interacción con el aparato que se encarga de suministrar en todo el organismo el oxígeno, en este caso el sistema respiratorio; adicional a esto, dicha representación del sistema, debe ser lo más parecido al real, para lograr disminuir los errores conceptuales que surgen de recursos didácticos meramente dibujados o esquematizados.

#### **6.3.4 Ideas previas, más que un aspecto a tener en cuenta**

Se sabe que el sujeto conoce, que tiene noción acerca de algún concepto, o por lo menos de algunos elementos que componen determinado saber, por ejemplo, quizás el estudiante no sepa cómo es el sistema respiratorio de la abeja, pero si conoce algo acerca de la respiración y la importancia de esta, teniendo en cuenta lo que el estudiante tiene como idea, partimos de este saber aunque carezca de contenido científico, pues el sujeto “no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores” (C. Muñoz, 2005).

Lo anterior manifiesta que toda relación con el entorno que tiene el sujeto, va construyendo unas nociones o ideas previas que le permiten relacionarse con este, y además le facilita entender y problematizar su propio contexto; entonces se es necesario partir de dichas ideas previas para lograr una comprensión más acertada del tema que se esté dialogando en clase, para lograr una buena enseñanza y aprendizaje.

Tomando en cuenta lo anterior podríamos afirmar que aprender consiste en hacer un esfuerzo para relacionar las ideas que ya se tienen con las nuevas ideas propuestas por el maestro. Esta afirmación parte de que el conocimiento en sí no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción que se realiza principalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea. Cuestión en la cual, sin duda también influyen los conocimientos previos adquiridos por los estudiantes al momento de enfrentar una lección. (C. Muñoz, 2005). Retomando lo anterior, se justifica el desarrollo del bioprototipo debido a que este necesita tener presente las ideas previas del o los sujetos para su construcción y posterior aplicación; pues como ya se ha venido mencionando, este recurso se adapta según las necesidades y conocimientos del grupo estudiantil y las habilidades del maestro.

## 7. METODOLOGÍA

En el presente apartado se describirán los aspectos metodológicos que harán parte del desarrollo del presente trabajo de grado; se determina el tipo de investigación como cualitativa, ya que tiene en cuenta el análisis y la descripción de las cualidades de la población de estudio y proporciona una metodología de investigación que permite comprender el complejo mundo de la experiencia vivida desde el punto de vista de las personas que la viven (Taylor y Bogdan, 1984); por lo tanto, también se considera apto desarrollarlo desde el enfoque hermenéutico-interpretativo refiriéndonos a este como el medio para comprender las percepciones, fenómenos y concepciones frente al mundo que nos rodea (M. Antonio, K. Sanchez, 2017) y como método de investigación se decidió tomar el análisis de contenido.

Para poder cumplir con los objetivos de este proyecto de investigación, siendo coherente con el enfoque y paradigma que se plantearon anteriormente, se implementará el estudio explicativo ya que este “parte de problemas bien identificados en los cuales es necesario el conocimiento de relaciones causa- efecto. En este tipo de estudios es imprescindible la formulación de hipótesis que, de una u otra forma, pretenden explicar las causas del problema o cuestiones íntimamente relacionadas con éstas” (R. Jiménez, 1998)

La anterior consideración se requiere para el avance de este trabajo, debido a que es un “método que ofrece la posibilidad de desarrollar un análisis con alto grado de interpretación y detalle sobre diferentes situaciones, en diferentes contextos educativos, donde se evidencie la relación que se establece entre el maestro de biología, el saber que se enseña y la experimentación” (J. Giraldo, 2016). Por lo anterior se dará mayor relevancia a la interpretación ya que es la característica que más resalta de la investigación cualitativa, esto con el objetivo de comprender detalladamente los casos particulares de estudio.

Los instrumentos que guiaran la ruta metodológica se encuentra la observación participativa, cuestionario, la sistematización. Como técnicas e instrumentos se tomarán: encuestas, registro fotográfico y matriz de análisis categorial.

### **7.1 la investigación cualitativa**

Se opta este tipo de investigación puesto que se busca identificar las interpretaciones y la forma como comprende el contexto el sujeto que interactúa con los elementos del mismo. Así lo afirma Martínez J (2011, p12):

“La investigación cualitativa busca la comprensión e interpretación de la realidad humana y social, con un interés práctico, es decir con el propósito de ubicar y orientar la acción humana y su realidad subjetiva. Por esto en los estudios cualitativos se pretende llegar a comprender la singularidad de las personas y las comunidades, dentro de su propio marco de referencia y en su contexto histórico-cultural” (Martínez. J, 2011)

Se refiere a un tipo de investigación donde el investigador pretende identificar e interpretar los saberes que poseen los sujetos que hacen parte de su objeto de estudio, teniendo en cuenta que hacen parte de una construcción objetiva. Así lo afirma Martínez, J. (2011. p.11):

“Posee un fundamento decididamente humanista para entender la realidad social de la posición idealista que resalta una concepción evolutiva y del orden social. Percibe la vida social como la creatividad compartida de los individuos. El hecho de que sea compartida determina una realidad percibida como objetiva, viva, cambiante, mudable, dinámica y cognoscible para todos los participantes en la interacción social.” (Martínez. J, 2011)

Por otra parte, la investigación realizada en el presente trabajo se organizó teniendo en cuenta cuatro etapas metodológicas propuestas por Quintana (2006) de la siguiente forma: Primera

etapa, se enfoca en la revisión documental, para posteriormente establecer un orden en la búsqueda de antecedentes y referentes conceptuales, que ayudaron a darle forma y cuerpo a la problemática identificada. Como segunda etapa, se estableció un análisis de contenido para organizar de forma adecuada la información obtenida para posteriormente, generar las categorías que permitieran la exploración e indagación del objeto a investigar del presente trabajo. En la tercera etapa se establece la recolección de datos por medio de los instrumentos seleccionados que fuesen acordes a la investigación acá planteada, tales como registro fotográfico, observación participante y encuestas; finalmente en la cuarta etapa se desarrolla el análisis de resultados y su respectiva interpretación, que dan cuenta del procesos que se llevó a cabo en el desarrollo investigativo del presente escrito.

La investigación cualitativa busca la comprensión e interpretación de la realidad humana y social, con un interés práctico, es decir con el propósito de ubicar y orientar la acción humana y su realidad subjetiva. Por esto en los estudios cualitativos se pretende llegar a comprender la singularidad de las personas y las comunidades, dentro de su propio marco de referencia y en su contexto histórico-cultural (Martínez. J, 2011). También se podría tomar este tipo de investigación como lo propone Azevedo T (2009, p. 169):

La primacía de su interés radica en la descripción de los hechos observados para interpretarlos y comprenderlos en el contexto global en el que se producen, con el fin de explicar los fenómenos.

En conclusión, este tipo de investigación permite la interpretación desde un contexto global facilitando la comprensión de una realidad en específico, dejando ver más allá de los intereses individuales, los particulares que benefician la investigación en sí.

## **7.2 Enfoque epistemológico**

La presente investigación se enmarca en el paradigma hermenéutico-interpretativo, debido a que permite establecer un análisis en torno al contexto y la problemática interpretada por el investigador, así facilita el ejercicio de diseñar material educativo por parte del maestro en formación y/o en ejercicio, para lograr este ejercicio, es necesario entender a que hace referencia la interpretación; según Arraes M, Calles J, Moreno de Tovar L (2006, p.177)

“Indica no sólo el procedimiento de algunas ciencias, o el problema de una recta interpretación de lo comprendido, sino que se refiere al ideal de un conocimiento exacto y objetivo, siendo la comprensión el carácter ontológico originario de la vida humana que deja su impresión en todas las relaciones del hombre con el mundo, pues el comprender no es una de las posibles actitudes del sujeto, sino el modo de ser de la existencia como tal.”

Igualmente, Rodríguez, J. (2011, p.12) toma a la hermenéutica como un proceso equivalente a la interpretación: “busca descubrir los significados de las distintas expresiones humanas, como las palabras, los textos, los gestos, pero conservando su singularidad.” Por lo anterior se es justificado llevar la metodología por medio del enfoque presentado, debido a que el objeto y la problemática de estudio son propias de la interpretación que se dio por medio de los instrumentos y técnicas de recolección.

## **7.3 Métodos e instrumentos**

Para la realización de un proyecto investigativo, no es suficiente con la narrativa del mismo, es necesario un conjunto de instrumentos y métodos, que den cuenta de la veracidad de los datos allí consignados, que permitan acercarse al objeto de estudio. “El debate contemporáneo frente a

la ciencia y al conocimiento ha demostrado que son múltiples las formas de conocer y, por consiguiente, múltiples y diversos los métodos que nos permiten acercarnos al objeto de estudio (Martínez. J, 2011). A continuación, se describirán los métodos e instrumentos que se utilizaron para la metodología y recolección de datos

### **7.3.1 Revisión documental**

En este apartado, se resalta la importancia de este tipo de metodología, pues permite reconocer por medio de una recolección de datos previos a la investigación, la información más relevante referente al objeto de estudio, población, y aportes por otras investigaciones afines, Se busca por medio de esta técnica investigativa estar actualizado en el tema que se explora. Es requisito la indagación de archivos de bibliotecas y hemerotecas, así como archivos digitales clasificados entre otros (Jesús. D, 2012).

Por lo anterior se establece un orden en la revisión de referentes y antecedentes tomando en cuenta el tema a investigar y la población a la que va dirigida, esto con el fin de sintetizar y hacer más comprensible los hallazgos que se evidenciaron durante la observación de los mismos. Con esto se pretende situar al lector en un contexto menos desconocido, ya que el tema principal, que es el diseño de material didáctico, así lo exige; dicho contexto se desarrolla alrededor de una matriz categorial que le permitirá al lector, no solo comprender sino validar y contrastar la información allí consignada con el bioprototipo desarrollado.

### **7.3.2 Registro fotográfico**

En este apartado, se decide la implementación del registro fotográfico como herramienta de recolección de evidencia debido a su irreductibilidad al momento de mostrar actores y objetos en tiempo y lugar real. Como lo define Augustowsky. G (2007, p.149):

“Pero incluir la fotografía en la investigación supone ir más allá de su función ilustradora; no se trata simplemente del paso de una narrativa textual a una visual, sino del pasaje de la verificación a la construcción de conocimiento”.

Ahora bien, esta valiosa herramienta permite evidenciar numerosos procesos dentro del aula de clases, hablando de su aplicabilidad en contextos educativos “ha demostrado ser una herramienta metodológica sumamente valiosa para el estudio de las prácticas de enseñanza desde una lógica de descubrimiento.” (Augustowsky. G, 2007). Cada herramienta utilizada para la investigación debe ser acorde a la metodología propuesta en desarrollo de la misma, y esta no es la excepción, debido a que, durante el proceso de identificación de ideas previas, diseño y modelización del bioprototipo, se recomienda demostrar lo que se expresa en el presente trabajo, llegando a ser la fotografía más allá de un mero registro, una serie de evidencias que soportan lo expresado acá.

### **7.3.3 Observación participativa**

Es importante resaltar que el acto de observar se basa en mirar y estudiar algo detenidamente, concentrándose específicamente en aquello que llama nuestro interés, permitiendo de forma directa por medio de nuestros sentidos aprender de una infinidad de temas que en un momento de desinterés no lograríamos relacionar ni reconocer. De esta manera podemos dividir la observación en dos formas: directa e indirecta, la directa se refiere a aquella en donde el investigador procede a la recopilación de información sin dirigirse a los sujetos involucrados, fijando con antelación los parámetros que requiera su investigación; y en la indirecta es el investigador quien se dirige al grupo para obtener la información deseada utilizando diversos instrumentos como encuestas, entrevistas o cuestionarios. Por ende, es la observación participante la cual le permite al investigador percibir la realidad en la que se encuentra inmerso; permitiendo

resultados concretos Cerda (2005) convirtiéndose en una forma activa y participativa en la cual él observa y percibe la información de manera más sencilla; respecto a esto Bonilla & Rodriguez (1997, p.118) refiere que:

“Dentro de las investigaciones cualitativas, se enriquece la recolección de información a partir de las acciones de las personas y su ambiente, lo cual implica la focalización de manera intencional sobre ese algo en particular, “con el fin de reconstruir inductivamente la dinámica de la situación” (Martinez. J, 2011)

### **7.3.4 Análisis de contenido**

#### **7.3.4.1 matriz categorial o categorización**

Quintana & Montgomey (2006), el desarrollo de las categorías es el primer paso para realizar la estructuración del análisis después de la culminación ya sea parcial o total del trabajo en campo. (Citado por Antonio. M y Sánchez. K 2017)

De acuerdo con lo anterior, la categorización obedece a un proceso de organización de datos, las cuales surgen de la revisión de los antecedentes, marco teórico y los formatos de validación obtenidos durante el proceso. (Ver Tabla N°1)

#### **7.3.4.2 Formato de validación**

La versión más reciente de la definición de validación se presenta en la norma ISO 9000:2000 en donde se establece que la validación es la confirmación y provisión de evidencia objetiva de que se cumplen los requisitos para un uso o aplicación prevista. (Lazos, R. Hernández I, 2004). Se desarrolla una matriz categorial donde se describe los parámetros a tener en cuenta

para la evaluación del bioprototipo por parte de los lectores y actores que validaron el bioprototipo, (Ver tabla N°1). En esta tabla se les ha asignado un código a cada apartado para su posterior organización, análisis e interpretación. Además se desarrolla un formato individual de validación para el bioprototipo, debido a ser una propuesta innovadora para la enseñanza de las ciencias, al ser provista de evidencia objetiva que indique que los requisitos para su desarrollo son los correctos, necesitamos de la observación y opinión de un experto en artes plásticas en este caso la profesora Carolina Romero (Código M1) de la Universidad Pedagógica Nacional, del departamento de la licenciatura en biología; un maestro de colegio, en este caso la profesora de quinto de primaria Nataly Ortegón (Código M2). (Ver anexos 11.1, 11.2) (Ver tabla N° 2).

COD	CATEGORÍA	COD	SUBCATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	COD	PREGUNTAS
DD	DISEÑO DIDÁCTICO	UP	USO PRACTICO	Se trata de la relación entre los recursos necesarios para llevar a cabo la prueba y los recursos disponibles (Bachman y Palmer, 1996)	P1	¿El bioprototipo cuenta con materiales aptos para el uso en el aula de clases?
		EC	EXPRESIÓN COMUNICATIVA	Los objetos se cargan de significado, los cuales trascienden en su funcionalidad práctica. (Pérez. C, 2010)	P2	¿El bioprototipo logra expresar en forma, más que en función, la estructura del aparato respiratorio?
		IS	INTERACCIÓN SENSORIAL	No debería reducirse únicamente a la parte perceptible del objeto a través de los sentidos, sino que también el diseñador debería pensar en aquellos recursos e ideas que permitieran	P3	¿El Hymenopterus Class, es ergonómico, agradable a la vista y de fácil comprensión?

				satisfacer las necesidades de la vida social e individual. (Bürdek, B. 2007) o en este caso, escolar.		
DC	DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	TD	TRASPOSICIÓN DIDÁCTICA PARA EL HYMENOTERUS CLASS	Hace referencia a la habilidad de descontextualizar y recontextualizar el saber por medio (Alfaro & Chavarría, 2012).	P4	¿Se podría explicar el sistema respiratorio por medio del Hymenopterus Class?
		RD	RECURSO DIDÁCTICO	Son aquellos recursos que sin presentar el objeto real pueden aproximar la realidad al estudiante a través de símbolos o imágenes. Estos se dividen a su vez en material fijo no proyectable como son maquetas, modelos, globos terráqueos, etc..." (Quintana. J, 2003).	P5	¿El bioprototipo acerca el concepto "sistema respiratorio" al sujeto por medio de la interacción?
		IP	IDEAS PREVIAS	“no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores” (C. Muñoz, 2005)	P6	¿Se puede utilizar el bioprototipo teniendo en cuenta lo que ya sabe el sujeto?

MC	MODELIZACIÓN CIENTÍFICA ESCOLAR	PG	PROCESO GENERADOR DE EXPLICACIONES	“Todas las personas y los pueblos necesitamos dar explicaciones a los fenómenos naturales y sociales que observamos y con los cuales convivimos” (Roncal, F. Cabrera, F. 2000).	p7	¿El bioprototipo logra mostrar de forma estructurada y teórica del aparato respiratorio de una abeja?
		SI	SÍNTESIS DE IDEAS PRINCIPALES	La comunidad de la didáctica de las ciencias viene trabajando desde diferentes perspectivas para llevar prácticas de modelización científica auténticas a las aulas de ciencias (ACHER. A, 2014)	p8	¿El Hymenopterus Class posee características de la modelización científica llevado a la modelización escolar?
		ME	MODELO ESCOLAR	Identificar qué tipos de modelos tienen sentido y son productivos para los estudiantes en distintas etapas de la vida escolar es un punto crítico para pensar el compromiso gradual de los estudiantes con esta práctica (Acher. A. 2014)	p9	¿El Hymenopterus Class posee un lenguaje visual acerca del sistema respiratorio además de la estructura y morfología de las abejas?

Tabla N°1 Matriz categorial

Para este ítem, remítase a la matriz categorial en la	Ítems					Observaciones		
	Diseño y	5	4	3	2		1	
		(IS) Su uso es claro y de fácil manipulación						
		(UP) Mantiene el interés del usuario						
(EC) El lenguaje es claro y pertinente								

	(EC) Existe relación entre el contenido y la teoría						
	(UP) Los colores, formar y texturas son acordes a la forma natural de una abeja						
	(UP)El material funciona sin errores						
	(EC) El material se encuentra libre de errores conceptuales, metodológicos y didácticos						
	(IS) El Bioprototipo es fácil de usar						
Para este ítem, remítase a la matriz categorial en la categoría Didáctica de las ciencias	<b>Didáctico</b>	(RD) Presenta elementos que llaman la atención, crean expectativas, despiertan el interés y motivan para conocer más acerca de los procesos reguladores y naturales en los insectos en general.					
		(TD) El material proporciona ventajas respecto al uso de otros medios adicionales.					¿Cuáles?
		(IP) Logro comprender el concepto sistema respiratorio y estructura interna de las abejas.					
		(TD)El contenido conceptual del Bioprototipo es pertinente para el aprendizaje del concepto sistema respiratorio en insectos					
		(RD) Se comprenden todos los contenidos y conceptos.					
		(TD) La estructura de armado y desarmado es apropiadas para el tema desarrollado.					
		(IP) Encontró información útil que ya había conocido con anterioridad en su proceso de formación, respecto al diseño y construcción de material didáctico					
		(IP) La enseñanza es colectiva y retroalimentada.					

Para este ítem, remítase a la matriz categorial en la categoría Modelización	<b>Modelización</b>	(SI) Se entiende la forma de armado y desarmado del Bioprototipo						
		(PG) El lenguaje con el que se da a entender el bioprototipo es claro.						
		(SI) Contribuye en un proceso de problematización de la temática abordada						
		(ME) Propicia la comprensión de nuevos conceptos y el uso amplio de vocabulario científico relacionado al tema.						
		(ME) El material permite usar el contenido para relacionarlo en la vida cotidiana, y potencializar aspectos de orden educativo, sociales y ambientales						
		(PG) Promueve explorar nuevas formas de comunicación y expresión						
		(PG) Viabiliza la obtención y relación de información sobre las estructuras internas y funcionamiento de las mismas.						
		(SI) Generó atención y expectativa para cuestionarse y actuar como sujeto capaz de construir su propio material didáctico.						

Tabla N° 2. Formato de validación del bioprototipo

### 7.3.4.3 Diseño y construcción del Hymenopterus class

A continuación, se mostrará como evidencia un registro fotográfico del bioprototipo Hymenopterus class, donde se puede evidenciar, el tamaño, color, forma, y materiales descritos en el siguiente link <https://www.youtube.com/watch?v=HiUcpB94174&t=44s>



Registro fotográfico tomado por González, M. 2019



Registro fotográfico tomado por González, M. 2019

## **8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS**

En este apartado se encuentran los resultados y sus respectivos análisis divididos de la siguiente forma:

### **8.1 Análisis de experiencias pedagógicas**

A partir del registro fotográfico tomado a lo largo de las experiencias pedagógicas desarrolladas en eventos de la universidad pedagogía nacional, de bioprototipos hechos para algunos maestros del departamento de biología y de la práctica pedagógica realizada en el Colegio Estanislao Zuleta, con el grado 5, se hace un análisis de la experiencia total obtenida.

Momentos	Evidencia fotográfica	Descripción y análisis
<p>Expociencias en Corferias (1 de octubre 2015), participación de la Universidad pedagógica nacional, con el proyecto <i>Insectos para educar</i></p>	<div data-bbox="461 283 932 617" data-label="Image"> <p>Miguel Ángel González Estudiante U.P.N. en Biología</p> </div> <p data-bbox="451 621 1019 709">fotografía tomada de <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Th_KWWYRnxE">https://www.youtube.com/watch?v=Th_KWWYRnxE</a></p> <div data-bbox="453 743 937 1108" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="451 1178 992 1213">Fotografía tomada por González. M, 2015</p>	<p>Se hace una participación en el proyecto del Profesor Diego Campos llamado <i>insectos para educar</i> donde se presente en Expociencias en Corfrias varios prototipos de algunas partes de un coleóptero para mostara caracteres diagnosticos de este orden de insectos.</p> <p>Se obtiene una participación significativa de los asistentes a esta feria, con un gran impacto referente al diseño de este tipo de materiales didácticos, ya que como manifestaban los participantes, se hace visible las partes características que no se pueden detallar a simple vista en un organismo real.</p>

Diseño y construcción de bioprototipo de un Trichoptera para el profesor Diego Campos del departamento de biología



Foto tomada por González. M, 2015

En esta ocasión se diseña y construye a petición del profesor Diego Campos un bioprototipo de insecto (trichoptera) para uso académico.

Para el diseño del mismo se tuvo en cuenta aspectos como la morfología del insecto, materiales aptos para la modelación y que además permitieran un aspecto real, parecido al organismo vivo.

Como resultado de esta experiencia, se generaron diversos bioprototipos para otros maestros y estudiantes que se interesaron en este tipo de material didáctico para el uso educativo en contexto universitario

<p>Experiencia pedagógica en el colegio Estanislao Zuleta con salida de campo a la Universidad Pedagógica Nacional</p>	 <p>Foto tomada por González. M, 2015</p>	<p>En esta experiencia pedagógica, se propuso con la maestra titular una actividad de diseño y construcción de bioprototipos que explicaran el proceso de respiración en diferentes animales.</p> <p>Como resultado se obtiene varios bioprototipos con un contenido didáctico llamativo y acorde a la temática, y un proceso de diseño detallado por parte de los estudiantes. Adicional se incentiva este tipo de procesos por medio de una salida pedagógica a las instalaciones de la universidad pedagógica nacional, a aquellos estudiantes que tuvieron en cuenta la mayor cantidad de aspectos relevantes del diseño y la modelización.</p>
--	--	---

## 8.2 Análisis de la matriz categorial y el formato de validación

Seguidamente se realiza el estudio de la información adquirida de la matriz categorial, el formato de validación y registro fotográfico de las experiencias pedagógicas; y se procederá en especificar cada uno de los hallazgos en las categorías presentadas en la matriz. Esto nos permitirá posteriormente concluir si la propuesta de trabajo de grado es viable y acorde a los objetivos que en este se presentan.

Cada ítem del formato de validación esta soportado por cada una de las categorías de la matriz categorial, lo que le permite al evaluador tener referencia de cada uno de estos parámetros para la evaluación y validación del Hymenopterus class.

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos, detallado en cada uno de los capítulos del marco teórico, y de la matriz categorial así como del formato de validación. (ver anexos 11.1 y 11.2)

### 8.2.1 Análisis desde la perspectiva del diseño

En este apartado se detallará las falencias y fortalezas del bioprototipo *Hymenopterus class* desde la perspectiva del diseño según los resultados que arrojaron los formatos de validación desde la matriz categorial (ver tabla N° 3)

DD			
Matriz categorial		Formato de validación (calificación de 1-5)	
		M1	M2
UP	P1	5	5
EC	P2	4.6	5
IS	P3	5	5

Tabla N° 3 Análisis de resultado desde la perspectiva del diseño didáctico

En esta tabla se muestra el resultado de la calificación de las maestras, proyectando para el presente apartado una calificación de 4.93 en la efectividad del bioprototipo en cuanto a su diseño, esto quiere decir que cumple con lo establecido en el marco teórico y con uno de los objetivos claves del presente trabajo.

De esta forma se demuestra que: primero, el diseño no solo está meramente enfocado en la parte industrial y comercial, sino que toma un papel importante en la enseñanza y segundo, que durante el proceso de planeación y construcción del *Hymenopterus class*, se fue muy cuidadoso en cumplir con las características propias del diseño, para crear un bioprototipo que impacte y vaya

acorde con la estrategia de enseñanza planteada en el presente trabajo. Afirma García y Domínguez (2011):

“Una de las acciones que caracteriza a los docentes es el diseño del aprendizaje de los alumnos. Los docentes continuamente estamos tomando decisiones que de una u otra forma afecta lo que los alumnos aprenden y la forma cómo lo hacen” (García. M, Domínguez C. 2011).

En resumen, el diseño del Hymenopterus Class fue satisfactorio en cuanto su forma, materiales, ergonomía, manipulación e impacto visual.

### 8.2.2 Análisis desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias

En este apartado se detallará las facultades desde la didáctica de las ciencias en la escuela del bioprototipo Hymenopterus class. Los resultados que arrojaron los formatos de validación desde la matriz categorial fueron: (ver tabla N° 4)

DC			
Matriz categorial		Formato de validación (calificación de 1-5)	
		M1	M2
TD	P4	5	5
RD	P5	4	5
IP	P6	4.5	5

Tabla N°4 Análisis desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias

Como resultado se obtiene una calificación de 4.75 referente al apartado de la didáctica de las ciencias, cumpliendo casi en totalidad con lo propuesto en uno de los objetivos, y la revisión documental de los antecedentes y marco teórico. Esto refiere que el bioprototipo es en su totalidad un material completamente didáctico, y acorde a las características de la didáctica de las ciencias

facilita el abordaje y la trasposición del contenido a enseñar por sus elementos físicos, tales como forma, estructura y apariencia, además de su facilidad a la hora de ser aplicado.

### 8.2.3 Análisis desde la perspectiva de la modelización científica

En este apartado se evidencia el cumplimiento de las características de la modelización científica en la escuela por medio del bioprototipo Hymenopterus Class. Los resultados que arrojaron los formatos de validación desde la matriz categorial fueron: (ver tabla N° 5)

MC			
Matriz categorial		Formato de validación (calificación de 1-5)	
		M1	M2
PG	P7	4.3	5
SI	P8	3.3	5
ME	P9	4.5	5

Tabla N°5 Análisis desde la perspectiva de la Modelización científica

El resultado fue una calificación de 4.51 refiriéndose a los conceptos evidenciados en el bioprototipo acerca de la modelización científica que se pudo notar en este. Esta calificación indica que este material didáctico cumple en mayoría con las características de la modelización, y facilita la enseñanza de conceptos biológicos como en este caso el sistema respiratorio en abejas.

### 8.3 Análisis integral

Después del proceso de documentación de antecedentes, y marco teórico, se procede a validar dicho material didáctico, teniendo en cuenta las experiencias pedagógicas y la calificación

expresada por un experto y una maestra en ejercicio, dando como resultado una visión positiva y acertada acerca del uso de este tipo de estrategias, que dan como resultado un material didáctico que responde a las exigencias de una población sujeta al desarrollo científico y tecnológico, esto con el fin de favorecer la enseñanza de las ciencias en el contexto educativo teniendo como base al diseño, el cual, como se menciona anteriormente, cuenta con unos requisitos específicos para ser apto a la hora de interactuar con la población estudiantil. Esta característica integrada en el bioprototipo, amplía el uso de este tipo de materiales didácticos a diferentes campos de la educación, bien sea en primaria, bachillerato o en la educación superior.

Demuestra una gran aceptación por parte de diferentes actores de la comunidad académica, al ser de fácil construcción, y con elementos del diseño que se pueden adoptarse dentro de la didáctica de las ciencias, bien sea por facilidad de materiales y costos, como por la fidelidad que presenta en forma y estructura.

## **9 CONCLUSIONES**

El presente apartado presenta las conclusiones que se llegaron a desarrollar en la presente investigación; Como primera medida, se presentan las conclusiones referentes a las experiencias pedagógicas que tuvieron lugar en diferentes escenarios, su incidencia en la formación del maestro en biología, al igual que en el proceso de enseñanza que ocurre en la praxis, y las posibles problemáticas que surgen de este ejercicio.

Seguidamente se abordará la importancia del diseño en la construcción de material didáctico tomando elementos de la modelización científica, y finalmente soportado por la didáctica de las ciencias. Lo anterior con el fin de demostrar la importancia que tiene la formación continua del

maestro, para mejorar constantemente su práctica y quehacer. Para finalizar se harán recomendaciones referentes al diseño, construcción y uso de este tipo de material didáctico, así como sus alcances y limitaciones.

1. Se identificó por medio de la revisión bibliográfica referentes conceptuales del diseño educativo, modelización científica y didáctica de las ciencias.

Se evidencia desde el marco teórico que se ignora la importancia que tiene el diseño de material didáctico en la escuela y en la formación del profesor; se evidencia poco conocimiento referente a este concepto, lo que facilita la aparición de errores conceptuales, materia prima inadecuada y mala interpretación teórica en muchos de los materiales didácticos que se utilizan hoy en día.

2. Se logró construir el bioprototipo HYMENOPTERUS CLASS teniendo en cuenta caracteres morfológicos, desde la modelización científica y el diseño

Este tipo de materiales facilita la comprensión conceptos complejos y de gran contenido teórico, y permite volver visible lo intangible o lo que nos es complicado ver a simple vista; además promueve la creatividad en los sujetos que interactúan con este.

3. Se evidencio la efectividad del bioprototipo en términos del diseño, la modelización y las didácticas de las ciencias.

Las ventajas de conocer acerca del diseño, modelización científica y didáctica de las ciencias de forma integrada, son benéficas al momento de proponer una estrategia de enseñanza, que facilite la comprensión de un tema o concepto de las ciencias naturales.

## **10 CONSIDERACIONES**

- Como primera medida se sugiere integrar en el currículo un componente dedicado al diseño de material didáctico desde la perspectiva misma de este, teniendo en

cuenta procesos de modelización científica, acompañados de la didáctica de las ciencias de forma integrada.

- Durante el proceso de mi formación profesional como licenciado en biología, se formaron aspectos propios del pensamiento crítico a nivel social, político, económico y educativo
- Se resalta la importancia del acompañamiento del tutor en los procesos educativos y de formación profesional y personal, promoviendo una mirada crítica hacia la situación actual de la educación en Colombia; procesos que deben seguirse después de terminado la formación como licenciado, de forma colectiva con los futuros profesores.
- La construcción del material didáctico propio para enseñar ciencias, debe tener la participación del maestro en ciencias para generar mayor impacto en el uso y creación de este tipo de estrategias didácticas.
- Por último se sugiere la participación de expertos en esta área (diseño) aunque no sean de la universidad; dicho en otras palabras, sería de gran provecho que se gestionara el acompañamiento y trabajo colectivo con otras universidades, para lograr un alcance mayor y un impacto más significativo en cuanto a la producción de material didáctico

## 10 BIBLIOGRAFIA

- Acher, A. (2014) Cómo facilitar la modelización científica en el aula. Pg 63
- Acher, Arcà y Sanmartí, (2007); van Driel y Verloop, (1999). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. Tomado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-38142014000200005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142014000200005)
- Acquistapace, (1997); Huddle y cols.,(2000); Harrison y Treagust, (1998). La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo. Tomado de Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 N° 3 (2005).
- Alfaro, C. Chavarría, J. (2012). La transposición didáctica: un ejemplo en el sistema educativo costarricense. Uniciencia, vol. 26, núm. 1-2, 2012, pp. 153-168 Universidad Nacional Heredia, Costa Rica. Tomado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475947764014>
- Antonio, E. Silvia, C. Merino, G. (2005). La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 N° 3.
- Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N., Oliva-Martínez, J. M., y Aragón-Méndez, M. M. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de cas. Revista Científica, 32(2), 193-206.
- Arraes, M. calles, J. Moreno de Tovar, L. (2006, p.177). La Hermenéutica: una actividad interpretativa\* Sapiens. Revista Universitaria de Investigación.
- Augustowsky. G (2007, p.149). El registro fotográfico para el estudio de las prácticas de enseñanza en la universidad de la ilustracion al descubrimiento.

- Bürdek, B. (2007). Historia Teoría Y Practica Del Diseño Industrial. Obtenido de <https://www.academia.edu/8349469/75861399-Bernhard-Burdeck-Diseno-Historia-Teoria-Y-Practica-Del-Diseno-Industrial-escaneado-como-texto>
- C. Muñoz, (2005). Ideas previas en el proceso de aprendizaje de la historia.caso: estudiantes de primer año de secundaria, chile. Regional geoenseñanza. Vol.10-2005 (2). Julio - diciembre. p.209-218. ISSN 1316-60-77
- Cerda, H. (2005). Los elementos de la investigación, como conocerlos, diseñarlos y construirlos.
- Chevallard, Y.( 1985 ). La transposición didáctica, del saber sabio al saber enseñado.
- Chona, G et al (1998). Lo que nos dice la historia de la enseñanza de la biología en Colombia —una aproximación—. Tomado de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/download/5686/4697>
- D. Pérez, J. Carrascosa, F. Martínez. (2000). Capítulo 1 una disciplina emergente y un campo específico de investigación. pp 3.
- Duarte. J, Gutiérrez. G, Fernández. F, (2007). Desarrollo de un prototipo didáctico como alternativa pedagógica para la enseñanza del concepto de inducción electromagnética. Tomado de Tecné, Episteme y Didaxis N. ° 21, 2007
- Federación de Enseñanza de CC.OO de Andalucía. (2009). La importancia de los recursos didácticos en la enseñanza.
- Felipe, A. (2005) la modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo
- Gaité, A. (2013) Didáctica del taller de diseño. Tomado de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://edicionesdelau.com/prducto/didactica-del-taller-de-diseno-programa-ideas-y-monografias/&ved=2ahUKEwi->

nfm\_toPjAhXHwFkKHXsyBB8QFjAAegQIARAB&usg=AOvVaw31pCtGedZGAMwx  
XuEGVCYL

- 
- García, C., Domínguez, C., Sánchez, M., (2011) Diseñar el aprendizaje en la universidad: Identificación de patrones de actividades.
- Garcia, M., Domínguez, C. (2011). Diseñar el aprendizaje en la Universidad: Identificación de patrones de actividades. Profesorado, 15(2), 181-198. Tomado de <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/29252>
- Gomez, A. Marzo (2005). La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar
- Granados, A. (2013). Importancia de utilizar el diseño gráfico en los cursos con componente virtual de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. Edutec.
- Hernandez .V.(2005) los prototipos didácticos: otra forma de enseñar la asignatura de física en la escuela preparatoria de Silao de la Universidad de Guanajuato.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future International Journal of Science Education, 25(6), pp. 645-670. Retomado de [https://www.academia.edu/25887967/La\\_Enseñanza\\_De\\_Ciencias\\_Basada\\_en\\_La\\_Elaboración\\_De\\_Modelos](https://www.academia.edu/25887967/La_Enseñanza_De_Ciencias_Basada_en_La_Elaboración_De_Modelos)
- Huambaguete. C, (2011).Recursos didácticos para el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de Lenguaje, del quinto año de Educación General Básica del Centro Educativo Comunitario San Antonio, de la comunidad Santa Isabel, Parroquia Chiguaza, cantón Huamboya, periodo lectivo 2010-2011. Tomado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3241>

- Iglesias, Rodrigo Martín, Bohórquez Nates, Miguel, Motta, Jorge Martín, & Speziale, Anabella. (2013). La epistemología del diseño como construcción problemática. *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas. Mario J. Buschiazzo*, 43(1), 121-134. Recuperado en 19 de febrero de 2019, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2362-20242013000100010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2362-20242013000100010&lng=es&tlng=es).
- Lage, J. Hernandez, G. (2009). La modelación y los modelos teóricos en la ciencia. Una concreción en la auditoria interna con enfoque de riesgo. Cuba. Tomado de <http://www.eumed.net/ce/2009b/tjm.htm>
- Lazos R, Hernández I. (2004) la validación de métodos: un enfoque práctico. Tomado de <https://www.cenam.mx/simposio2004/memorias/TA-090.pdf>
- Litwin, E. (2000) Las configuraciones didácticas. Paidós, Buenos Aires.
- Lozada p., Falcon, N. prototipos experimentales orientados al aprendizaje de la óptica. Universidad de Carabobo, Venezuela. (2010)
- Lozada, P, Nelson, F. Diciembre, (2008). DISEÑO DE PROTOTIPOS EXPERIMENTALES ORIENTADOS AL APRENDIZAJE DE LA ÓPTICA.
- M. Antonio, K. sanchez, (2017). Caracterización de la práctica de laboratorio en el curso de sistemas microbianos como una mirada a la formación de los futuros licenciados en biología. Pp 39.
- Martín, R. (2013). La epistemología del diseño como construcción problemática. Pág 131 tomado de <http://www.iaa.fadu.uba.ar/ojs/index.php/anales/article/download/109/97>
- Martinez, J. (2011). Métodos de investigación cualitativa. silogismo Número 08 Revista de la Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo. Bogotá - Colombia.

- Meseguer, D. Mas, J. ( 1994 ). Experiencias de cátedra en las clases de física del primer curso de Escuelas Técnicas
- Moreira, A, Brasil, (1999) modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias.
- Oehlke, H, (1977). La conceptualización del diseño.
- Perez, C. (2010) El diseño, el objeto y la comunicación. Tomado de [https://lideresdeizquierdaprd.files.wordpress.com/2015/11/teoria-de-la-comunicacion-libro\\_.pdf](https://lideresdeizquierdaprd.files.wordpress.com/2015/11/teoria-de-la-comunicacion-libro_.pdf)
- Perez, J. (2018). Definición de diseño, tomado de <https://definicion.de/disenio/>
- Rodríguez, G. (2000). Manual de diseño industrial. Tomado de <http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/16ManualDI.pdf>
- Rodriguez, L; Roggero P. (2014). La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social. Tomado de <https://journals.openedition.org/polis/10568>
- Roncal, F. Cabrera, F. (2000). Didactica de las Ciencias Naturales. Tomado de [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.academia.edu/21862443/Didactica\\_de\\_las\\_Ciencias\\_Naturales\\_-\\_Federico\\_Roncal\\_1\\_.PDF&ved=2ahUKEwjNidHP8IPjAhXBMd8KHYYOdBt4QFjACegQIARAB&usg=AOvVaw03LQSTaERupYs2RzM2-9Is](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.academia.edu/21862443/Didactica_de_las_Ciencias_Naturales_-_Federico_Roncal_1_.PDF&ved=2ahUKEwjNidHP8IPjAhXBMd8KHYYOdBt4QFjACegQIARAB&usg=AOvVaw03LQSTaERupYs2RzM2-9Is)
- Saravia, L. (2013). Los prototipos de materiales educativos.
- Solbes, J., Montserrat, R. (2007) Revista Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, 21.
- Taylor, J. Bogdan, R. (1984). Introducción a los métodos cualitativos.

- Treagust, Chittleborough & Mamiala, (2002). La comprensión de los estudiantes sobre el papel de los modelos científicos en el aprendizaje de las ciencias. Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien., 2007, 4(2), pp. 364-366

## 12 ANEXOS

### 12.1 Anexo formato de validación por docente de primaria

#### HYMENOPTERUS CLASS DISEÑO DE UN BIOPROTOTIPO PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO BIOLÓGICO “RESPIRACION”

Realizado por Miguel Ángel González Cajamarca  
Estudiante de Licenciatura en Biología  
Universidad Pedagógica Nacional  
Departamento de biología  
*Formato de validación*

Fecha: \_\_8\_\_ / \_\_05\_\_ / \_\_2019\_\_ /

Nombre: Nataly Ortegón Galvis  
Ocupación: Maestra del distrito

Luego de haber observado el funcionamiento, estructura y explicación del “*Himenopterus class*”, por favor diligencie el siguiente test de validación, de forma puntual y lo más clara posible, marcando con una equis (X) el apartado que represente su opinión. La convención de los ítems es; **5: Se evidencia completamente, 4: Se evidencia, 3: Se evidencia parcialmente, 2: Se evidencia con dificultad, 1: No se evidencia.**

**Nota:** Recuerde firmar en la parte inferior el consentimiento informado que permitirá utilizar la información que usted nos brindó en esta validación. Gracias por su colaboración y aporte.

Ítems		5	4	3	2	1	Observaciones
<b>Diseño y presentación de contenidos</b>	Su uso es claro y de fácil manipulación	X					Se considera un objeto con múltiples usos y aplicaciones, según se defina.

	Mantiene el interés del usuario	X					Innovador, llamativo y creativo. No convencional
	El lenguaje es claro y pertinente	X					
	Existe relación entre el contenido y la teoría	X					
	Los colores, formas y texturas son acordes a la forma natural de una abeja	X					Según su función principal, que en este caso es la respiración, si es acordé.
	El material funciona sin errores	X					
	El material se encuentra libre de errores conceptuales, metodológicos y didácticos	X					Estuvo acompañado de la teoría, e indagación previa de los niños. Muy pertinente.
	El Bioprototipo es fácil de usar	X					Su tamaño, lo articulable y la resistencia a la manipulación estuvo excelente.
<b>Pedagógico</b>	Presenta elementos que llaman la atención, crean expectativas, despiertan el interés y motivan para conocer más acerca de los procesos reguladores y naturales en los insectos en general.	X					Los insectos siempre generan miedos e incertidumbre de su existencia, tenerlos a escala e identificar su importancia, forma y función, generó intereses diversos por los mismos y propuestas de trabajo por parte de lo niños.
	El material proporciona ventajas respecto al uso de otros medios adicionales.	X					¿Cuáles? Vídeos, carteleros maquetas, obras teatrales, todo está en la creatividad y objetivos a desarrollar.
	Logro comprender el concepto sistema	X					Manejaba lo teórico pero jamás había visto algo similar, fue muy enriquecedor, acercarse al

	respiratorio y estructura interna de las abejas.						insecto, una experiencia casi real.
	El contenido conceptual del Bioprototipo es pertinente para el aprendizaje del concepto sistema respiratorio en insectos	X					Totalmente.
	Comprendiste todos los contenidos y conceptos.	X					
	La estructura de armado y desarmado es apropiadas para el tema desarrollado.	X					
	Encontró información útil que ya había conocido con anterioridad en su proceso de formación, respecto al diseño y construcción de material didáctico	X					Realmente no había contemplado la posibilidad, pero ahora es una idea tangible.
	La enseñanza es colectiva y retroalimentada.	X					
<b>Didáctico</b>	Se entiende la forma de armado y desarmado del Bioprototipo	X					
	El lenguaje con el que se da a entender el bioprototipo es claro.	X					

	Contribuye en un proceso de problematización de la temática abordada	X					
	Propicia la comprensión de nuevos conceptos y el uso amplio de vocabulario científico relacionado al tema.	X					El acompañamiento pedagógico en primaria de un docente especializado se hizo fundamental.
	El material permite usar el contenido para relacionarlo en la vida cotidiana, y potencializar aspectos de orden educativo, sociales y ambientales	X					
	Promueve explorar nuevas formas de comunicación y expresión	X					
	Viabiliza la obtención y relación de información sobre las estructuras internas y funcionamiento de las mismas.	X					
	Generó atención y expectativa para cuestionarse y actuar como sujeto capaz de construir su propio material didáctico.	X					

**Observaciones generales:**



Si usted permite el uso de la información que consignó en esta validación de *Hymenopterus Class*, con fines de mejorar y enriquecer la investigación, firme en el siguiente apartado:

Firma: Nataly Ortega Galvis.

## 12.2 Anexo formato de validación por un experto

### HYMENOPTERUS CLASS DISEÑO DE UN BIOPROTOTIPO PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO BIOLOGICO “RESPIRACION”

Realizado por Miguel Ángel González Cajamarca  
Estudiante de Licenciatura en Biología  
Universidad Pedagógica Nacional  
Departamento de biología

#### *Formato de validación*

Fecha: \_\_\_21\_\_\_/ \_\_\_06\_\_\_/ 2019

Nombre: \_\_\_\_\_ Carolina Romero \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_

Luego de haber observado el funcionamiento, estructura y explicación del “*Hymenopterus class*”, por favor diligencie el siguiente test de validación, de forma puntual y lo más clara posible, marcando con una equis (X) el apartado que represente su opinión. La convención de los ítems es; **5: Se evidencia completamente, 4: Se evidencia, 3: Se evidencia parcialmente, 2: Se evidencia con dificultad, 1: No se evidencia.**

**Nota:** Recuerde firmar en la parte inferior el consentimiento informado que permitirá utilizar la información que usted nos brindó en esta validación. Gracias por su colaboración y aporte.

Ítems		5	4	3	2	1	Observaciones
<b>Diseño y presentación de contenidos</b>	Su uso es claro y de fácil manipulación	x					
	Mantiene el interés del usuario		x				Al no incluir otras estructuras al interior del insecto se pierde la posibilidad de conectar y seguir explorando
	El lenguaje es claro y pertinente	x					
	Existe relación entre el contenido y la teoría	x					
	Los colores, formar y texturas son acordes a la forma natural de una abeja	x					Excelente los materiales y la posibilidad de desarticularlo con facilidad
	El material funciona sin errores	x					
	El material se encuentra libre de errores conceptuales, metodológicos y didácticos		x				Aunque no es muy claro a qué se hace referencia con 'errores conceptuales' encuentro un rigor en el uso del lenguaje
	El Bioprototipo es fácil de usar	x					
<b>Pedagógico</b>	Presenta elementos que llaman la atención, crean expectativas, despiertan el interés y motivan para conocer más acerca de los procesos reguladores y naturales en los insectos en general.	x					
	El material proporciona ventajas respecto al uso de otros medios adicionales.						¿Cuáles? No es claro
	Logro comprender el concepto sistema respiratorio y estructura interna de las abejas.		x				Debería redactarse en tercera persona
	El contenido conceptual del Bioprototipo es pertinente para el aprendizaje del concepto sistema respiratorio en insectos	x					
	Comprendiste todos los contenidos y conceptos.			x			Siendo que no se especifica en ningún lugar los objetivos de aprendizaje ni menos los

							contenidos específicos no es clara la pregunta
	La estructura de armado y desarmado es apropiadas para el tema desarrollado.	xx					
	Encontró información útil que ya había conocido con anterioridad en su proceso de formación, respecto al diseño y construcción de material didáctico	x					
	La enseñanza es colectiva y retroalimentada.						En qué sentido, no es claro?
<b>Didáctico</b>	Se entiende la forma de armado y desarmado del Bioprototipo	x					
	El lenguaje con el que se da a entender el bioprototipo es claro.	x					
	Contribuye en un proceso de problematización de la temática abordada	x					Aunque no se hace específico la problematización al momento de interactuar con el bioprototipo
	Propicia la comprensión de nuevos conceptos y el uso amplio de vocabulario científico relacionado al tema.	x					
	El material permite usar el contenido para relacionarlo en la vida cotidiana, y potencializar aspectos de orden educativo, sociales y ambientales		x				No es claro en el transcurso de la actividad como articular dichos 'saberes' con la vida cotidiana
	Promueve explorar nuevas formas de comunicación y expresión		x				
	Viabiliza la obtención y relación de información sobre las estructuras internas y funcionamiento de las mismas.	x					

	Generó atención y expectativa para cuestionarse y actuar como sujeto capaz de construir su propio material didáctico.	x					
--	---	---	--	--	--	--	--

**Observaciones generales:**

Lo considero un ejercicio innovador, en tanto la construcción de material educativo interactivo en ciencias muchas veces se hace desde una mirada artesanal, instrumental o técnica, y pocas veces se involucra una reflexión pedagógica y didáctica, además de un análisis desde la mirada del diseño industrial como ciencia.

**Si usted permite el uso de la información que consignó en esta validación de Hymenopterus Class, con fines de mejorar y enriquecer la investigación, firme en el siguiente apartado:**

**Firma:** \_\_\_\_\_ **Carolina Romero** \_\_\_\_\_