

## **INFORMACIÓN IMPORTANTE**

La Universidad de La Sabana informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad de La Sabana.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le de crédito al documento y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, La Universidad de La Sabana informa que los derechos sobre los documentos son propiedad de los autores y tienen sobre su obra, entre otros, los derechos morales a que hacen referencia los mencionados artículos



ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA ENSEÑANZA ABIERTA DE LA FÍSICA,  
EN EL FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA USO COMPRENSIVO DEL  
CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.

Director: ANDRÉS CHIAPPE LAVERDE  
Elaborado por: MAITE ALARCÓN DÍAZ

UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
CHÍA, NOVIEMBRE DE 2015

## Tabla de contenido

<b>RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTEXTO</b>	<b>7</b>
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>9</b>
<b>4. OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
A. OBJETIVO GENERAL	10
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
<b>5. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	<b>11</b>
A. LA COMPETENCIA <i>USO COMPRENSIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO</i>	11
B. AMBIENTE DE APRENDIZAJE	14
C. AMBIENTES DE APRENDIZAJE RURALES MEDIADOS POR TIC.	15
D. ASPECTOS PEDAGÓGICOS	17
<b>6. ESTADO DEL ARTE</b>	<b>25</b>
A. DESARROLLO HISTÓRICO DE LAS PRÁCTICAS ABIERTAS	27
B. VACÍOS QUE PRESENTA EL TEMA DE LAS PRÁCTICAS ABIERTAS	30
C. DISCUSIÓN ACTUAL DEL CONCEPTO DE LAS PRÁCTICAS ABIERTAS	32
D. LO RELEVANTE DE LA ENSEÑANZA ABIERTA PARA FORTALECER LA COMPETENCIA DEL USO COMPRENSIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN LA INVESTIGACIÓN	34
E. DIFERENCIAS GEOGRÁFICAS QUE PRESENTA EL TEMA	35
F. CONCLUSIÓN SOBRE LAS <i>PRÁCTICAS ABIERTAS</i> PARTICULARMENTE LA ENSEÑANZA ABIERTA	36
<b>7. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>36</b>
A. TIPO DE INVESTIGACIÓN	37
B. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS	38
C. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN	40
D. FASES DE INVESTIGACIÓN	44
E. CONSIDERACIONES ÉTICAS	45
F. PAPEL DEL INVESTIGADOR	45
<b>8. AMBIENTE DE APRENDIZAJE IMPLEMENTADO</b>	<b>47</b>
A. ADECUACIONES TÉCNICAS	47
B. OBJETIVOS DEL AMBIENTE	48
C. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA	48
D. ACTORES DEL AMBIENTE	50
E. SECUENCIA DIDÁCTICA	51
F. CONTENIDOS Y ACTIVIDADES	54
<b>9. RESULTADOS</b>	<b>61</b>

## Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

A.	RESULTADO POR CATEGORÍAS DE LA COMPETENCIA <i>USO COMPRENSIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.</i>	61
B.	RESULTADO POR CATEGORÍAS DE LA ENSEÑANZA ABIERTA	69
C.	RESULTADOS POR INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	77
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>87</b>
A.	SOBRE LOS ALCANCES DE LA ENSEÑANZA ABIERTA	87
B.	LAS LIMITACIONES ENCONTRADAS DE LA ENSEÑANZA ABIERTA	91
C.	RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS PRÁCTICAS ABIERTAS PARTICULARMENTE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN CONTEXTOS SIMILARES.	92
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>93</b>
	ANEXOS	104

## RESUMEN

Los cambios en las prácticas educativas por la inmersión de las TIC en la Educación ocupan el interés de académicos, empresarios y la sociedad en general, por las implicaciones positivas o negativas que puedan conllevar en el desarrollo del conocimiento en las nuevas generaciones. En ese contexto emerge un concepto complejo denominado *Prácticas Educativas Abiertas*.

En este documento se plantea una conceptualización sobre una de ellas; la *enseñanza abierta* como un constructo educativo en evolución. Además, se describe una investigación cualitativa con un alcance exploratorio descriptivo, la cual permitió identificar tanto alcances como limitaciones para su implementación en el marco de la educación media y articulada con la modalidad técnica agropecuaria y de transformación de alimentos que se lleva a cabo en el colegio *El Destino*. El contexto de aplicación de la Enseñanza Abierta se situó sobre el fortalecimiento de la competencia denominada por el ICFES como “uso comprensivo del conocimiento científico”. Las categorías de análisis aplicadas fueron (para la *enseñanza abierta*): adaptación, reutilización y colaboración, y para la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico*: identificación, explicación e indagación.

La investigación se condujo mediante un diseño de estudio de caso en el que participaron 37 estudiantes a través de un ambiente de aprendizaje apoyado en las TIC al cual se le aplicaron algunos atributos de lo abierto, como la adaptación, reutilización y la colaboración.

Entre los hallazgos más significativos está el establecimiento del rol docente como guía que busca romper el modelo difusionista de la educación tradicional, con el diseño de ambientes de aprendizaje que integren las TIC más allá de la funcionalidad operativa, viendo el uso herramientas tecnológicas como detonadores de dinámicas de aprendizaje comprensivo dentro del aula. Además se encontró que los simuladores, como recursos educativos abiertos, son muy útiles para identificar variables de condiciones físicas ideales, pero si carecen de condiciones de práctica real que

permitan una descripción previa y analogías a la práctica digital pueden convertirse en fuente de confusión e incluso desmotivación en los estudiantes.

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante el tiempo en que se han venido dando procesos de integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), la sociedad en su conjunto ha logrado identificar tanto ventajas como desventajas en sus distintos frentes de desarrollo. Uno de ellos en particular (además de la Educación) reviste especial importancia dada su relevancia para el desarrollo sostenible del planeta: el campo. En ese orden de ideas, Centeno (2013) muestra que para países como Argentina, Chile y Uruguay, donde los habitantes de la zona rural han reconocido los cambios en las dinámicas comerciales globales, lo que conduce a dinámicas que les permita mantenerse informados sobre asuntos que hasta hace poco tiempo no tenían mucha relevancia para ellos, como las tasas internacionales de canje o las distribuciones a gran escala de productos agrícolas, lo cual ha implicado la creación de redes colectivas de todo tipo como: transportadores, bodegas de distribución, entre otras.

En este sentido, cabe mencionar que el acceso a servicios tan elementales como la salud, educación, o incluso la socialización en el sector rural han mostrado un evidente avance durante las últimas décadas. No obstante lo anterior, todavía se reconoce una brecha importante en materia educativa en comparación con las zonas urbanas, en donde las TIC empiezan a jugar un papel de alta relevancia (Lugo & Schurmann, 2012; West Mark, 2012, 2013).

Las anteriores consideraciones aplican igualmente a la zona rural del bajo Sumapaz (contexto donde se sitúa la presente investigación), donde las TIC se consideran como una fuente de oportunidades, pero su uso no puede limitarse a una instrucción instrumental o a garantizar el acceso a información, sino que deben vincularse al desarrollo de competencias pertinentes al contexto (rural) de los estudiantes de manera que les permita dar soluciones a sus principales

problemáticas. Cabe mencionar que una de estas competencias, según el ICFES, es especialmente pertinente a este contexto: la competencia de “uso comprensivo del conocimiento científico”. En términos generales, lo anterior posibilitaría el mejoramiento de su calidad de vida, el fortalecimiento y conservación de los espacios campesinos, lo cual a la larga redundaría en la mitigación de la migración desordenada y forzada de muchos jóvenes campesinos a las zonas urbanas.

## **2. JUSTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTEXTO**

La IED El Destino, donde se desarrolló esta investigación queda ubicada en la zona rural de Bogotá Km 8 vía San Juan de Sumapaz, en la localidad 5 de Usme. La población objetivo pertenece al grado 11, sus edades oscilan entre los 15 a 20 años, etapa en la que comienzan a ver de manera formal el área de física y sus principales fundamentos, que no son abordados con profundidad en cursos previos. El 64% actualmente habitan la parte rural y el resto en la parte urbana para un total de 37 estudiantes involucrados dentro del proceso, divididos en dos grupos de 20 estudiantes en el énfasis agropecuario y 17 en el énfasis de transformación de alimentos.

Los habitantes de la zona perciben su sustento a partir de la agricultura, la ganadería y los subproductos derivados de estas actividades económicas, además del hecho de que la zona ha sido delimitada para evitar su expansión a las zonas del páramo, dado que las malas prácticas agropecuarias han puesto en riesgo a esta zona, la cual suministra el agua de toda la población del sur de la ciudad.

Por otra parte, el enfoque pedagógico de la Institución donde se adelantó la investigación es la Enseñanza para la Comprensión (EpC), la cual orienta los formatos de planeación de las áreas básicas, estableciendo los tópicos generativos, los hilos conductores de todos los demás docentes de áreas de formación primaria, secundaria y media. Este abordaje pedagógico es aplicado en la Institución para los estudiantes desde el grado quinto hasta decimo primero.

Ahora bien, con respecto al desarrollo de la competencia “uso comprensivo del conocimiento científico”, se ha llevado a cabo un diagnóstico que muestra importantes deficiencias en su desarrollo en el colegio. En este sentido, el área de física, la cual está estrechamente relacionada con el desarrollo de esta competencia, ha encontrado en los resultados de las pruebas Saber 11 algunas mejoras, tomando los registros disponibles desde el año 2008, los cuales están específicamente referidos al nivel de interpretación básica de problemas y el reconocimiento primario de los conceptos, pero existen deficiencias para los niveles superiores donde no se demuestra la utilización de conceptos físicos elementales en situaciones cotidianas, conocidas o catalogadas por el *ICFES* como nivel III de profundización, asunto que se infiere cuando sólo el 10% de los estudiantes mostraron el nivel III de logro para el año 2013, en el área de física específicamente. Estos niveles de profundización son conocidos como II y III, para la *explicación científica* y el *uso comprensivo del conocimiento científico*.

La falencia en la competencia que representa el uso comprensivo de los conceptos científicos en situaciones reales del contexto, se considera en principio debido al escaso tiempo para aprender o aplicar los conceptos. En busca de superar esta dificultad se planeó desde el área y como estrategia institucional la reducción e integración de los contenidos del área de física en el periodo del 2011-2012, apuntando a lo esencial de la mecánica clásica, la electricidad, el magnetismo, omitiendo temas como óptica y relatividad, además con el aumento de las analogías en las clases y las experiencias de laboratorio, en principio dando resultados positivos, pero aumentando los tiempos para poder llevar a cabo las actividades concretas dentro del laboratorio.

La debilidad en la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico* también se evidencia en los proyectos productivos agropecuarios y de alimentos que llevan a cabo los estudiantes para obtener la titulación técnica dentro de la institución en el marco del convenio SENA, tanto en el diseño, ejecución o las justificaciones de resultados de sus trabajos, donde se debe dar cuenta, entre otras cosas, de la solución de problemas que se generan en el contexto rural de la granja y en los cuales las ciencias naturales tienen mucha injerencia.



### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El conocimiento de las ciencias naturales particularmente de la física en la IED El Destino no ha pasado de ser una materia más que forma parte de un currículo inconexo. Esta afirmación, a la luz de los resultados en pruebas estandarizadas, los históricos de hace cuatro años de notas en el área, (tiempo del que se tiene registro detallado de planeación, objetivos de aprendizaje y secuencia de cada estudiante) y evidenciando además que la comunidad no aplica estos saberes en la transformación de sus actividades de producción agropecuaria para mejorar la calidad de vida en el campo, cuidando del entorno y midiendo el impacto de sus intervenciones; al rescatar aquellas cosas positivas de las prácticas rurales cuidando las tradiciones locales, pero reformando todo lo que ha dañado significativamente el ambiente del páramo. Por lo anterior, se hace necesario replantear los objetivos de aprendizaje, para que no sólo se incluyan los conceptos físicos sino las competencias que se deben desarrollar al adquirir los aprendizajes del área.

Lo anterior se suma a los resultados de las pruebas estatales que evalúan las competencias científicas delimitadas con tres líneas de acción: la identificación, la explicación e indagación catalogados con los niveles I, II Y III en su respectivo orden, entendiéndose que existe una carencia en apuntar al desarrollo de las mismas, esto se hace alusivo en el documento *Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Alineación del examen SABER 11°*, y nominado en este documento oficial como el *uso comprensivo del conocimiento científico*.

Ahora bien, caber mencionar que esta investigación se encuentra inscrita como parte del Proyecto de Investigación Profesoral sobre Prácticas Educativas Abiertas, proyecto en el cual se pretenden generar conceptualizaciones y experiencias prácticas formativas que permitan avanzar en la comprensión de su objeto de estudio. En consideración a lo anterior, se ha establecido la pertinencia de dos temas estructurales del Proyecto Profesoral como parte de la fundamentación e implementación de este estudio: la enseñanza abierta y el uso de recursos educativos abiertos.

Por otra parte, con el fin de optimizar los tiempos, facilitar las transferencias de conceptos al contexto y hacer eficaz la utilización de otros recursos, para el 2014 se buscó la ayuda de simuladores y otras herramientas digitales para hacer más eficiente el proceso de enseñanza, planteando en primera instancia que los Recursos Educativos Abiertos (REA) podían ser una excelente herramienta para ayudar a superar el problema de la competencia, cuestión que se trabajó en las pruebas piloto. En ese orden de ideas, la transferencia de saberes del área de física a las del contexto propio es uno de los aspectos que se han articulado dentro de esta investigación, lo cual se dará en la medida que se potencie la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico* esperando la evidencia de esta transferencia en el desarrollo de actividades, la calidad de las participaciones y el material generado por los estudiantes.

Teniendo en consideración lo anteriormente mencionado se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los alcances y limitaciones de la enseñanza abierta para el fortalecimiento de la competencia del *uso comprensivo del conocimiento científico* en estudiantes de ciclo V en el contexto de la educación media rural?

#### **4. OBJETIVOS**

##### **a. Objetivo general**

Explorar los alcances y limitaciones de la enseñanza abierta, buscando el fortalecimiento de la competencia “uso comprensivo del conocimiento científico” en estudiantes de ciclo V en el contexto de la educación media rural.

##### **b. Objetivos específicos**

- Diagnosticar el estado inicial de la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico* en los 37 estudiantes del grado 11 participantes en el estudio, a través de pruebas escritas, en la solución de problemas en contexto.
- Propiciar la participación de los estudiantes en una experiencia de enseñanza abierta donde se adapte, reutilice y trabaje colaborativamente, para buscar el fortalecimiento de la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico*.
- Identificar los efectos del ambiente de aprendizaje diseñado con los principios de la *enseñanza abierta* sobre la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico*.
- Formular recomendaciones para la implementación de la enseñanza abierta en contextos similares a los de este estudio, en los que se requiera el fortalecimiento de la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico*.

## 5. MARCO TEÓRICO

Con el ánimo de brindar información suficiente para comprender el objeto de esta investigación se ha estructurado este capítulo con base en el abordaje de los siguientes temas: la competencia de uso comprensivo del conocimiento científico, los ambientes de aprendizaje mediados por TIC, las prácticas educativas abiertas y dentro de ellas la enseñanza abierta con el uso de Recursos Educativos Abiertos.

### a. La competencia *uso comprensivo del conocimiento científico*

Una de las definiciones de competencia referenciada en el documento *Alineación del examen SABER 11°* del 2013 es:

El conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, meta cognitivas, socio-afectivas, comunicativas y psicomotoras apropiadamente

relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad o de cierto tipo de tareas en contextos relativamente nuevos y retadores (Vasco, Bermúdez, Escobedo, Negret, & León, 2000, p. 10)

Los indicadores para el desarrollo de las competencias en ciencias naturales están establecidos y nominados como “Identificar, Explicar e Indagar” encontrado todo esto en el escrito del Ministerio de Educación Nacional para la *Alineación del examen SABER 11°* (2013, p. 10). Esta concepción de competencia se complementa con la idea de un visionario como Freire (2005) quien postula que los seres humanos se educan entre sí mismos mediados por el mundo, lo que significa que desarrollar un “saber hacer en contexto ” no sólo representa la capacidad de utilizar los conocimientos declarativos, sino la de adquirir nuevos conocimientos y aplicarlos en su cotidianidad.

En esta misma línea significa que las competencias permiten enfrentar adecuadamente los diferentes problemas o situaciones que se le presenten a las personas, este tipo de fortalezas involucra aspectos socio-afectivos de relación con sus pares y con el entorno, donde a través del dialogo se muestran las construcciones cognitivas del sujeto, además de la significación de esos conocimientos en su realidad (García, M & Pinilla, G, 2007). Desde luego la definición de competencias cambia según la prueba, la ubicación geográfica e incluso los objetivos de la evaluación, tal y como lo hace notar Zubiría Julián (2006), quien da cuenta en su documento del trasegar histórico y de reconstrucción en Colombia sobre los aspectos más importantes a evaluar el desarrollo de competencias.

En las pruebas estatales *Saber 11* se ha dado mucha relevancia a las competencias de tipo argumentativo, ya que en sí mismo el acto argumentativo busca sustentar, evaluar y convencer a otras personas, dando una idea de la visión de mundo y su comportamiento dentro del discurso para dar solución a un conflicto, distando ostensiblemente de una opinión, ya que se sustenta en principios aprendidos, aplicados o discernidos con tiempo, porque el argumento busca ser objetivo y ceñirse a la realidad de un evento (Bachelard, 1979; Lefrevbre, 1972, p 107; Habermas, 2002)

Continuando con el enriquecimiento del concepto de la competencia argumentativa por ser este el modo de evaluar la competencia del uso comprensivo del conocimiento científico, es necesario resaltar que originalmente es tomada por el *ICFES* de la construcción colectiva de pensadores de la educación en el país, Zubiría (2006) establece los parámetros que deben integrar dicha competencia, definida en su complejidad como una estructura ramificada y multidimensional para explicar la realidad igualmente interrelacionada, multicausada. Diversificando los tipos de argumentos en cinco básicos: casuales, los empíricos, analógicos, de autoridad y los deductivos, ejemplificando cada uno según su tipología.

Se entiende pues que el proceso argumentativo da cuenta de la comprensión, por lo complejo, no es fácil de evaluar, pero tampoco se concibe imposible, cuando se desglosa en los tipos de argumentos existentes desde los principios filosóficos occidentales y de la lingüística aceptados en la actualidad a lo cual Dadidov (1979) resume refiriéndose a la comprensión de un concepto desde la argumentación cuando dice: *“Dominar un concepto supone no ya conocer los rasgos de los objetos y fenómenos que el mismo abarca, sino también saber emplear el concepto en la práctica, saber operar con él”* (p. 27)

En el documento *Alineación del examen SABER 11°* (2013) del *ICFES*, se reconoce que la prueba estandarizada Saber 11 hasta el 2010 no estaba diseñada para evaluar competencias en el área de ciencias, esto atribuido a dificultades técnicas propias del formato, pero indicando que el diseño actual si define de manera puntual la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico* como: *“La capacidad para comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias en la solución de problemas, así como de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos sobre fenómenos que se observan con frecuencia”* (MEN, 2013, p.8)

Así entonces la importancia de desarrollar un ambiente de aprendizaje que busque fortalecer competencias radica en el hecho de que un estudiante que no las desarrolla por encima de la adquisición o declaración de contenidos, enfrentará dificultades para relacionar soluciones en

aspectos laborales, cívicos y adquirir nuevos aprendizajes a fin de mejorar su calidad de vida y la de su entorno.

### **b. Ambiente de aprendizaje**

Desde el postulado de Daniel Raichvarg en 1921 configura la definición de “ambiente” desde la geografía, como ese espacio o lugar que ya determinaba por sí mismo muchos de los comportamientos de los seres humanos obedeciendo al estímulo del mismo de lo que ocurre en este ámbito, aunque el concepto parece envolver algunas cuestiones de tipo biológico resulta simple pero acertado para profundizar en su concepción básica (Duarte & others, 2003, p. 2).

Teniendo en cuenta o anterior al integrar este espacio y sus influencias que son de tres órdenes significantes: físico-biológico, psicosocial y cultural, ampliando la definición física del espacio (Sauvé, 1996); ahora si el ambiente tiene el propósito de enseñar o aprender debe tenerse en cuenta que los ambientes de aprendizaje envuelve otros conceptos y categorías que forman el espacio como los discursos, las practicas las intenciones de aprendizaje, de este modo el ambiente puede tener diferentes enfoques que ayudan a conseguir dichos propósitos.

Los conceptos y categorías de ambiente para Sauvé (1996) son: Ambiente como problema, el que lleva al estudiantes a la solución de problemas; ambiente como recurso, se refiere al patrimonio que aporta en la calidad de vida y su posibilidad de educar; ambiente como naturaleza , donde se desarrolla la sensibilidad para cuidar y preservar el uso y vida en el espacio físico; ambiente como biosfera, en una educación global, apunta a un ciudadano mundial consciente de que vive y comparte el futuro con todos los seres vivos; ambiente comunitario, en el que se promueve la participación, la vida colectiva y la influencia en su entorno.

Para efectos de esta investigación se toma como concepto de ambiente de aprendizaje, que contiene las intenciones de aprendizaje y la inclusión de los roles de los participantes como:

Un espacio construido por el profesor con la intención de lograr unos objetivos de aprendizaje concretos, esto significa realizar un proceso reflexivo en el que se atiende a las preguntas del qué, cómo y para qué enseño. En él, intervienen diferentes actores que desempeñan roles diversos, producto de las concepciones pedagógicas del docente. (Boude Figueredo y Medina Rivilla, 2011, Pág 303)

Los ambientes cambian con el lugar y el propósito de aprendizaje, así los tipos de ambientes pueden variar desde los virtuales, a los de escolarización formal, hasta los diseñados para para el trabajo; esto varía con las necesidades sociales de conocimiento y su diseño se adapta para ello pensando los recursos educativos necesarios para alcanzar los propósitos de aprendizaje (A. M. Sánchez, 2003).

**c. Ambientes de aprendizaje rurales mediados por TIC.**

Insua y Correa (2007) ilustran que la idea de ruralidad cumple unas dinámicas de aprendizaje y producción de conocimientos que resultan convenientes en aspectos operativos para los gobiernos y sus aspectos burocráticos, pero distan de ser beneficiosos para la producción de saberes. La inmersión en la sociedad del conocimiento no resulta en sí mismo garante de pertenencia a la misma, la utilización efectiva de las TIC es un concepto muy superior a responder sobre variedad de aplicaciones, está ligado a las transformaciones que es capaz de hacer el sujeto con la información disponible en la red, la capacidad de discernir lo útil, consiguiendo mejorar lo que se hace y sobre todo la habilidad de usar lo que aprende para la vida cotidiana, como en los aspectos laborales y emergentes.

Aunque sí bien la cobertura en red y recursos no asegura que los usuarios utilicen los recursos para mejorar su calidad de vida, a muestra de que garantizar el acceso es importante como agente generador de aprendizaje la experiencia mostrada en la India con el proyecto SUGATA-MITRA, donde la exposición a los recursos TIC eran suficientes para proponer todo tipo de iniciativas en el uso y el compartir de las herramientas tecnológicas entre los habitantes. Conforme a lo que ellos mismos manifiestan, la experiencia de observar la actitud de los estudiantes en la exposición a recursos digitales fue extraordinaria (Mitra, 2000), pero a medida que se ejecutaba el proyecto develaron condiciones problemáticas que para efectos prácticos se deben analizar a la hora de implementar la educación abierta en el ámbito rural, formando parte de los insumos

experimentales del aprendizaje abierto como: la accesibilidad, la adopción de la información y la construcción de ambientes de aprendizaje personalizados. Así surge un documento que expone los límites de la auto-organización de esos ambientes (Mitra & Dangwal, 2010).

Otro estudio al respecto fue hecho en una zona rural de Canadá en Newfoundland, donde los estudiantes que vivían más lejos tomaron como opción ir a un centro de acopio en una granja cercana de su lugar de vivienda, a tomar las clases de física y química de lo cual los investigadores concluyeron que la mediación de las TIC sí habían mostrado mayor efectividad en este caso, porque se daban diálogos comunes que cobraban los interés desde los aspectos culturales y económicos del desarrollo local para cada niño asistente, incluso integrando a los padres, estableciendo nuevas redes de aprendizaje y comercialización en torno al proyecto (Stevens, K, 2006)

Contrastando lo anteriormente mencionado con el informe de investigación del *proyecto PRELAC* de la UNESCO (2004), sobre la visión de la inmersión de las TIC en el contexto de aprendizaje rural, se encuentra que es un poco limitada cuando sólo referencia la capacidad de los países para dar cobertura y capacitaciones sobre el uso de las herramientas informáticas. En el año 2013 se agregó al documento la capacidad de los usuarios de las TIC de clasificar información, desde el punto de vista de la “alfabetización digital” (Silvera, 2005; UNESCO, 2013). Lo dicho hasta aquí muestra que las sugerencias para integrar en el aprendizaje las TIC en la ruralidad se basa en lineamientos generalizados de las experiencias escolares urbanas, y no ajustadas específicamente a las condiciones rurales en América Latina.

Lo anteriormente expuesto muestra solidas coincidencias con lo que da a conocer el gobierno nacional de Colombia en el 2009 y el 2014 en los informes trimestrales del Ministerio de las Tecnologías Informaciones y Comunicaciones MinTIC<sup>1</sup> sobre el avance de la implementación, con los datos de cobertura y capacitación a modo de alfabetización digital, sobre todo en las zonas rurales. Resulta visible en estos reportes oficiales la confusión entre lo abierto y lo disponible,

---

<sup>1</sup> Estos informes se generan trimestral o anualmente y se pueden visualizar en la página del MinTic en su link <http://colombiatic.mintic.gov.co/602/w3-propertyvalue-715.html>



empezando por el hecho de que las plataformas y recursos disponibles en las secretarías de educación, no son modificables, funcionan como un banco de aplicaciones diversas, muy útiles desde luego, pero que se adaptan por los maestros para mejorar la presentación de los contenidos, donde los estudiantes no son productores ni agentes activos a la hora de generar críticas o transformaciones claras al sistema, conservando los principios de una educación transmisora. Volviendo sobre el precepto es donde el papel de la *enseñanza abierta* cobra especial relevancia en la búsqueda de dejar de lado la educación difusionista.

A modo de conclusión sobre el uso de las tecnologías en el espacio rural, se establece que para su incorporación no puede atropellar los conocimientos previos de sus usuarios, ni generar falsas necesidades, motivo por el cual parece ser que la telefonía celular en Sur América ha cobrado tanta vigencia junto a sus aplicaciones, quizá su mayor aceptación en el ámbito rural y uso en estas regiones está mediado al hecho de que no está forzado por la escuela (Centeno, Lardone Luz, & Rey Federico, 2013), y se da de manera natural conforme surgen las necesidades diarias, y no hay “instructores impuestos” para inmiscuirse en su uso, es en esta medida cualquier proyecto TIC en la zona rural debe estar permeado por el medio y sus necesidades reales, a fin de generar la curiosidad en nuevas herramientas, la adaptación y modificación de las mismas en beneficio propio y de la sociedad donde se aplica (Sánchez & Muiña, 2011).

#### **d. Aspectos pedagógicos**

Dentro del enfoque pedagógico institucional se tiene la enseñanza para la comprensión como conductor de las prácticas pedagógicas, además de tener en cuenta que para la articulación en la educación media con la institución SENA y los ambientes rurales en documentos oficiales Distritales (Prieto, R & Nagles, A, 2013) son los lineamientos del aprendizaje significativo en la línea técnica y productiva, que da la doble titulación en la institución. De esta manera la investigación dentro de su planeación y prácticas fue diseñado de tal manera que se vincularan las

dos tendencias pedagógicas, en un eje articulador único como lo es el fortalecimiento de la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico*.

¿Cómo se vincula la enseñanza para la comprensión, *teoría constructivista*, y el cuestionado aprendizaje significativo, que se concentra en la modelación del concepto y la transformación del mismo? Lo que tienen en común los dos modelos es que los aprendices no son sujetos vacíos carentes de conceptos que hay que llenar, ya que las personas bien o mal los han formado a partir de lo suministrado en las experiencias, su entorno biológico y social, aún su idiosincrasia y cultura (Markus & Kitayama, 1991), pero su diferencia es el proceso de aprendizaje y que para cada modelo se entienden de formas muy distintas.

Al estudiar la teoría que justifica la enseñanza para la comprensión descrito por Martha Stone Wiske (1999), involucrada directamente en el grupo cero de Harward, se puede retomar el propósito fundamental de dicha metodología que busca incentivar la capacidad de pensar y actuar de manera flexible aplicando los conocimientos realmente adquiridos, en diferentes situaciones o contextos, transformando convenientemente las estrategias según su aplicación, pero manteniendo la estructura conceptual que permitió extrapolarlos. De esta manera la enseñanza para la comprensión está ligada a la acción que lleva a cabo el individuo al poner todas sus capacidades para aplicar sus conocimientos en contextos diferentes, y dar soluciones a problemas reales de manera nueva mostrando sus hipótesis e incluso verificándolas a través de la experiencia.

Todo esto puede ser comparado con las ideas que muestran los cuatro principales expositores del grupo de investigación Harward, los cuales se apoyaron en la teoría de las inteligencias múltiples de Garner (1983), además vienen desarrollando este modelo desde la década de los noventa, estableciendo que las inteligencias podían cuantificarse determinando el desarrollo de las mismas o el potencial del individuo en alguna (Campbell & Campbell, 1999), se puede encontrar sobre la comprensión una síntesis con el siguiente esquema en la *ilustración 5*, que intercepta los elementos comunes de quienes la definen teóricamente (Blythe & Gardner, 1990; Palmer, 2009; Perkins, 1995; Perkins & Blythe, 1994):



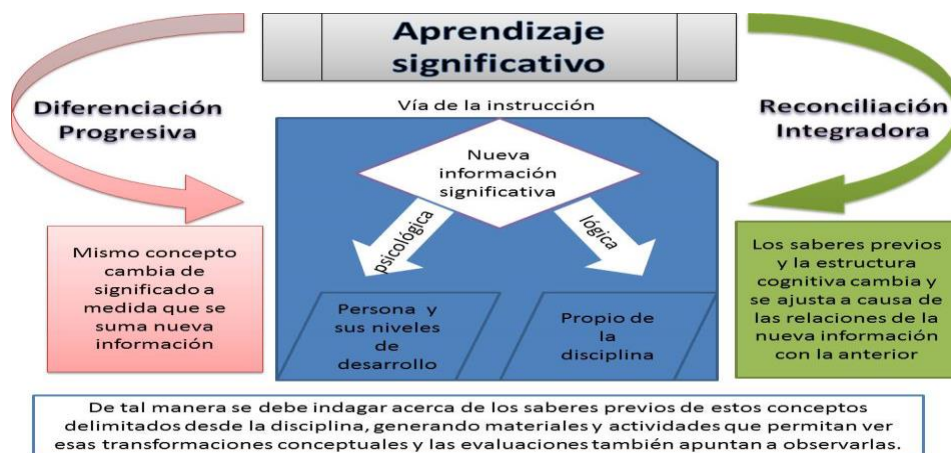
**Ilustración 1.** *Componentes de la comprensión para algunos de sus representantes. Blythe & Gardner, 1990; Palmer, 2009; Perkins, 1995; Perkins & Blythe, 1994.*

Lo que se puede evidenciar en este gráfico es que la interdisciplinariedad, la forma de verificar los aprendizajes, la manera de evocar y determinar lo significativo de un concepto o actividad, junto con aspectos estructurales de resultados finales que evalúan los aprendizajes; resulta y útil para efectos de esta investigación.

Determinar las diferencias del modelo EpC y el aprendizaje significativo es importante, ya que al hacerlas notorias pueden complementarse para cubrir carencias entre un modelo con respecto al otro, ajustándose a las expectativas de integración del área de física con las involucradas en la integración del eje productivo agropecuario SENA de los ambientes de aprendizaje rural, procurando dar continuidad a los procesos que ya llevan ejecutándose con antelación, sin contravenir la planeación propia de esa otra área, además de tener en cuenta las condiciones que ofrece el contexto rural y el modelo de EpC que resulta flexible, pero que debe ser integrado con cuidado para no perder su esencia, sino enriquecerla a través del ambiente de aprendizaje articulado.

En cuanto al aprendizaje significativo resulta importante establecer que su uso se justifica para los ambientes rurales por su carácter instruccional, dado a que muchos de los procesos productivos funcionan bien bajo esta línea, cumpliendo con la estructura lógica del área agropecuaria y los planteamientos de la institución que articula el énfasis técnico con el SENA. Este

modelo pedagógico (Prieto, R & Nagles, A, 2013) establece momentos para la diferenciación progresiva de un concepto, al sumar nociones y procurar actividades significativas dentro de la granja (Ausubel & Novak, 1976; Chovak & Herrera, 1996; Palmero, 2011; Perkins, 1995; Zubiria S, Corzo, & Vásquez, 2011), estableciendo la evolución de los conceptos y su transformación con la entrega continua de los formatos, haciendo comparativos periódicos, para dar cuenta de la entrega final de dicho proceso en una carpeta que forma parte del histórico de cada estudiante. El siguiente esquema establece la conceptualización del aprendizaje significativo encontrado dentro de los documentos que fundamentan teóricamente su estructura funcional y que se aplican en la modalidad técnica:



**Ilustración 2** Construcción teórica del aprendizaje significativo. Ausubel y Novak 1976

La secuencia lógica y continua de los cursos técnicos se abordan desde el grado sexto, con el reconocimiento de protocolos de la granja que aumentan de contenido a en cada grado siguiente.

En primer lugar se tiene la tierra y los elementos que la componen, en el siguiente grado se abordan las características del agua y sus propiedades dentro de los proyectos, en el grado octavo empiezan a elaborar protocolos de cuidados de especies menores y avícolas, en el grado noveno elaboran los protocolos para la alimentación de las especies mencionadas en el año anterior, en décimo los estudiantes escogen la línea productiva de su proyecto, esperando sea acorde a sus expectativas de

desarrollo personal o familiar, y las dinámicas propias de su contexto para emprender sus propios negocios.

La estructura organizativa del énfasis técnico-productivo con el SENA: este aspecto trata la evaluación de los aprendizajes previos de los estudiantes en la formación de cursos anteriores. Los aspectos de evaluación los ha realizado la institución en años anteriores en el énfasis agropecuario, la evidencia de ello está en los documentos institucionales de planeación de aula, talleres de aplicación, y el mantenimiento a la granja demostrativa del colegio con los formatos de comisión de los estudiantes.

Continuando con los aspectos de secuencia lógica y estructura organizativa en el área de física, esto no existe, aunque a la luz de los estándares curriculares es un eje de formación de las ciencias naturales desde la primaria, la realidad es que los registros de planeación, talleres o evaluaciones alrededor del tema solo se visualizó en grado octavo con el tema de energías, al consultar a los docentes la falta de dominio de estos temas son los que llevan a su omisión además del hecho de que empiezan a ver esta materia formalmente a partir del grado décimo. Este es un elemento más por el que el área de física no se ajusta al modelo del aprendizaje significativo, al carecer de la secuencia lógica y la estructura organizativa dentro de la formación de los educandos.

La conclusión al analizar el énfasis pedagógico que orienta el proyecto productivo, es que resulta conveniente para esta área en particular, pero en realidad limitada si se habla del trabajo interdisciplinar (Beltrán & Genovard, 1996; 2000), donde entraría la física a aportar para fortalecer la competencia del uso del conocimiento científico, dado a que la idea básica involucra que a partir del conocimiento de la física, los estudiantes establezcan hipótesis y soluciones a problemas cotidianos en otro contexto.

Pero ¿cómo saber si los estudiantes comprendieron el concepto dentro de las proximidades teóricas de la física, para aplicarlo adecuadamente en su contexto? el estudio de investigación hecho por Greca, Moreira y Rodríguez P (2002), investigadores en la enseñanza de la ciencias particularmente la física, hablan de la importancia de diferenciar un modelo mental

(representación propia de algo), de un modelo conceptual (representación conjunta y aceptada de algo), porque la clave que los vincula es el poder argumentativo (Greca & Moreira, 1998), a lo que denominan modelo de aprendizaje significativo-crítico. De esta manera es importante enfatizar en el hecho de que de estas referencias se tomarán los principios de evaluación inicial, de la postura cognitivista, como herramienta de análisis e intervención inicial y la modificación del concepto al final, pero no con los mismos instrumentos como se sugiere el aprendizaje significativo.

La modificación en la postura de evaluación en la evolución del concepto que promueve el aprendizaje significativo debe hacerse, ya que la idea es identificar la capacidad de aplicar el conocimiento en otros contextos, como lo menciona la enseñanza para la comprensión. Lo que significa que no sólo serán las pruebas del área de física indicadores para evaluar el fortalecimiento de la competencia, sino para efectos prácticos se suman las conclusiones y aportes que hagan a su proyecto productivo, e incluso a los proyectos de sus compañeros con los aportes individuales y colectivos, pero con la precisión conceptual de los referentes teóricos de las ciencias.

Es ahí donde la EpC es más relevante y profunda, dado que el concepto no se limita a ser evaluado desde el área y para el área que la imparte, va más lejos de esa “modelación”, si es comprensible debe ser flexible para aplicar y verse en otros contextos, así la persona que aprende debe reconocer “si su aprendizaje es sólido” cuando los conceptos vistos pueden ajustarse en otra situación y dónde entran en ese nuevo escenario. Estableciendo así que los “desempeños” son más relevantes que los “modelos mentales” discusión ampliamente argumentada por Perkins en el libro de la EpC (Stone Wiske et al., 1999, pp. 69–92)

Resulta, a la luz de los argumentos mencionados en este capítulo, pertinente articular el aprendizaje significativo al de la EpC para valorar la comprensión de un argumento desde un evento, concepto o situación para otro contexto, cuando se mide su alcance al involucrar procesos de pensamiento que busquen dar solución o explicación a algún otro asunto, que no es ocupado de forma directa con el área que lo imparte. Las actividades mentales varían estableciendo hipótesis que deben ser sustentadas desde diferentes flancos como las teorías, las prácticas y los usos.

Sintetizando lo anterior y de acuerdo a lo que mencionan los autores referenciados en este apartado (Ausubel & Novak, 1976; Braidot, 2009; Brito J, 1999; De Bono, 1988, 1993; Freire & Faúndez, 1986; Perkins, 1995; Zubiria S et al., 2011) el concepto de comprensión se toma como: la representación del mundo y su comportamiento, viéndose manifiesta esta comprensión en los argumentos que se dirimen para justificar un hecho, dando como resultado hipótesis que pueden ser verificables a través de la experiencia.

El ambiente debe proveer de recursos, estímulos y una serie de circunstancias que permitan al estudiante no sólo desarrollar desempeños propios del área (individualmente), sino proveer las experiencias abiertas (no controladas-cerradas de laboratorio) que sean escenarios fértiles donde puedan verificar, refutar y reconstruir sus hipótesis alrededor de eventos diferentes a los del área. Agregándose los procesos de discusión del trabajo colaborativo de EpC que puedan jalonar diferentes niveles de aprendizaje existentes en las personas que integran los grupos de participantes, al tener temas comunes de desarrollo, pero no los mismos y esperando que los aprendizajes se hagan manifiestos en contextos diferentes a los del área de la física, para dar solución a problemas de su cotidianidad rural.

En este sentido es importante que los estudiantes conozcan diferentes puntos de vista, sobre los problemas y sus soluciones, en contextos parecidos al suyo; para lo cual se buscaron diferentes vídeos sobre problemas de riego, producción de alimentos y la visita de estudiantes universitarios que trabajan en asuntos agropecuarios desde la física, específicamente orientados a la influencia del campo magnético en el crecimiento de plantas, conocer los puntos de vista y las situaciones que los llevaron a plantear sus inquietudes son el mejor recurso para que puedan hacer transferencia sobre los procesos de investigación, acercándose al reconocimiento de estrategias propias en la solución de sus problemas. Introduciendo a los estudiantes en los procesos primarios de investigación formal, aproximándose de manera amena a ello y sin implicaciones negativas, tal como lo menciona Llaqueo (2003)

Teniendo en cuenta que lo más asequible para evaluar en las diferentes pruebas diseñadas en el ambiente son los argumentos, estos pueden ser: casuales, los empíricos, analógicos, de autoridad y deductivos, las pruebas contienen todos los tres niveles en identificación, explicación e indagación. Pero no sólo serán evaluados al escoger una respuesta dentro de las evaluaciones, sino al valorar y analizar las participaciones de los estudiantes en las situaciones diseñadas dentro del ambiente de aprendizaje, a fin de explorar el alcance de la enseñanza abierta en el fortalecimiento de lo que se entiende para efectos de esta investigación como *uso comprensivo del conocimiento científico*.

#### **e. La Enseñanza Abierta y los Recursos Educativos Abiertos.**

De esta manera se hace necesario definir lo que son los recursos abiertos y los que ocupan el interés de esta investigación.

Los Recursos Educativos Abiertos (REA) son los materiales digitales que se ofrecen libre y abiertamente para usar y re-usar en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación; por lo general los términos explícitos de la reutilización como las que ofrecen las licencias Creative Commons<sup>2</sup> generando procesos de empoderamiento tecnológico, donde los diferentes actores pueden colaborar, adaptar y reutilizar, con el fin de aprender o enseñar a otros sus ideas, en esencia con fines pedagógicos para reducir costos, mejorar la calidad de la educación; optimizando los procesos de aprendizaje, no sólo de forma técnica, sino incluso en los procesos culturales que esto implica (Kanwar, A, Balasubramanian, K, & Umar, A., 2010).

Por otra parte Wiley D (2010) hace referencia a la importancia que tiene la claridad de los roles de los diferentes participantes en el proceso de *enseñanza abierta*. Los involucrados son docentes, estudiantes, instituciones educativas, gubernamentales y culturales; el rol del docente es un elemento fundamental para una práctica abierta como la persona que proporciona contexto y no

---

<sup>2</sup> Estas licencias se describen como disponibles bajo ciertas condiciones que generalmente no son de tipo económico, así los materiales expuestos al público pueden ser utilizados sólo si cumplen con los criterios definidos, para ampliar información acceder a <http://colombiatic.mintic.gov.co/602/w3-propertyvalue-715.html>



contenido, donde el buen uso de los recursos compartidos permite al docente ser un facilitador y propulsor de oportunidades. De esta forma se entiende que la implementación de los REA no son en sí mismos garantes de la enseñanza abierta, ya que deben plantearse actividades que contengan propósitos claros para compartir, adaptar y reutilizar materiales educativos digitales. Con las implicaciones de trabajo colectivo y colaborativo de estas *prácticas abiertas*, donde no se lucha por guardar la información como factor exclusivo y excluyente que evite “el plagio”, por el contrario la mayor difusión posible para que una extensa red de personas mejoren el producto. Y al llevar a cabo estos principios con ética, dando los créditos a sus creadores y participantes, se optimizan no sólo los procesos y la calidad de los recursos, sino los de la educación (Ehlers & Conole, 2010).

Para efectos de esta investigación el concepto de enseñanza abierta que se tomará es la estructurada por el Dr. Chiappe, por ser la más completa al referirse a los atributos de lo abierto como propósitos principal de las prácticas abiertas, y no al dominio o generación de REA, su definición contrasta diferentes experiencias de investigadores asociados que le han permitido describir la enseñanza abierta como:

El proceso de intercambio de saberes entre los actores del proceso educativo (profesor estudiante y estudiante-estudiante) que se puede realizar en cualquier momento y desde cualquier lugar, mediante el uso de herramientas informáticas de acceso libre, de forma asincrónica o sincrónica . Su característica abierta da la bienvenida a un tercer actor en el acto educativo: la comunidad, el mundo entero. La enseñanza abierta supone una ampliación de la educación formal hacia la informal en un ámbito de colaboración e interacción entre aprendices como pares interlocutores (Chiappe, 2012).

De esta manera es importante establecer que no son los recursos abiertos el principal interés de esta investigación, sino los atributos de las prácticas abiertas particularmente en la enseñanza, que son adaptar, reutilizar, colaborar. Aunque se deban contemplar asuntos como la accesibilidad y el uso de recursos abiertos.

## **6. ESTADO DEL ARTE**

Según Montoya (2005), el propósito del Estado del Arte es abordar de una manera reflexiva (más allá de ser un inventario de antecedentes), la producción investigativa sobre un determinado objeto de estudio. En ese sentido, se llevó a cabo una revisión de literatura en los repositorios digitales de Doaj, Scielo, EBSCO, ProQuest, Universidad de Almería y Eurodol, con el término descriptor: *enseñanza abierta* en: e-learning, m-learning, blended, MOOC, entendiendo que los tres primeros se leen discriminando a los que no contengan los elementos de aprendizaje abierto que son la accesibilidad, los recursos gratuitos y libres, la reutilización y modificación de contenidos, junto con las características que no son mutuamente excluyentes como “el trabajo colaborativo”, leyendo en primera instancia los resúmenes para acceder a la lectura completa del documento. El periodo de búsqueda, lectura y recopilación de los artículos se llevó a cabo desde Octubre/2013 a junio/2014 en los idiomas de inglés y español.

Dentro de 150 artículos leídos se seleccionaron 50 que cumplieron con algunos parámetros del aprendizaje abierto como: estudios experienciales de enseñanza-aprendizaje que describen a la población y los recursos de las TIC utilizados, junto con sus objetivos de observación. Investigaciones que establecen elementos teóricos del uso de recursos educativos abiertos en los procesos de enseñanza- aprendizaje y que buscan su verificación o replanteamiento. Estudios que miden la transformación de conceptos en el aprendizaje de las ciencias naturales o similares priorizando los de escenarios rurales, en ambientes tecnológicos virtuales o combinados.

Se realizó una revisión sistemática de estudios que varían en sus métodos desde la exploración, la descripción y la verificación de teorías del aprendizaje abierto de manera retrospectiva para hacer proyecciones de aquellos elementos que hagan falta por explorar o sobre los que hay vestigios que deban ser profundizados.

La evaluación fue de tipo cualitativa dicotómica con un sí o no para cada uno de los ítems que fueron: metodología, descripción de la población, proceso de enseñanza -aprendizaje, muestra de resultados, evidencia en la transformación de contenidos digitales de código abierto, y finalmente sí para su desarrollo se basó en el aprendizaje colaborativo por parte de los participantes;

de acuerdo con la presencia o ausencia de cada uno. Una vez seleccionada la publicación se procede a realizar una interpretación del texto sobre la postura dada del aprendizaje abierto ordenado cronológicamente a su publicación, clasificándolas en un código de colores que dan respuesta a seis preguntas:

1. ¿Cómo se ha desarrollado el tema a lo largo de la historia?
2. ¿Qué vacíos presenta el tema?
3. ¿En que está enfocada la discusión actual?
4. ¿Cuáles son los temas relevantes en estas investigaciones?
5. ¿Existen diferencias geográficas en estas experiencias?

**a. Desarrollo histórico de las prácticas abiertas**

El abordaje de la primera pregunta permitió reconocer que la evolución de las herramientas tecnológicas genera alteraciones evidentes en las dinámicas sociales, culturales, políticas, económicas e inevitablemente como reproductores de éstas las educativas. En particular las tecnologías que se utilizan en beneficio de la comunicación, cuyo vertiginoso cambio ha propendido en profundas transformaciones sobre la concepción del conocimiento, el uso de la información y la accesibilidad a la misma como un derecho (Barbero, 1998; Barreto, Aldo, 2001; Castells, 2009; Pool, 1964; Pool Ithiel de Sola, 1979; Siemens,G, 2013)

El referente más antiguo que se encontró en esta investigación lo expone Lorenzo García Areito (1991, p. 2) investigador de la UNESCO, quien argumenta que el precepto se acuñó en sus inicios en la década de los 80, como una solución a las dificultades de alfabetización en adultos, que producto de obligaciones familiares, laborales o dificultad de desplazamiento plantean una necesidad primaria de diseñar currículos capaces de ofrecer la opción de acceder a la información en el momento deseado con modelos autodidactas, a un mínimo costo. La notable diferencia entre las clases presenciales fue que por el uso de Internet los beneficiarios podían hacer sugerencias en tiempos cortos, reconstruyendo los recursos y su uso por la opinión de los mismos, contrario a los

materiales físicos donde estas revisiones hechas por “expertos” tomaban tiempos extensos, pasando por periodos de prueba y validación, que al ser virtuales no implicaban un alto costo, ni una extensión de tiempo, optimizando todos estos procesos (M. G. Moore, 1987)

Al mencionar la historia de lo abierto es inevitable tener en cuenta la experiencia del *Massachusetts Institute of Technology* MIT, que en 1999 reta a otras universidades abriendo algunos de sus repositorios e información<sup>3</sup> generada por sus estudiantes a fin de transformarla de manera “libre”, los foros dejan de ser sólo opinión y se convierten en espacios de construcción creativa (A. H. Moore, 2002), para los programadores se convirtió en la oportunidad de diseñar experiencias virtuales lo más reales posibles, que empezaron con corredores en Java donde se mostraban imágenes dinámicas de situaciones físicas como, la influencia del campo gravitacional, fluidos en movimiento, modelaciones de reacciones químicas entre otras, donde el placer de generar conocimiento que asombrará a quienes accedieran los recursos determino una época asombrosa y la mayor recompensa era el reconocimiento a un trabajo bien hecho (Olsen Florence, 2002).

La experiencia del MIT permite el encuentro de soluciones inesperadas en diferentes actividades sociales, la explosión de recursos se convierte rápidamente en una provisión de capital para todos los involucrados, cuya indiscutible adopción por todas las esferas de la sociedad establece otros retos sobre el uso de la información; el punto es que la educación abierta cobra un sentido más amplio, al no limitarse en ofrecer la información gratuita que sólo podía ser cambiada por los diseñadores de las plataformas, sino que a través de la gratuidad, accesibilidad y los conocimientos de programación se pueda reutilizar, cambiar y reformar por otros usuarios, siendo adaptados los diferentes recursos para los ambientes educativos (Coppola, C, 2004, p. 14; Von Hippel, 2001).

---

<sup>3</sup> Los repositorios del MIT puestos a disposición eran simuladores que corrían con el programa JAVA, cuyo código estaba disponible para ser modificado por conocedores del lenguaje y para los que no podían hacer modificaciones su posibilidad era bajar la simulación en dispositivos de almacenamiento, sobre diferentes temas de física como campo gravitacional, ondas electromagnéticas, y relatividad general. Más tarde se abre un primer curso MOOC gratuito donde se inscribieron 1000 personas en cuatro horas sobre física de partículas de alta energía en sistemas computacionales.

Estas transformaciones en los procesos abiertos se han venido puliendo con el tiempo, no obstante aunque se vale de diferentes contextos alimentando cada vez más una tendencia sobre el uso y el modo de modificar un contenido, donde su uso en la educación es cada vez mayor y a que se integra con rapidez a diferentes disciplinas para alimentarlas y construir conocimiento, no es clara aún la universalización del concepto de enseñanza abierta y todos los elementos que pueden componerla (Lewis, R, 1993). Esto se debe en buena parte a que las políticas que se ejecutan para la *enseñanza abierta* difieren mucho con los movimientos y experiencias reales que han generado el movimiento abierto.

De ese modo y con el fin de consolidar un concepto sobre el papel de los principios de la *enseñanza abierta* en la superación de la educación transmisora, se pueden comparar las posturas de Romaní (2007) y Gould (2012). Para Romaní (2007) un modelo de aprendizaje abierto debe contemplar la solución de problemas del contexto, pero el nivel de eficiencia sobre la integración de las TIC lo definen las habilidades de interacción y la calidad de los productos generados por los usuarios, desde el dominio de herramientas diversas hasta el cambio en los códigos de los recursos. Aunque distingue el modelo desde las prácticas educativas, concentra su atención en los recursos generados o con los que se interactúa.

Por otra parte Gould (2012) entiende las innovaciones abiertas como una integralidad entre las actitudes, los propósitos de aprendizaje y los recursos. De esta manera las actitudes de compartir se pueden dar con recursos abiertos o sin ellos, lo importante no es el dominio de diferentes herramientas tecnológicas hasta llegar a su dominio total, sino las implicaciones que tienen las interacciones en los cambios conceptuales y actitudinales de los involucrados. En este sentido el autor separa en dos grupos a los que innovan de manera abierta, por un lado los *expertos* que buscan generar información y contenido desde un saber específico, empoderándose de los recursos hasta lograr una modificación que dé solución a sus problemas; por otra parte los *interesados*, personas que se aproximan a las prácticas abiertas para potenciar sus competencias, mejorar las habilidades propias o de sus aprendices para dar solución a sus problemas adaptando

recursos disponibles, pero la generación de los mismos no está condicionada al uso del lenguaje informático sino a la divulgación y modificación de su contenido

De tal manera que el factor común entre Romaní (2007) y Gould (2012) es que la educación cobra sentido cuando el objetivo principal es finalmente la producción de conocimiento, o la solución de problemas en cualquier contexto. Al respecto, Ossiannilsson & Creelman (2012) muestran que los fundamentos pedagógicos de las prácticas abiertas tienen su inicio en el uso de los REA y en la búsqueda de las ventajas que ofrecen las TIC en los procesos de aprendizaje, dejando entrever a medida que se implementan estas prácticas abiertas otros elementos importantes van robusteciendo el concepto de enseñanza abierta, como por ejemplo una jerarquía de acciones abiertas, a tal punto que existen ya algunos postulados sobre lo que debe contener de forma básica una enseñanza de esta naturaleza y que cobran parte de las categorías a priori que den respuesta a la pregunta de investigación.

#### **b. Vacíos que presenta el tema de las prácticas abiertas**

Los vacíos que presenta el tema de las *prácticas abiertas* particularmente la enseñanza son la generalización y teorización de los elementos que debería contener para garantizar el éxito de una experiencia de ésta naturaleza, al respecto fueron encontrados sólo tres trabajos de investigación:

Uno de ellos es el de Herbet Pacnick (2002), quien establece como indispensable la definición de fundamentos que permitan la aplicación efectiva del aprendizaje abierto, concentrando la atención en los elementos que deben prever para planear un ambiente de esta naturaleza. En primer lugar la condición previa de los procesos cognitivos, en segundo la disponibilidad de los materiales de aprendizaje que se utilizarán, en tercera estancia la motivación y puntos de vista de los usuarios, seguidamente se deben establecer las demandas del grupo objetivo, y finalmente la condición técnica con la infraestructura disponible para pensar los procesos e intenciones de la enseñanza y el aprendizaje de todo el ambiente.

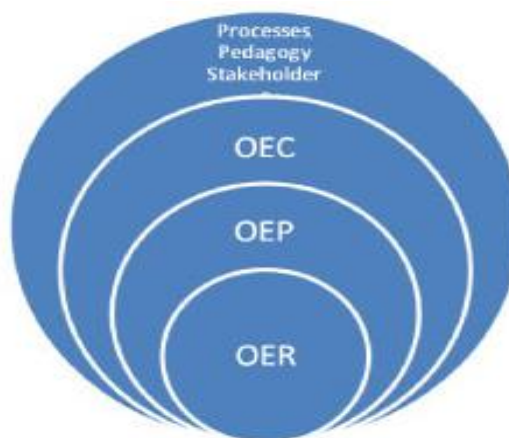
De manera complementaria el estudio de la Universidad de Cataluña por Neus Capdeferro y Margarida Romero (2012), establece de forma a priori que una de las características fundamentales de la enseñanza abierta es la colaboración, pero inevitablemente al analizar los datos es uno de los aspectos más difíciles de cumplir por los sentimientos de frustración que genera la virtualidad. Las frustraciones definidas en su investigación fueron: El distanciamiento, por las condiciones impersonales de retroalimentación con pares y docentes. La dificultad para entender con precisión las intervenciones, ante la ausencia de elementos paralingüísticos kinestésicos, acústicos y temporales de la presencialidad. Además de asuntos operativos que resultan engorrosos como poner de acuerdo al grupo en la distribución del trabajo, desequilibrio en los niveles de conocimiento, compromiso y calidad de contribuciones.

El trabajo de Ossiannilsson & Creelman (2012), se constituye en uno de los hallazgos más importantes sobre teorización de las *prácticas abiertas*, porque se tomaron tres años en la recolección de datos y la cantidad de participantes. Dentro de la investigación se reúnen los datos de 1000 participantes con el convenio de ocho universidades suecas, el fin inicial era motivar entre los docentes universitarios la inmersión en los procesos del aprendizaje abierto con el uso, apropiación y generación de REA. El proyecto establece generalidades sobre: el inicio histórico de esta tendencia en Europa, la definición y jerarquización de algunas *prácticas abiertas*, además de las recomendaciones para la adaptación, reutilización y colaboración, evitando la réplica de REA, aumentando su calidad y pertinencia por cada recurso generado.

Las jerarquías que los autores suecos establecieron para integrar las *prácticas abiertas* en ambientes de aprendizaje permiten a las instituciones universitarias de ese país evaluar de forma objetiva los alcances de su inmersión en esta tendencia, ellos la llaman *arquitectura del aprendizaje* y contiene indicadores de adaptación, reutilización, trabajo colaborativo, e interacción institucional e integración de diferentes profesionales en los claustros universitarios, todo ello a la luz de los

acuerdos europeos para la calidad de la educación OPAL (2011)<sup>4</sup>. Pero evidentemente todos estos desarrollos están ajustados a las condiciones socio-económicas de estos países, que distan de las carentes políticas gubernamentales de los países de América Latina sobre la cultura de las *prácticas abiertas*, que por ahora cubren aspectos de infraestructura y cobertura, igualmente importantes, pero diferentes. Las recomendaciones de los investigadores están orientadas en tres parámetros, como las condiciones institucionales, gubernamentales que deben disponerse y adecuarse para implementar una cultura de enseñanza- aprendizaje abierto.

De las clasificaciones mostradas por Ossiannilsson & Creelman (2012), las que resulta pertinentes para este trabajo son las de los elementos que deben ser contemplados para las *prácticas abiertas* en un ambiente de aprendizaje. Primero darle prioridad a los propósitos de aprendizaje, en segundo lugar planear alrededor de la cultura abierta donde están las actitudes de adaptación, reutilización y colaboración, en el tercer las practicas abiertas donde se pueden elegir la enseñanza, el aprendizaje y finalmente la utilización, transformación o generación de recursos abiertos.



**Ilustración 3.** La comprensión de los REA, OEP Y OEC fueron coincidos en los propósitos de aprendizaje y las diversas partes interesadas involucradas. Imagen de Ossiannilsson & Creelman (2012, p.5)

### c. Discusión actual del concepto de las prácticas abiertas

---

<sup>4</sup> OEP, *Directrices para Abiertas Prácticas Educativas en las organizaciones*, estos acuerdos están disponibles en la UNESCO en: [http://portal.unesco.org/ci/en/ev.php-URL\\_ID=31243&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/ci/en/ev.php-URL_ID=31243&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)



La premisa actual encontrada en los trabajos de investigación a modo de antecedentes muestra que las *prácticas abiertas* deben darse siempre en condiciones de aprendizaje colectivo, transformación de contenido, flexibilización de currículos, adaptación de rutas de aprendizaje de forma autónoma, solución de problemas de los contextos de los legatarios, mejorar la precisión y aprehensión de diferentes conceptos.

El aprendizaje colectivo se evalúa en las investigaciones de: Wilson Tina, Withelock Denis, (1998); Fyda Patrick (2005); McAnally-Salas (2005); Ruth Contreras (2010a, 2010b; 2009); Fernando J. Mortera Gutiérrez (2010); Gerardo Aguilar, et al (2010); Apostolos Koutropoulos et al (2012); Soledad María Ramírez Montoya, et al (2013); con la transformación e integración de REA, la solución a problemas diseñados o establecidos de manera previa por parte de los participantes en sus investigaciones, finalmente la disponibilidad a los recursos, retroalimentación y la permanencia de los mismos en el paso del tiempo para dar espacio al mejoramiento continuo (Ambe-Uva & Adegbola, 2009; Malo de Molina Martín-Montalvo, 2013; Ramos Elizondo, Herrera Bernal, & Ramírez Montoya, 2010; Wiley, 2010).

El concepto de flexibilidad se asocia al currículo, por la posibilidad que tiene éste de ofrecer todas las herramientas y capacitación para que los mismos usuarios se den a la búsqueda de los recursos necesarios para desarrollar plenamente sus potenciales (Brown, 2009; Gordin, Gomez, Pea, & Fishman, 1996; Haverila, 2009; Long, Vignare, Rappold, & Mallory, 2007; Martín et al., 2010; Ng & Nicholas, 2010; Von Hippel, 2001). Un ejemplo de esta flexibilización que resulta retador es el del Liceo Italiano, donde su énfasis curricular es artístico y los estudiantes encontraron como alternativa un HOOC<sup>5</sup> para suplir esa necesidad de aprendizaje científico con el fin de aumentar sus resultados en pruebas para el ingreso a la universidad. A pesar de que en las aulas nunca se ve de manera formal ciencias, sus altos resultados desde la implementación dejan pensar

---

<sup>5</sup> HOOC: Curso abierto de aprendizaje institucional. Es una variación de los cursos MOOC, pero en este caso la institución adquiere una plataforma tecnológica que puede funcionar de manera independiente a la web, donde los usuarios que pueden participar, modificar e interactuar en ella son partes de una empresa en particular. <http://www.hooc.ch/produkte/hooc-connect/>

en el verdadero papel de la escolarización presencial, y los conceptos que aún la acompañan.

Generando cuestionamientos sobre la deshumanización de la educación o el verdadero papel de las instituciones educativas en un futuro de apropiación tecnológica mundial (Cannesa & Pisani, 2013).

**d. Lo relevante de la enseñanza abierta para fortalecer la competencia del uso comprensivo del conocimiento científico en la investigación**

Para terminar las condiciones de las *prácticas abiertas* particularmente en la enseñanza, la solución de problemas en “contexto” resulta más variada en **las investigaciones encontradas**. La mayor parte estas investigaciones evalúan la precisión y efectividad en la aprehensión de diferentes conceptos, a través de pruebas de diagnóstico y los resultados posteriores al haberse involucrado en ambientes de aprendizaje con los principios de lo abierto y sus recursos. Pero las características comunes son la transformación de los conceptos, la cualificación de los recursos generados por los participantes, los seguimientos a cambios de actitud hacia los recursos tecnológicos y su modo de compartirlos, y todos ellos muestran datos concretos de tipo cuantitativo sobre los avances y las transformaciones (Azcorra S, Cano, Gómez, & Campos, 2001; Claus, 2009; Goodfellow, Strauss, & Puxley, 2012; Herrera Bernal, Ramos Elizondo, & Ramírez Montoya, 2010; Kituyi-Kwake & Adigun, 2008; Okonkwo, 2012; Rekkedal, 2011; Reyhav & Wu, 2014; R. G. Sánchez & Muiña, 2011; Seitamaa-hakkarainen, Viilo, & Hakkarainen, 2010).

La adaptación de rutas de aprendizaje se observa con la personalización de los contenidos, la modificación de las actividades personales, la elección de recursos efectivos por parte de los participantes de manera autónoma para consolidar sus conocimientos y habilidades, se convierten en fuente de información sobre el progreso y reconfiguración de los procesos cognitivos (Fonseca, 2011; Kantel, Tovar, & Serrano, 2010; Martín et al., 2010; White & Mills, 2011).

e. Diferencias geográficas que presenta el tema



Ilustración 4. Representación de los países más nombrados dentro de la clasificación de documentos elaborada.

Acerca de las diferencias geográficas, como puede verse en la ilustración 4, los países en donde más investigaciones o experiencias se encuentran disponibles son México y Estados Unidos, le siguen aaaaaa diversos países de la unión europea, que al ser contados por el acuerdo común de calidad de la educación OPAL, como lo expone la investigación de Ossiannilsson & Creelman (2012) terminan por extender sus fronteras incluso en países del Oriente Medio y África. Las definiciones categoriales de aprendizaje abierto más completas se dan en los países de la unión

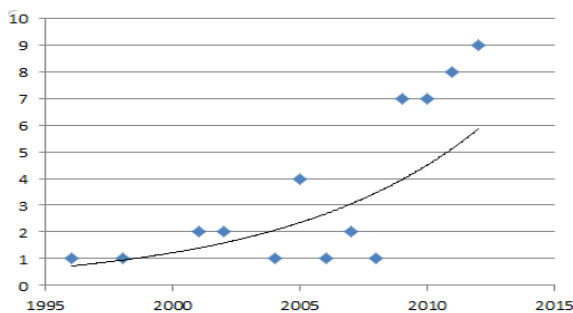


Ilustración 5. Investigaciones encontradas por año para el estado del arte

europaea como Suecia e Italia, en oriente medio están avanzando rápidamente en Arabia Saudita y Emiratos Árabes.

Los repositorios abiertos de investigaciones parecen rendir sus frutos, al encontrarse página como *Eurodol* con resultados de investigaciones, que aumentan

exponencialmente por año como se puede ver en la ilustración 5. Las publicaciones evaluadas que refieren investigaciones sobre las *prácticas abiertas*, muestran una clara tendencia al aumento.

## **f. Conclusión sobre las *prácticas abiertas* particularmente la enseñanza abierta**

En definitiva la enseñanza abierta debe entenderse como la práctica pedagógica intencionada, que define propósitos de aprendizaje específicos donde los procesos de intercambio y construcción poseen los atributos de lo abierto. El nombre “abierto” no delimita a esta práctica como un accidente de aprendizaje, sino que las condiciones están planeadas desde el profesional encargado ya sea un individuo, grupo o institución, tal y como se abordó desde el desarrollo histórico, donde instituciones educativas para adultos programaban su material y las disposiciones de éste en los años 80 o instituciones como el MIT en los 90, quienes plantearon toda una serie de estrategias alrededor de temas, programas y recursos generados por diferentes fuentes.

La enseñanza abierta tiene su diferencia en que los atributos de lo abierto se insertan dentro de los ambientes de manera planeada, para promover en todos los involucrados una tendencia cultural que nace en la sociedad del conocimiento, por la inmersión de las TIC en la educación, donde la construcción colectiva se da bajo unos criterios éticos particulares de adaptación, reutilización y colaboración.

## **7. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Conforme a los aspectos teóricos ya planteados con la integración de las TIC en procesos educativos que han generado prácticas complejas como las *prácticas educativas abiertas*, en la que integra *la enseñanza abierta* como uno de sus elementos. El estudio de tipo cualitativo se justifica no sólo por lo relativamente nuevo del tema, sino por el potencial de desarrollo en el diseño de ambientes de aprendizaje eficientes en los cuales diferentes recursos tecnológicos, humanos y pedagógicos permitan el fortalecimiento de competencias más allá del contenido. Por consiguiente la descripción de los eventos, que permite la investigación cualitativa, es un insumo invaluable que aporta a la construcción teórica de estas prácticas por parte de futuros investigadores.

**a. Tipo de investigación**

En vista de que el tema abordado es emergente y posee elementos teóricos que lo sustentan es posible extraer preposiciones que den luces sobre los parámetros de búsqueda que definen las categorías observables, por lo tanto la metodología más favorable es la cualitativa (Maxwell, 2012; Perry, 1998; Sarabia, 1999). En su condición exploratoria y descriptiva permiten al investigador acercarse al objeto de estudio desde su realidad observable y en las condiciones particulares que lo rodean, de este modo es posible para otros investigadores luego formular hipótesis y definir si son pertinentes en otros casos, estableciendo posteriormente generalizaciones.

En este tipo de investigación en su naturaleza involucra hacer interpretaciones de una construcción social y al estar inmerso el investigador no puede tomar distancia del fenómeno social que lo ocupa, por tanto la selección de instrumentos que permitan hacer comparaciones son el salvaguarda de la veracidad de sus datos, a fin de permitirle descubrir e interpretar las condiciones en las que se da una situación, incluso comprendiendo las situaciones en las que se dan ciertos resultados (Sarabia, 1999; Shaw, 1999).

**b. Diseño de investigación: estudio de caso**

En la interpretación de resultados por la inclusión de una población particular en circunstancias específicas, la estrategia de estudio de caso se constituye en el mejor enfoque para ver el ambiente diseñado desde perspectivas distintas que definen las categorías de análisis de esta investigación, unas nuevas y emergentes como las de la *enseñanza abierta* y otras ya definidas teóricamente como las competencias. Todos estos elementos categoriales, junto con un tema innovador o contemporáneo en su verdadero entorno, utilizando fuentes múltiples de datos para triangular los resultados, dando la posibilidad de réplica, son a lo que Yin (Yin, 1994) determina como indispensables para el desarrollo de un estudio de caso.

A fin de proveer de la mayor fiabilidad posible a los datos obtenidos en esta investigación se cuidaron de los elementos teóricos establecidos por Yin (1989) como la *validez de: construcción*,

*interna*, y *externa* (p.29-36) de los datos recopilados; analizados a través de la triangulación de tres herramientas de recolección distintas en naturaleza, pero comparadas entre sí para hacerlo de forma objetiva. Considerando así, el diseño del ambiente como una cadena de evidencias que se recopilarían por cada actividad (Sarabia, 1999), lo que permite determinar una construcción de patrones, y finalmente una reconstrucción sobre el análisis que se lleva a cabo en el transcurso del tiempo de los efectos del ambiente sobre los participantes, constituyéndose en la protocolización de las tareas, instrumentos y procedimientos que se ejecutaron (Sarabia, 1999). Los establecimientos protocolarios que previamente fueron puestos a prueba a través de las pruebas piloto, se validan e incluso se corrigen cuando los instrumentos ejecutados y analizados muestran la necesidad de hacerlo. Lo que llevó además a la definición de la selección de la población, que finalmente quedó constituida en 37 estudiantes de los grados 11 de la institución.

### **Categorías de análisis**

Las categorías de análisis surgen de dos elementos importantes que envuelven este trabajo, el primero es la *enseñanza abierta* y sus postulados, producto de la inmersión de las TIC en la educación, y el segundo es lo que teóricamente se asocia al concepto de *competencia*. En este sentido cada uno tiene tres condiciones que constituyen las categorías de análisis, en el caso de la enseñanza abierta son la adaptación, la reutilización y el trabajo colaborativo, para la competencia son la identificación, la explicación y la indagación.

La adaptación: conjunto de cambios que se realizan sobre el contenido, uso de recursos abiertos ya establecidos por otras personas y donde los participantes sugieren alternativas distintas incluso en el orden en que deberían ser integrados dando ideas sobre sus rutas de aprendizaje.

La remezcla o reutilización: mezcla alternativa de diferentes recursos digitales en un elemento base. Para este caso se da mayor énfasis al uso y la integración de los contenidos suministrados dentro del ambiente o por sugerencia de los participantes, de esta manera evaluar el grado de integración e impacto de los mismos. El modo de evaluar el impacto se hace por la

relevancia en las citas, menciones de los argumentos dirimidos por cada uno de los participantes y finalmente la generación de nuevos recursos o documentos para posteriores consultas en compañeros del mismo grado en futuras participaciones.

Trabajo colaborativo: La posibilidad de buscar como objetivo común entre diferentes participantes del mismo nivel la adquisición de un saber y su construcción particular. Los indicadores están enfocados a la construcción colectiva de conceptos, solución de problemas y la integración de ideas con las de sus compañeros. Todo ello con el cuestionamiento crítico y el establecimiento de hipótesis, que se dan escuchando las opiniones de sus pares con la misma validez con la que se hace con el docente. Donde los docentes e invitados universitarios desconocen también los resultados de las experiencias de laboratorio de los estudiantes de manera anticipada, y se les instruye sobre no hacer mención a los educandos sobre el resultado de su estudio de investigación hasta las etapas finales de producción y análisis de las experiencias propias. Permitiendo la integración teórica de las ciencias-física y evaluando los indicadores que son objeto de análisis durante el proceso.

Finalmente las categorías acerca de la competencia que fue ya explicado con antelación a la luz de las condiciones de evaluación y consideración del Ministerio de Educación Nacional, se establece pues en el instrumento que se denomina aquí como *malla de evaluación* (Tobón, Prieto, & Fraile, 2010) de tres columnas que aumentan de complejidad como: identificación, explicación e indagación; esto para llevar el registro individual y colectivo de progreso. Lo cual se desglosa a modo de categorías en el siguiente apartado.

La identificación: la capacidad de reconocer entre una determinada cantidad de posibilidades sus características, propiedades y las jerarquías en las que se deben ordenar dando una idea de su representación conceptual. A pesar de parecer el proceso más elemental en la ciencia tiene diferentes niveles de complejidad, ya que no sólo define en primera estancia las variables físicas de un evento o las condiciones en las que se da un fenómeno, sino que en sus niveles más

elevados son los que permiten establecer relaciones, generalizaciones que dan como resultado la discriminación y clasificación de un determinado asunto.

La explicación: se entiende como un proceso argumentativo que tiene niveles distintos de profundización, entendidos en cinco básicos, *casuales, los empíricos, analógicos, de autoridad y los deductivos*. De esta manera el ambiente busca a través de la malla organizarlos del mismo modo.

La indagación: se comprende como el nivel más alto de la competencia, porque evoca la solución a problemas del contexto, donde para poder llegar a una explicación se debieron determinar las variables y clasificar los asuntos de que eran de importancia, separando los que no constituían una influencia, por tanto se debieron utilizar las otras habilidades antecedentes para dar respuesta a una pregunta o asunto de interés.

### **Instrumentos de recolección**

Los instrumentos de recolección y análisis de los resultados se dividen en cuatro tipos distintos: Las pruebas escritas de entrada y salida. La construcción cognitiva de conceptos por listados asociados en pares de Weller (2007). La malla de evaluación del proceso de la cual se derivan los códigos de registro para la plantilla con un código de identificación. Y el diario de campo.

#### **- Pruebas escritas**

Para las pruebas escritas se construyeron dos distintas, puestas a prueba con estudiantes más adelantados en cuatro ocasiones cada una, cuyo componente escrito de tipo cerrado cubre un 50% de la valoración y 50% para las respuestas abiertas. Las preguntas cerradas se organizan con cuatro opciones de respuesta, donde una constituye el distractor, otra el nivel de identificación nombrando las variables involucradas, y las dos restantes valoran la explicación y la interpretación obteniendo el nivel más alto al apuntar a esta última opción.



Continuando con la descripción del examen, las preguntas abiertas por otra parte buscan determinar también los componentes de la competencia. Un punto dentro de la pregunta abierta donde el participante nombra las variables físicas involucradas en un proyecto de otra naturaleza explícito dentro del documento, otro elemento dentro de este primer punto, es el de explicación al relacionarlo con el artículo contenido dentro del examen y finalmente el segundo cuestionamiento se busca el nivel de interpretación cuando describe la utilidad y abstrae las posibles implicaciones de los hechos ahí descritos en un contexto completamente diferente que no está en ninguno de los textos del examen, pero que es posible en la realidad.

#### **- Listas de asociación por pares de Weller**

Por otra parte otra herramienta encontrada en la antropología cognitiva de Weller (2007) que se denominada *listados libres de asociación por pares* sobre los conceptos alrededor de los proyectos productivos, considerando las variables que se deben tener en cuenta para su éxito y control. El propósito de su implementación es dar cuenta de las representaciones conceptuales del grupo para modificar o re-enfocar el trabajo que se lleva a cabo dentro de un grupo haciendo pertinente su intervención

Este instrumento se elabora en dos etapas: la primera busca establecer las palabras que se repiten con mayor frecuencia, donde surgen los preconceptos de las variables a tener en cuenta para el éxito de un proyecto productivo agropecuario y de transformación de alimentos, lo que debe hacerse teóricamente es separar los grupos para establecer comparaciones objetivas. Una vez establecidas las palabras más recurrentes, viene el segundo instrumento, donde se exponen a las diez palabras más relevantes por cada concepto asociado que se desee explorar y posteriormente los encuestados escogen paridades con los criterios de: Mayor relevancia. Menor relevancia, pero influyentes. Menos influyentes, que pueden ser tenidos en cuenta. Y finalmente las que se alejan más, aunque hacen parte del concepto. Asignándose un valor a cada uno de ellos como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1**

Valor	Palabras asociadas como
+2	criterios de mayor relevancia
+1	menor relevancia pero aún influyentes
-1	menos relevantes pero parte del concepto
-2	Mucho menos influyentes que pueden ser tenidos en cuenta
0	Ignorados o no respondidos

(Lista de pares aplicada en el colegio ver anexo a).

Una vez recolectados los datos se realiza una tabulación, que puede ser programada en Excel, con el fin de establecer los de mayor valor numérico comparando cada palabra o ítem entre sí, mostrando los índices de distancia como estados de probabilidad, viabilizando la construcción de la red de conceptos por cada grupo, de acuerdo a los valores se establecen las condiciones de orden y subordinación, la fórmula que se aplica es:

$X_i$ = Ítem fijo por su valor absoluto

$X_j$ = Ítem comparado

N= número de participantes

a= # preguntas hechas

#### **- Malla de indicadores de competencia**

El otro instrumento es *la malla de indicadores de competencia*, cuyo propósito para es consolidar un enfoque socio formativo, donde los participantes reconocen sus fortalezas y debilidades para establecer las acciones, correcciones y re-direccionamientos a los que haya lugar (Tobón, Prieto, & Fraile, 2010). En el caso de este trabajo la malla sirve para medir y registrar el nivel que se alcanza en *el uso comprensivo del conocimiento científico*. Integrando en el interior del instrumento las categorías de lo abierto que son adaptación, remezcla y trabajo colaborativo, y los niveles de la competencia que son identificación, explicación e indagación. Esta malla de indicadores, constituye el instrumento más representativo de esta investigación, en la medida en que el ambiente se organiza por cada actividad pensando en unos resultados medibles y observables

indicados la *malla* y que se valoran con un código numérico, proveyendo información sobre el avance progresivo de manera porcentual dentro de las metas de aprendizaje.

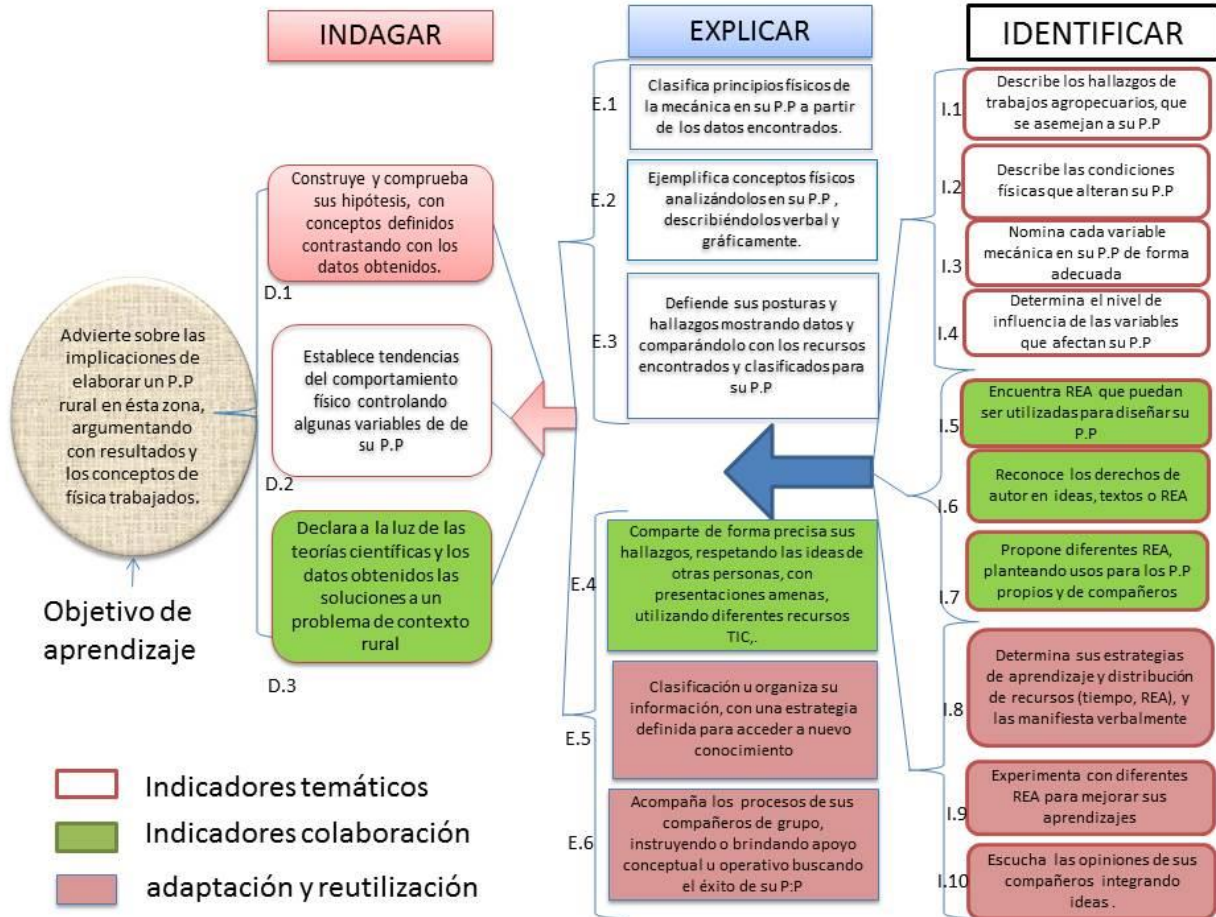


Ilustración 6 Malla de indicadores de competencia que guía las actividades del ambiente para alcanzar los objetivos de aprendizaje. Elaborada por Maite Alarcón Díaz

Aclarándole al lector la identificación del código de colores de la ilustración 6. Las de fondo blanco o sin color identifica los indicadores asociados a elementos específicos de la física, el de color rosa se enfoca en la adaptación de las rutas de aprendizaje con el contenido disponible y los verdes en la reutilización de los recursos abiertos. Finalmente el objetivo general de aprendizaje se inscribe en una circunferencia. Por otra parte vale recordar que para su fácil lectura, cuando se menciona un proyecto productivo se reduce a las siglas P.P para insertarlos en estos reducidos cuadros.

Continuando con la manera en que funciona la *mall*, el registro en la plantilla de evaluación individual incluye entonces los resultados de las rúbricas de evaluación para actividades colaborativas, verbales y de tipo abierto. Y fueron elaboradas dichas rúbricas a partir de los indicadores de competencia puestos en la *mall*, a fin de llevar un registro consecuente para dar respuesta a la pregunta de investigación (Ilustración 6). Para terminar los resultados registrados se contrastan con los de la prueba de salida, de tal manera que al existir coherencia y coincidencia en valores, se interpreta como una observación objetiva el proceso de los participantes con la mall de indicadores.

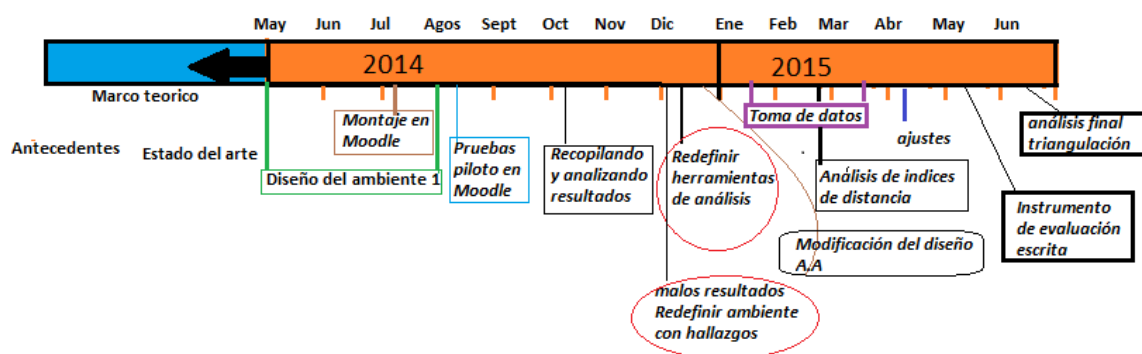
#### **- Diario de campo**

el diario de campo, que cobra particular significatividad al mostrar los registros puntuales de material producido por los estudiantes, debates o discusiones con los cuadros de observación para la recolección de datos cualitativos, con criterios de observación definidos por las rúbricas. Donde a pesar de tener un diseño previo a través de las rúbricas se entienden como flexibles y adaptables a los resultados dado, de tal forma que pueden colocarse opiniones y hallazgos sorprendentes de opinión o de actitudes de los participantes.

#### **Fases de investigación**

Este trabajo se elaboró en una serie en cinco fases: la primera abarca el establecimiento de los principios teóricos de la enseñanza abierta. La segunda, trata de un diseño previo de ambiente de aprendizaje con las posturas establecidas. La tercera se enfoca en poner a prueba el diseño y las herramientas establecidas para hacer los ajustes a las posturas teóricas. La cuarta permite analizar los resultados y modificar el ambiente definitivo. Y finalmente la quinta busca recopilar los datos que será efecto de análisis sobre la pregunta de investigación. Estas fases dieron pie al ajuste del ambiente que se implementaría finalmente, en la siguiente línea de tiempo (Ilustración 7), se

establece los momentos que dan lugar a: diseño de instrumentos, ambiente, la compilación de los resultados, etapas de análisis y reformulación.



**Ilustración 7.** Línea de tiempo fases del proceso de investigación. Maite Alarcón Díaz.

### Consideraciones éticas

Para la ejecución de la investigación, se contó con la autorización de la rectora en cada fase del proyecto, quien dispuso del equipo tecnológico del colegio inventariado en los suministros institucionales para registrar los datos de manera continua en el área de física. Además de proveer del tiempo de dos horas cada semana, los días miércoles, para las pruebas piloto en el tercer trimestre del 2014 al marco del proyecto “Usmea tu Destino” dirigido por la docente de física para corregir los formatos de evaluación y el uso de instrumentos de recolección con los estudiantes de la promoción de ese año.

Adicionalmente las familias de los estudiantes participantes en el 2014 y 2015 entregaron sus consentimientos informados firmados por sus tutores para la publicación de los resultados sin la especificación de los nombres conservando los principios de absoluta confidencialidad, y los estudiantes que aparecen en el vídeo de la presentación firmaron su consentimiento para el vídeo que fue publicado en la secretaria de educación al marco de la convocatoria “transformando territorio”.

### Papel del investigador

En esta investigación el rol del investigador no puede estar condicionado de manera exclusiva a los perfiles que establecen la metodología cualitativa del estudio de caso, debido a la consideración de tres factores: el tiempo, la visión pedagógica y la reconstrucción conceptual del investigador durante los procesos de recolección y análisis de datos. (Eisner, 1998)

En primer lugar el tiempo, dado a que los estudiantes llevan un proceso pedagógico con el investigador en una condición de docente de más de un año para el momento en que se implementa el ambiente ajustado para la recolección de los datos, lo que determina un condicionamiento a las conexiones afectivas, culturales, sociales, además de la jerarquía institucional propia de ser el docente dentro de la institución y llevar los registros legales de su proceso.

En segunda estancia el reconocimiento de la teoría pedagógica de la enseñanza para la comprensión en el diseño del ambiente determinó un giro importante sobre la perspectiva de acción como guía, porque aunque los formatos de la institución hacen mención del modelo, en realidad no se aplica de manera puntual en los desarrollos del área. A raíz de los resultados en las pruebas piloto surge la necesidad de aprender a trabajar con el modelo pedagógico que orienta el proyecto educativo institucional. En este sentido como docente era necesario repensar los propósitos de aprendizaje, la secuencia didáctica, visualizando como investigador el cambio generado al ambiente en la recolección de datos.

Lo anterior conduce entonces a las consideraciones de evaluación y análisis una vez se recoge por cada módulo el producto de síntesis, donde cada evaluación continua sugiere ajustes que reconstruyen los saberes propios del investigador, en esta medida se confirma los que dice Yin (1994) que debido a su naturaleza descriptiva el estudio de caso debe instaurar herramientas muy sólidas para darle validez a las interpretaciones hechas por el investigador, posibilitándole al proyecto la capacidad de réplica en otros contextos bajo ciertas consideraciones.

A lo anterior se suman las consideraciones teórico-prácticas que conlleva ser investigador como el de diseñador del ambiente de aprendizaje, las estrategias y actividades para fortalecer la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, los instrumentos de recolección de

datos, organizador de los recursos que deban estar disponibles para los participantes, observador activo de los procesos, llevando registros objetivos, relevantes y de ser necesario detallados de los eventos, además de evaluar los resultados y analizar las repercusiones de estos. (Hernández et al, 2006)

## **8. AMBIENTE DE APRENDIZAJE IMPLEMENTADO**

El programa y currículo planteado para el estudio de la física en la IED El Destino, se desarrolla dentro del aprendizaje formal de la educación media, cuyos procesos están pensados esencialmente de manera presencial, en los que los contenidos hacen parte fundamental de la planeación anual y trimestral, modificando esto al apuntar al desarrollo de competencias y no de temas particulares. A pesar de esto existe la posibilidad de adaptar las metas de aprendizaje debido al proceso de transición que se lleva en el colegio en la reestructuración del PEI (Proyecto Educativo Institucional) y no hay coacción para planear o ejecutar de forma específica.

El ambiente de aprendizaje surge de la necesidad de potenciar la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico*, cuya debilidad se identificó a través de la valoración por rúbricas de las exposiciones en las justificaciones de proyectos productivos agropecuarios y de producción de alimentos, además de los resultados históricos de las pruebas *saber 11* que dan cuenta de ésta competencia.

La implementación del ambiente se hizo de manera presencial, dejando por la decisión de los 37 estudiantes la entrega y construcción de las actividades que debían elaborar en grupo de manera presencial o utilizando cualquier recurso de las TIC disponible. Finalmente se establecieron los resultados del ambiente a través de las evidencias entregadas y las pruebas escritas de salida, aplicadas a todo el grupo de manera simultánea.

### **a. Adecuaciones técnicas**

Además de los aspectos pedagógicos, el ambiente fue pensado corrigiendo detalles técnicos de conectividad para que las actividades y los recursos tuviesen la viabilidad de ser almacenados sin

conexión a Internet, por la deficiente o carente señal en la zona y posibilitar su actualización al estar conectado de manera propia. La conexión red es de señal de microondas por tanto la potencia depende de los estados de presión atmosférica, temperatura y formación de nubes, en este espacio geográfico no hay señal satelital por tanto ninguna garantía de conexión.

Con la débil señal que en ocasiones aparece en un ambiente de sub-páramo, la aplicación que requiere menos potencia para acceder es Facebook, tanto en la IED El Destino como en las escuelas veredales circundantes, disponible en los teléfonos celulares del 60% de los estudiantes, sumado a la cualidad implícita de dicho recurso para observar los elementos sociales de compartir, opinar y adaptar de forma colectiva, atributos de la enseñanza abierta que se quieren promover (McAndrew et al., 2009).

Con el fin de garantizar el acceso a internet, la institución facilitó 20 computadores portátiles de manera permanente en el laboratorio de física, pero sin señal de internet, de esta forma el material se bajó en memoria y se dejó en cada equipo, estos equipos se usarían también los días martes de proyecto productivo SENA, a fin de que el trabajo se ejecute y complemente en esos momentos.

#### **b. Objetivos del ambiente**

- ✓ Advertir sobre las implicaciones de implementar un proyecto productivo en esta zona geográfica, argumentando con los conceptos físicos apropiados y provistos en los recursos encontrados para solucionar los problemas de su contexto.
- ✓ Integrar a sus rutas de aprendizaje los atributos de lo abierto como reutilizar, adaptar y colaborar, para dar solución a sus problemas de contexto.
- ✓ Implementar la competencia uso comprensivo del conocimiento científico con los atributos de reutilización, adaptación y colaboración, innovando en las propuestas y soluciones a problemas de diferentes contextos.

#### **c. Descripción de la estrategia**



Las clases de física dentro de la institución se llevan a cabo en dos bloques de 90 min, constituyendo un total de 180 minutos a la semana, en un periodo académico de tres meses; de esta manera el ambiente se plantea para dar cobertura a los tiempos establecidos dentro de la institución, y para que coincida el momento de evaluación con las pruebas trimestrales institucionales.

La malla de evaluación de la ilustración 6, programación de actividades con los indicadores esperados, y los recursos disponibles se socializaron con los participantes antes de empezar, a fin de que conocieran los objetivos de aprendizaje en los que se inscribe el ambiente en el que participaban, permitiendo que llevarán el control de los procesos de evaluación, las metas de comprensión, los productos que se van a recoger y el tiempo aproximado de cada sesión establecida en la planeación. Esto se hace acorde a lo que establece el modelo EpC.

Cada módulo describe una serie de actividades que buscan integrar de manera progresiva los atributos de lo abierto, enfocando no solo los indicadores de competencia sino lo de la categoría de la enseñanza abierta, ajustados acorde a los resultados de pruebas piloto y los hallazgos de la red de conceptos de los *listados de asociación por pares* que implicaron ajustes dentro de las actividades. A continuación la ilustración 8 muestra los tres módulos ejecutados.

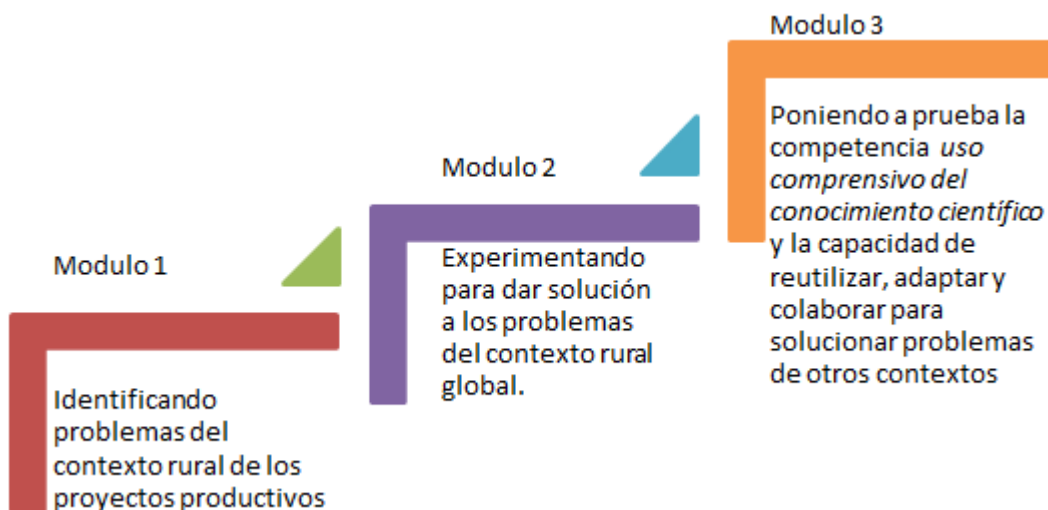


Ilustración 8 Módulos temáticos del ambiente de aprendizaje

Para evaluar el impacto del ambiente implementado se definen unos indicadores que van subiendo su complejidad. Al alcanzar un mínimo del 60% de todos los indicadores se aprueba, sin importar el momento o la actividad en la que se logren; por otra parte se entenderá que al alcanzar un nivel superior se han logrado los anteriores a éste, debido a que se definen jerárquicamente, todos y cada uno dentro de la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico*.

La distribución de la *malla* de la ilustración 6 se da en orden jerárquico, se establecen columnas para cada categoría de la competencia, con diferentes sinónimos que se adecuan para no repetir el verbo, separado por colores de fondo que dan cuenta de las categorías de los elementos de la *enseñanza abierta*. Para poder integrarlo de manera sencilla y fácil de leer a la planeación del ambiente de aprendizaje se asigna un código de identificación que está junto a cada indicador.

#### **d. Actores del ambiente**

Los actores involucrados en este ambiente de aprendizaje fueron los 37 estudiantes de grado 11, el docente formador en el área de física (investigador), los estudiantes universitarios invitados, los diferentes recursos abiertos disponibles como los simuladores de *phet Colorado*, la plataforma Moodle, la redes sociales Facebook, WhatsApp, las aplicaciones y herramientas para la elaboración de textos y vídeos.

Estudiantes de grado 11: Su rol es el de actores activos de aprendizaje en un entorno de enseñanza abierta de la física, donde los atributos de lo abierto pensados en las actividades fortalece su competencia del uso comprensivo del conocimiento científico. Para dar evidencia de sus procesos se comprometen a entregar sus producciones escritas, graficas, orales con el uso de las TIC de manera libre para que los compañeros del grado 11 puedan reutilizar, adaptar y colaborar alrededor de las mismas.

Docente formador (investigador): Diseñar el ambiente de aprendizaje entorno a la enseñanza abierta de la física, que propicie actividades donde puedan usarse los atributos de lo

abierto como reutilizar, adaptar y colaborar. Ser un guía proactivo que no surte de respuestas sino que centra la atención en aquellas habilidades, actitudes y recursos que puedan dar respuesta a las inquietudes que surgen. Observador objetivo para recopilar los datos que surgen, evaluando durante todo el proceso y hacer los ajustes pertinentes al diseño del ambiente a fin de cumplir con los objetivos.

Estudiantes universitarios invitados: Informarse sobre los principios de las prácticas abiertas en particular la enseñanza, para que en las interacciones llevadas con los estudiantes del grado 11 obedezcan a los atributos de lo abierto, de tal forma que les permitan hacer transferencia analógica de los procesos de investigación a los estudiantes del colegio, debatiendo con los compañeros posibles soluciones inquietudes del ámbito rural. Los estudiantes universitarios recogen datos de los estudiantes del colegio, sobre el experimento de la influencia del campo magnético en el crecimiento de las plantas, con esta información los universitarios proveen información de cómo tomaron ellos sus propios datos y el seguimiento experimental, permitiendo a los estudiantes adaptando las estrategias propias con la de los universitarios. De tal forma que los dos actores (estudiantes colegio y universitarios) puedan construir de manera colaborativa las conclusiones sobre el experimento llevado a cabo en el colegio.

Los recursos educativos abiertos: son el apoyo e insumo operativo para que el ambiente de aprendizaje de la enseñanza abierta de la física cumpla con los propósitos planteados. De tal forma que faciliten la reutilización, adaptación y colaboración por parte de los involucrados.

#### **e. Secuencia didáctica**

Cada módulo desarrollado se piensa con la secuencia didáctica con el enfoque de la enseñanza para la comprensión que divide en cuatro momentos dentro de estos hay insertos algunos del aprendizaje significativo como efecto de la integración de los dos modelos pedagógicos que guían las actividades institucionales. De este modo cada módulo concibe la etapa de exploración, el momento de la investigación guiada, y el proyecto final de síntesis.

*La etapa de exploración:* en este espacio se exploran elementos como los conceptos previos de los participantes, (aquí se ingresan las pruebas de entrada asunto que es parte del aprendizaje significativo), los elementos que la población ya conoce y aquello que están interesados en aprender alrededor de un tema. Se exhibe a los participantes la de unidad integradora que es el tópico generador, en el caso general del ambiente son problemas del entorno rural ajustados a las prácticas de producción agropecuaria y de transformación de alimentos.

En el módulo 1 el hilo conductor está enfocado en los problemas del entorno rural de los proyectos productivos de la institución. Y la evaluación de condiciones iniciales sobre la aplicación de conceptos de termodinámica y energías en contexto (prueba de física SABER 11, 2013)

En módulo 2 el hilo conductor se centra en los problemas del entorno rural global, es decir aquellos problemas que pueden darse en cualquier entorno de producción agropecuaria o de transformación de alimentos.

El módulo 3 El hilo conductor se dirige a la exploración y discriminación de variables distintas al contexto rural, pero que una vez identificadas pueden dar solución a problemas en contextos diversos.

*La investigación guiada:* en este sentido las actividades involucran a los estudiantes en la utilización de las ideas de investigación o sus modalidades que el docente consideré centrales para alcanzar las metas de comprensión. En este caso la teoría pedagógica establece que los estudiantes deben fortalecer habilidades de observación, registro detallado de datos, uso de vocabulario técnico y rico en descripciones puntuales o la síntesis de notas con fuentes diversas.

En el módulo 1: cuando los estudiantes proyectan problemas innovadores para sus proyectos productivos de los que surgen las red de problemas de los proyectos productivos, analizan y evalúan los trabajos de compañeros egresados, toman decisiones sobre los recursos que utilizarán en su escrito, dando pautas para el contenido que deben contener las carpetas de recursos digitales disponibles en los equipos.

## Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

En el módulo 2: el momento en que los estudiantes universitarios ponen como reto el experimento de la influencia del campo magnético terrestre en las plantas, donde a los estudiantes del colegio se les entrega el material (oasis para sembrar las semillas, imanes y hojas de registro) llevando una planilla donde deben colocar sus hipótesis, registro escrito y gráfico del crecimiento de las plantas de alverja, terminando con las deducciones acerca de la influencia del magnetismo en la germinación de las plantas.

En el módulo 3: Cuando en las pruebas o exposiciones deben dirimir sus argumentos a la luz de diferentes autores disponibles en los recursos de clase o proporcionados por ellos. Estas declaraciones se hacen a través de las citas o mencionando los argumentos de otro autor.

*Proyecto final de síntesis:* como su nombre lo indica, es una entrega o producto al final de cada módulo donde los estudiantes pueden demostrar con claridad el dominio que poseen de las metas de comprensión (indicadores de logro), y permiten a los participantes sintetizar las comprensiones que han logrado a lo largo de la unidad curricular o de cada módulo planteado. En este sentido se integra la prueba de salida que la enseñanza para la comprensión no comparte, pero que la el aprendizaje significativo si, con la salvedad de que debería ser el mismo instrumento para comparar la evolución, donde se ve la adaptación de las dos tendencias, utilizando una prueba de salida donde se deban aplicar los atributos de lo abiertos y la competencia en un contexto completamente ajeno para ver la capacidad de sintetizar información nueva con los conceptos adquiridos.

En el módulo 1: Con el artículo que escriben los estudiantes enfocado hacia un problema de sus proyectos productivos, mostrando las posibles soluciones al inconveniente seleccionado.

En el módulo 2: Con el vídeo producido en la actividad *cazadores de mitos* donde dan solución a un problema del entorno mundial global, ofreciendo en este vídeo soluciones a el problema que les salió al azar.

En el módulo 3: a través de las pruebas de salida donde dan solución a los problemas de un contexto completamente distinto al rural adaptando los saberes adquiridos con la información del

instrumento, reutilizando los conceptos hasta aquí explorados para dar solución efectiva a las preguntas planteadas.

#### f. Contenidos y actividades

Los contenidos se dividen en tres módulos y cada uno contiene una serie de actividades que apuntan a la secuencia didáctica del modelo pedagógico institucional. En primer lugar se muestra el objetivo de cada módulo teniendo en cuenta el mayor de los indicadores planteados en la malla de evaluación de la ilustración 6. Posteriormente se indican todas las actividades que pueden distinguirse por el nombre del módulo y el uso distintivo de un color por cada uno. Las actividades que aparecen tienen descritos los objetivos de aprendizaje a través del código dispuesto en la malla de evaluación de la ilustración 6.

<b>Módulo 1: Identificando problemas del contexto rural de los proyectos productivos de la institución</b>	
<b>Objetivo:</b>	Establece las implicaciones de implementar un proyecto productivo en esta zona geográfica, argumentando con los conceptos físicos apropiados y provistos en los recursos educativos abiertos para solucionar los problemas de su contexto. D2
<b>Contenido</b>	Artículos digitales agropecuarios y de transformación de alimentos, sobre los temas planteados por los participantes, vídeos adaptados con los conceptos de física que pueden resolver inconvenientes con fluidos, termodinámica, radiación.
<b>Indicadores</b>	El estudiante adapta los contenidos de los artículos consultados referenciando la fuente y reutiliza los materiales disponibles en su trabajo de proyecto productivo o el de sus compañeros antecesores, con la construcción de su propio material digital que se integra y corrige de manera colaborativa
<b>Actividades de aprendizaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Distribución de trabajos de proyectos productivos para la valoración de cada participante.</li> <li>✓ Visualización de procesos industriales para la solución de problemas productivos</li> <li>✓ Construcción de la red de problemas productivos en la institución.</li> <li>✓ Reconocer las diferentes herramientas TIC y sus propiedades ubicuas</li> <li>✓ Proyecto de síntesis: la escritura de un artículo que dé solución al</li> </ul>

	problema productivo seleccionado
--	----------------------------------

<b>Módulo 2: Experimentando para dar solución a los problemas del contexto rural global.</b>	
<b>Objetivo:</b>	Declara a la luz de las teorías científicas y los datos obtenidos las soluciones a un problema de contexto rural. D3
<b>Contenido</b>	Guía didáctica de recolección y seguimiento del crecimiento de las plantas, teoría de las líneas de campo disponible en los simuladores <i>Peth Colorado</i> . Vídeo adaptado del programa “cazadores de mitos” de Discovery channel.
<b>Indicadores</b>	El estudiante entrega un informe de laboratorio escrito y en vídeo donde describe sus hipótesis, plantea los posibles resultados y hace seguimiento de los hallazgos y las conclusiones.
<b>Actividades de aprendizaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Momento de compartir con los invitados especiales.</li> <li>✓ Seguimiento y diligenciamiento del experimento planteado por los invitados.</li> <li>✓ Conclusiones conjuntas con los invitados y los estudiantes</li> <li>✓ Reto sobre mitos rurales para ser solucionados en el programa <i>cazadores de fincas</i>.</li> </ul>

<b>Módulo 3: Poniendo a prueba la competencia <i>uso comprensivo del conocimiento científico</i> y la capacidad de reutilizar, adaptar y colaborar para solucionar problemas de otros contextos</b>	
<b>Objetivo:</b>	Implementa la competencia uso comprensivo del conocimiento científico con los atributos de reutilización, adaptación y colaboración, innovando en las propuestas y soluciones a problemas de diferente contexto.
<b>Contenido</b>	El examen de la prueba de salida contiene dos artículos en físico para la prueba de salida. El primero un artículo científico completo sobre “ <b>La madera puede ser una solución para construir chips biodegradables</b> ” el segundo una sección de un artículo científico sobre implantes de magnesio estudiados por la científica colombiana Cifuentes.
<b>Indicadores</b>	Cada respuesta y pregunta apuntan a explorar intencionalmente los diferentes niveles en los indicadores de logro que están en la malla de la figura 6, con el fin determinar el fortalecimiento de la competencia, además de implementación en sus acciones de los atributos de lo abierto.
<b>Actividades de aprendizaje</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Lectura de tipo argumentativa de origen científico acerca de un tema que no cubra el contexto propio y explore un tema distinto al trabajado dentro del ambiente.</li><li>✓ Preguntas de selección múltiple, de única respuesta y de combinación de posibilidades.</li><li>✓ Preguntas abiertas. En la primera se pide adaptar el contenido de los dos artículos entorno a un problema de esos contextos. En la segunda se deja a consideración del usuario el uso de la nueva información con la desarrollada en el ambiente para plantear una implementación dentro de su contexto.</li></ul>



Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

Módulo	Descripción de la actividad	Observaciones	Categoría abierta en exploración	Objetivo De aprendizaje	Producto para análisis
Distribución de trabajos de proyectos productivos para la valoración de cada participante	Se distribuyen equitativamente trabajos de Proyectos Productivos de años anteriores para que con cinco criterios elaboren una rúbrica de evaluación, analizando las fortalezas y debilidades de estos proyectos, mostrando los elementos que retomarían para sus propios trabajos. Los estudiantes tomaron las presentaciones, tablas de datos, fotos y generaban unas nuevas retomando los elementos que considerasen de valor.	Criterios de evaluación para las rúbricas: Claridad del problema, solución presentada, elementos estéticos de la presentación, y finalmente un criterio que cada uno considerase relevante para evaluar o incluir.	Adaptación, trabajo colaborativo	I.10	Análisis de sus rúbricas elaboradas. En grupos de dos personas.
Visualización de procesos industriales para la solución de problemas productivos	Sensibilización sobre la importancia de la integralidad del conocimiento, dos videos cortos sobre la fabricación de salsa de tomate y papas fritas. Los estudiantes tomaron el contenido del video y escribieron a modo de evaluación escrita un nuevo proceso que utilizarían, usando algunos principios industriales, pero para manufacturar los mismos alimentos de forma casera.	Adaptación de los vídeos para enfocarlo a los temas de física y problemas que pueden presentarse en el contexto de los proyectos productivos de los estudiantes	Adaptación	I.3	Resultados de evaluación de preguntar abiertas donde se observará la integración de conceptos físicos a situaciones cotidianas.
	Consulta sobre los problemas que se presnetan en los proyectos productivos institucionales	Tomar foto de la red de problemas para que luego cada uno seleccione el de su preferencia		I.1, I.2	Red de problemas para grupo agropecuario y otro para la transformación de alimentos

Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

Construcción de la red de problemas productivos en la institución	Se entrega a los estudiantes una serie de artículos y videos de las redes de la sesión anterior. Tomaron tres artículos y fabricaron sus propios bosquejos para escribir la de su propio escrito argumentativo.	Memoria para consignar los valores ya que los computadores no guardan cambios	Reutilización	I.6, I.9.	Un ensayo individual con la pregunta ¿Cuáles problemas generados en la granja pueden ser solucionados con estos conceptos? Y hacer una presentación con hipervínculos de artículos y otros recursos que creen tienen relación con este tema.
	Dejar un primer boceto del trabajo en grupo en Facebook. Mostrar otras herramientas de trabajo asincrónico para escribir como drive, Evernote, wiki o blog, para hacerlo desde los celulares de manera grupal.	Celulares, Video Beam	Trabajo colaborativo – asincrónico. Acceso libre	I.8	Trabajo disponible en la web que se analizará por semana para ver su evolución y medir la colaboración.
Reconocer las diferentes herramientas TIC y sus propiedades ubicuas	Charla motivacional sobre grandes inventores y sus soluciones a situaciones que dañaban su entorno o la calidad de vida, aplicar el instrumento de listas y agrupaciones	Portátiles, 8 celulares por grado, fotocopias y 20 portátiles.		I.8, I.9, I.10	Respuestas y agrupaciones sobre conceptos asociados a sus problemas productivos para el análisis de conceptos.
	“Superando las barreras del espacio” es un taller a través del uso de bluetooth, donde era prohibido hablar, construyeron de manera conjunta dos párrafos que describían su trabajo en el proyecto productivo, con los integrantes ya conformados desde el SENA.	Taller escrito y audiovisual (anexo d. materiales diseñados)	Trabajo colaborativo – asincrónico. Acceso libre	I.7	Entrevistas video grabadas de las dos sesiones con sus impresiones y opiniones que se pondrán en el diario de campo.
Proyecto de síntesis:	Los estudiantes tenían unas carpetas digitales divididas por temas agropecuarios y de transformación de alimentos de los			E.1,	Artículos escritos por los estudiantes, donde adaptaban el

Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

Escritura de un artículo completo sobre el problema productivo seleccionado	cuales seleccionaban de manera libre los artículos que les servían. A partir del tema que habían seleccionado previamente combinaban los contenidos para dar respuesta a su problema de interés. En una lista escribían artículos o folletos que debía buscar en Internet para alimentar con más contenido las carpetas, según las hipótesis que les surgían, los pocos que tenían Internet las buscaron por su cuenta.	Computadores 1:1 Cámaras fotográficas. Memorias USB	Adaptación, remezcla, acceso libre.	E.2,E,3, E.4 E.5, E6	contenido para dar respuesta al problema, con hipervínculos al documento en el que se sustentaban y que estaba en su carpeta reutilizada.
	Terminar el trabajo escrito de manera individual con un texto de tipo argumentativo a modo de artículo estableciendo una posible solución para el tema elegido, con el material suministrado o el encontrado, para integrarlo posteriormente a su grupo de P.P, material que estará disponible para ser leído por sus compañeros del otro grupo, luego de ser articulado.	Computadores fijos y portátiles para trabajo		D. 1 D.2	Rúbricas para el escrito con las categorías de análisis que según el nivel establecerá el nivel de competencia.
Experimentando para dar solución a los problemas del contexto rural global	Invitados especiales: Un grupo de estudiantes universitarios de la Nacional y la Pedagógica tendrán una jornada de trabajo guiado con los estudiantes de 11 donde los participantes no relatan sus hallazgos sino los modelos de campos eléctricos y magnéticos, <i>a partir de esta información los estudiantes construyen unas teorías en grupos, se discute entre ellos las configuraciones elegidas</i> .	Video Beam, adaptación del aula de física, cámara de video. Formato para foro- hipótesis.	Acceso libre	I.10 E.1, E.5	Los Diagramas Conclusiones escritas al final del foro escritas por cada estudiante, donde expondrán sus opiniones acerca de la jornada, sus configuraciones para un laboratorio real sobre el tema
	Con unos oasis poner de forma real sus configuraciones para establecer la influencia del campo magnético y ver el crecimiento de plántulas de arveja con estas	Fotografías Copias de seguimiento y conclusiones	Reutilizar, trabajo colaborativo.	E.4 E.5, E6	Intervenciones, fotos, formatos de seguimiento e intervenciones sobre los resultados de la experiencia, tanto de los estudiantes de colegio

Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

	disposiciones. A la luz de sus hipótesis anteriores los estudiantes colocan los imanes y las semillas para llevar los registros de evolución, escribiendo antes las deducciones.				como los invitados.
	Al reunir el material de la experiencia anterior se establece un Laboratorio agropecuario y de simulación digital <i>phet colorado</i> , experiencia que durará una semana, tratando de resolver un problema a modo de “cazadores de mitos” observando y registrando las variables que el grupo establece deben controlar y una vez entregado el material audiovisual, evaluar aquellos aspectos que fueron reconfigurados para obtener resultados sobre lo planteado.	Diario de campo, copias en urna, para hacerlos al azar por grupos.	Adaptación, reutilizar, acceso libre y trabajo colaborativo	D.1 D.2 D.3	El programa en vídeo a modo de magazín que será expuesto en YouTube para que esté disponible para todos. Simulador <i>Phet colorado</i> campos eléctricos “el Jockie”
Poniendo a prueba la competencia y los atributos de lo abierto	Evaluación escrita de física tipo ICFES analizando los niveles de comprensión en el área y la efectividad del ambiente en la integración de conceptos en contexto cambiantes como se evalúa estatalmente.	Fotocopias, análisis de tablas		8 cerradas, 2 abiertas	Resultados por pregunta analizados por grupo con tabla y gráficas que especifican la tipología argumentativa evaluada del cuestionario de 20 preguntas genéricas de física.
Tiempo de recolección de los datos 20 sesiones, 10 semanas, tres meses del periodo académico de febrero a mayo.					

## 9. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados encontrados en cada sesión, analizados según las categorías planteadas, desglosando en ellos los hallazgos más relevantes, para finalmente dar las conclusiones sobre los alcances y limitaciones de la enseñanza abierta de la física en el fortalecimiento de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

Aclarando que dentro de la malla de evaluación todos los indicadores, sin importar la inserción de las categorías abiertas apuntaban a fortalecer la competencia del uso comprensivo del conocimiento científico. Todos los indicadores están subordinados a las características de la competencia en dirección horizontal, identificación, explicación y colaboración.

### a. Resultado por categorías de la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico*.

El ambiente de aprendizaje diseñado permitió hacer un rastreo de cada categoría planteada para esta investigación. En cada apartado se mostrará el resultado general de cada categoría establecida y el nivel alcanzado por los estudiantes, según los niveles planteados en la malla de evaluación de la ilustración 6. Planteando desde las actividades el nivel de fortalecimiento de la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico*, para lo cual se clasifican las actividades según su porcentaje en el aporte a la identificación, explicación, e indagación de fenómenos físicos en problemas contextualizados.

#### i. Identificación

El promedio de aprobación en el nivel de identificación por actividad es de 12 personas, en cuanto a los resultados totales por actividad el registro puede ser observado en la tabla 2, encontrando que el aumento se da progresivamente al aumentar el número de estudiantes aprobados a medida que avanza el proceso. Los niveles máximos en la categoría de identificación son:

determinar el nivel de influencia de las variables que afectan sus P.P, propone diferentes recursos abiertos para los P.P propios y de sus compañeros y escucha las opiniones e integrando ideas.

**Tabla 2 Resultados de personas que alcanzaron por actividad los niveles de competencia**

	Módulo 1				Módulo 2	
	Rúbricas de estudiantes	Ensayo en red	Artículo escrito	Justificación del artículo	Conclusiones gráficas laboratorio	Intervenciones y sugerencias en laboratorio
Aprobados	24	28	21	26	33	32
Identificación	16	17	15	16	15	26
Explicación	7	10	5	8	7	6
Indagación	1	1	1	2	11	0

Al observar los datos se evidencia que un número alto de estudiantes alcanzo este nivel de competencia con las descripciones esperadas para los niveles de identificación. Por otra parte al observar los datos del módulo 2 el máximo número de aprobaciones llega a 33 personas, recordando que este estudio se concibe de manera progresiva, donde los estudiantes pueden alcanzar los niveles de logro en cualquier momento de las actividades planeadas, lo que significa que 4 estudiantes no alcanzaron el nivel básico de competencia durante la recolección de estas evidencias en el módulo 1 y 2, en este caso el nivel más elemental y mínimo era la identificación.

La actividad de las rúbricas elaboradas por los estudiantes sobre los proyectos de compañeros antecesores, en la fecha del 20 de marzo de 2015, en cuanto a los cinco criterios que se pidió tuvieran en cuenta, el 60,5% de la muestra apuntó que no entendían el texto de sus compañeros porque la redacción era pobre y muy parecida a una lista de situaciones, que los objetivos no coincidían con el trabajo entregado, que los datos de tres proyectos se veían falsos cuando las tasas de natalidad en animales no variaban en los registros de mes a mes. El 39,5% calificó como aceptable la redacción y entendible aunque con errores de ortografía.

De esta primera actividad, el mayor hallazgo fue que en las observaciones el 55,2% de los 37 estudiantes de grado once reconoció que ellos también tenían estos problemas a la hora de escribir y que no habían encontrado aún un proyecto innovador que les permitiera desarrollar un

buen trabajo para presentar para su proyecto productivo. Como estrategia para el mejoramiento de los procesos de escritura sugieren poner a leer a alguien lo que escribieran en voz alta, para no cometer errores tan graves como los encontrados. Por otra parte para alcanzar mejores niveles en la producción de los proyectos determinaron la importancia de establecer objetivos verificables, que a la hora de ser expuestos fueran sustentables con los datos. Por otra parte el 15,7% afirmó que “rescataría” algo de los trabajos leídos, asociados estos aspectos a la presentación o los videos elaborados anteriormente.

Vale la pena destacar las circunstancias particulares para el grupo agropecuario, donde el establecimiento de problemas dentro de los proyectos no fue nada sencillo, al parecer ya tenían parte de sus proyectos teóricamente visibilizados y aunque no habían establecido un problema puntual en ninguno de ellos, se negaban a hacer el ejercicio de manera libre. Pensando en que una vez establecido un problema ellos no podrían experimentar dentro del colegio con variables que encontrarán, porque los protocolos eran muy estrictos y no les iban a permitir ese tipo de exploraciones, se cerraron a la posibilidad de siquiera cavilar una innovación o transformación.

En el grupo agropecuario 8 de 20 estudiantes, es decir el 40% del grupo construyen la nube de problemas, de lo cual surgió una lista de seis inconvenientes de posible exploración para buscar el material de las carpetas que permitirían más adelante escribir los artículos. A partir de este resultado se establece, que debe plantearse una actividad extra con el grupo a fin de cuestionar sus procedimientos o el seguimiento de los protocolos establecidos por el *SENA* para perder el miedo a evaluar la pertinencia de ciertas acciones establecidas, como parte del pensamiento científico y el nivel de indagación. Los estudiantes establecen como tarea voluntaria pensar en posibles problemas para ampliar la lista.

A raíz de lo sucedido con el establecimiento de problemas y ante la preocupación de los estudiantes se separaron dos sesiones extra para encontrar inconvenientes asociados a sus proyectos productivos de manera conjunta, posibles de desarrollar dentro de su contexto e innovadores por no haber sido trabajados en la zona. De esta manera con el compromiso anterior planteado por los

## Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

estudiantes del grupo agropecuario, dieron ideas acerca del material que debería ser proporcionado en las carpetas digitales, aunque no aportaron problemas nuevos organizaron la lista anterior y la categorizaron.

Se ponen a disposición en cada PC del aula con los artículos, protocolos, según los temas planteados en los dos grupos (alimentos y agropecuarios) para explorar posibles soluciones. En las siguientes tres sesiones del ambiente de aprendizaje se plantea la construcción de un documento cuya forma se asemejara al de un artículo o escrito de tipo argumentativo, que diese cuenta de la identificación del problema, las variables físicas involucradas en dicho impase y las posibles soluciones al mismo, todo ello a la luz de autores disponibles en la carpeta o los que ellos mismos encontrasen.

Para responder a las inquietudes de los estudiantes, generadas en la actividad anterior y en pro de establecer esa red de trabajo colaborativo se integra una actividad donde todos participan aportando sus observaciones sobre una red que contenga los problemas que se pueden presentar en sus proyectos productivos, sus generalidades y conexiones. Con un video de YouTube sobre un problema de escases de agua y costos de sistemas de riego en la ciudad de Alcántara (España), donde la solución que un chico campesino de la zona mostraba haciendo un riego por capilaridad, la manera de dar cuenta de un problema del contexto se hizo más claro para los participantes.

El video mostrado para que adaptaran las rutas de observación a su contexto fue modificado por la docente, de tal manera que explicará el concepto físico de capilaridad, luego de la sensibilización los estudiantes en un debate exponen sus impresiones acerca del trabajo mostrado, a lo cual sólo dos estudiantes se negaron a conversar, todos los demás participantes manifestaron que la solución del muchacho español era simple y que los problemas están disponibles en cualquier lugar, y quizá lo difícil era plantear la solución.

Posteriormente los estudiantes plantearon de forma autónoma una tarea para la próxima sesión, traer pensado un inconveniente del trabajo que llevan a cabo en la planta o en la granja. Asunto que discutieron colectivamente y dos estudiantes se apersonaron de la estructura llamada al



final de la actividad red de problemas, quedaría registrada en el diario de campo. De esta red se suministrarían las carpetas de recursos digitales para dar solución al asunto seleccionado.

## ii. Explicación

En cuanto a esta categoría se esperaba que el número de personas que alcanzaban los niveles más altos fueran disminuyendo al extender la exigencia cognitiva para argumentar, en este caso enfocado a los argumentos de autoridad y de tipo deductivo. Los máximos indicadores planteaban dentro de la malla de evaluación como: Defiende sus posturas mostrando los datos y comparándolo con los recursos clasificados para su P.P, Comparte de forma precisa sus resultados respetando las ideas ajenas utilizando diferentes recursos TIC, acompaña los procesos de sus compañeros de grupo instruyendo o brindando apoyo para garantizar el éxito de su P.P.

Lo que revelan los datos es un total de 10 estudiantes alcanzo la competencia en este nivel explicando los fenómenos científicos envueltos en sus proyectos productivos y el contexto rural, con los indicadores descritos anteriormente, es decir un 27% lo logro para este punto de la experiencia. El promedio por cada actividad planteada en el módulo 1 y 2 fue de 7 personas por actividad, es decir un 19%, lo que parece un porcentaje bajo, pero al comparar los resultados con los de los registros de notas de los años 2008 resulta relevante ya que históricamente sólo el 3% alcanzaba este nivel de competencia.

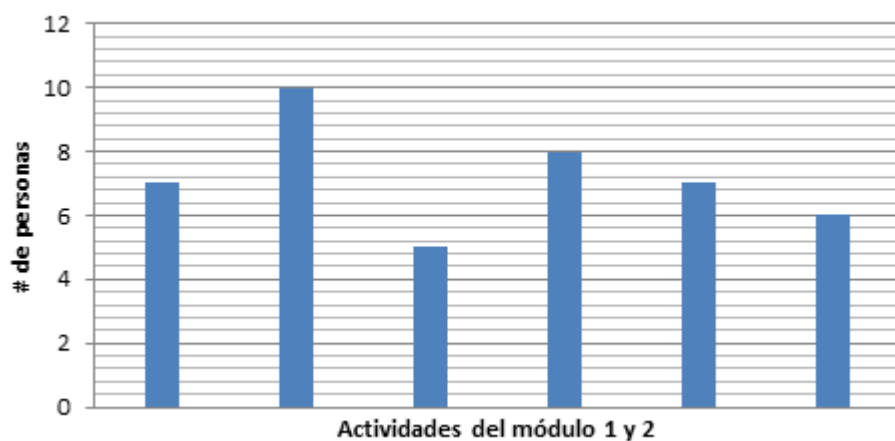
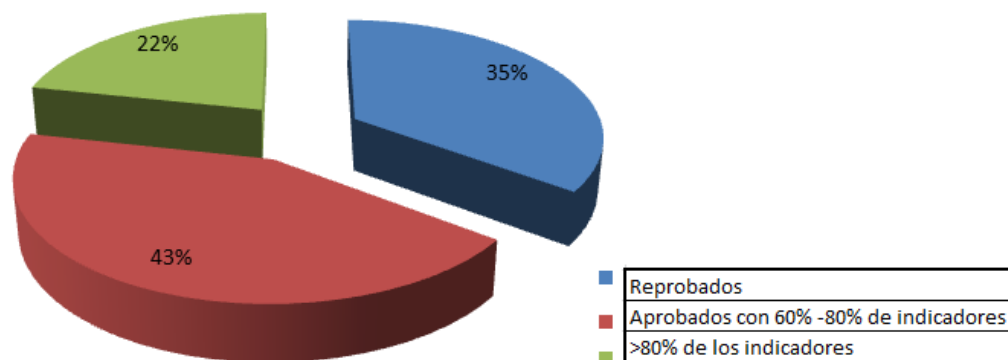


Ilustración 9: Resultados de la competencia de explicación por actividades descritas en la tabla 2 del módulo 1 y 2

La actividad que mejor permitió evaluar esta condición de la competencia fue la construcción del artículo que debían escribir. Se distribuyó según los grupos de proyecto, pero cada uno de los estudiantes produjo su escrito. En la ilustración 10 los datos muestran que el proceso de escritura es un asunto complejo, aunque fue la actividad que más sesiones utilizó, el nivel de reprobación es muy alto. Pero llevar al cabo este proceso, desagradable para el 78% de los estudiantes, dio a lugar los buenos resultados posteriores, además del enriquecimiento de lenguaje técnico durante los debates, asunto que ellos mismos reconocieron quedando registrado en el diario de campo como se describe a continuación.

Registro durante la clase de física del 25 de Junio de 2015, 12:15am

*P32: Profe yo no sabré escribir bien, pero mire cómo estoy hablando, hasta el profesor del SENA nos felicitó porque estamos hablando con los términos técnicos de nuestra área de formación.*



**Ilustración 10.** Resultados de aprobación sobre el escrito generado por los estudiantes.

### iii. Indagación

*Juzga más a un hombre por  
sus preguntas que por sus respuestas*  
**Voltaire**

La indagación es la característica más deseada en un investigador, en vista de que la calidad de un cuestionamiento es lo que lleva a la observación objetiva de un problema. En este sentido los requerimientos cognitivos exigen correlación de diversos conceptos, planificación, categorización

de variables y en definitiva una estructura sólida de aprendizaje para lograr encontrar la pregunta correcta en un contexto lleno de aparentes respuestas.

A nivel general sobre los productos recibidos en las actividades planteadas en los módulos 1 y 2 se encuentra que la actividad de síntesis del módulo 2 con la creación del vídeo fue la más eficaz para potenciar en los estudiantes las capacidades de indagación el problema para el registro de estas deducciones radica en el hecho de ser colaborativo, donde muchas de las discusiones se daban fuera del espacio del aula dejando estos resultados en la categoría de adaptación, por tal motivo los resultados para el nivel de indagación deben provenir de los productos individuales.

Dentro de los hallazgos más interesantes de la construcción del escrito argumentativo están los tres estudiantes que alcanzaron el logro más complejo de indagación anticipadamente a lo planteado, este logro se dio en su indicador más alto, visibilizándose la propuesta de soluciones creativas a problemas del contexto rural institucional, estableciendo hipótesis que tenían fundamento teórico a la luz de las ciencias. En la posterior comparación de las pruebas de salida se encontró coincidencia en dos de los tres estudiantes que habían mostrado el prematuro resultado, al responder asertivamente al 80% de las preguntas cerradas y en las pruebas estatales obteniendo la beca de “*ser pilo paga*” del ministerio de educación nacional.

En el módulo 2 la actividad con los practicantes de último semestre del nivel universitario, quienes instruyeron a grosso modo a todos los estudiantes de grado once sobre la influencia de los campos electromagnéticos para promover el crecimiento de las plantas. Ese mismo día se entregó el taller donde establecieron sus primeras hipótesis sobre las líneas de campo, para luego configurar la posición de dos imanes en unas semillas de alverja, recogiendo los datos dos veces a la semana y registrando en el mismo formato las conclusiones del experimento, de lo cual se recogieron dos notas: el desarrollo gráfico de las hipótesis y las conclusiones del laboratorio.

El resultado de las primeras hipótesis de los 37 estudiantes de once alrededor de la influencia del campo electromagnético en el crecimiento de las plantas, muestran la preferencia a

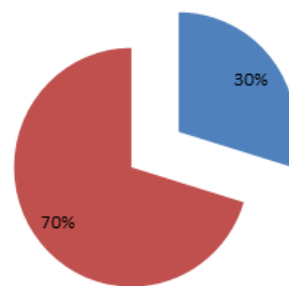
explicar de manera gráfica, por una parte el 53% de las intervenciones se acompañaron de una explicación escrita con una secuencia argumentativa entendible, mientras que el 47% solo estableció la visualización de lo que consideran es la configuración de las líneas de campo electromagnético. Dentro de los resultados el 20% muestra una solución gráfica que coincide con el fundamento teórico de los campos magnéticos, pero omitiendo en sus descripciones las polaridades de las líneas de campo dibujadas.

El 17% de las repuestas escritas no coincide con la información proporcionada en su gráfico, lo que muestra que no lograron construir el concepto a través de la experimentación primaria de los imanes, lo que establece que no alcanza el indicador esperado. El 63% mostro una solución que aunque no coincide con los postulados teóricos, dan datos de mucho valor sobre las ideas previas acerca de este tema y muestran aspectos valiosos sobre la defensa de un argumento en el que alcanzan los niveles básicos esperados.

Posteriormente se trabaja con la simulación de *Phet Colorado*, donde a través de un juego en que manipulan la posición de cargas eléctricas viendo la proyección de las líneas de campo y haciendo su símil con las magnéticas se debe guiar una carga puntual hasta un lugar específico en la pantalla, de lo cual surge una enriquecida discusión donde participó el 80% de los estudiantes. El 13,5% hicieron sus diagramas en el tablero, hablaban entusiastas en voz alta sobre lo que las plantas perciben y la posible influencia del campo magnético para guiar el crecimiento de las plantas, los otros participaron desde sus puestos contraviniendo o apoyando las posturas de quienes se hicieron al frente.

Para terminar 11 estudiantes, es decir el 29,7% entregaron las conclusiones de su laboratorio mostrando las correcciones de sus hipótesis, estableciendo teorías fundamentadas en las experiencias vividas con los imanes y los

### Indagación al final del módulo 1y 2



simuladores, de tal forma que establecieron preguntas para otras situaciones que podían afectar el crecimiento de las cosechas como los cambios en las fases de la luna, los campos eléctricos en la formación de nubes y los materiales para impedir el ingreso de ciertos tipos de radiación solar, lo que cambia la actividad de síntesis para verificar o refutar algunos mitos rurales.

Posteriormente en la red de conceptos, construida con *los listados libres y por asociación par*, muestra que para el 51% de los estudiantes a primer nivel a la física como solución de problemas de su contexto, transformando las posturas encontradas en las pruebas piloto, reivindicando el papel de la enseñanza de las ciencias dentro de la institución educativa como un factor de transformación en la acciones establecidas en el ámbito rural.

## **b. Resultado por categorías de la enseñanza abierta**

### **i. Adaptación**

Con el resultado de la experimentación sobre campos electromagnéticos y la inquietudes que suscitó, se cambia la actividad de síntesis para establecer otra denominada “cazadores de mitos” un programa de televisión que reconocen el 85% de los participantes, fue expuesto en clase para que todos logran observar sus estrategias y hacer las adaptaciones y analógicas que consideraran para su reto.

El vídeo realizado por los estudiantes muestra la adaptación de contenido y rutas de aprendizaje, esta afirmación a la luz de los progresos en la recopilación de datos, que se amplían en este apartado. Los primeros informes eran muy cortos y describían todas las dificultades, que impedían llevar a cabo el experimento propuesto<sup>6</sup>, pero durante las asesorías a través de preguntas sencillas como ¿Por qué crees que no te funciona?, ¿Qué podrías cambiar dentro del experimento para que se dé...? Los grupos mostraban diferentes propuestas y se les indicaba que continuaran la

---

<sup>6</sup> Muestras de las evidencias del progreso durante el desarrollo de los vídeos del mito en <https://youtu.be/FysPUhHJ6lw>

discusión para alcanzar el éxito de su “mito” y que además la idea era tratar por todas las formas de ejecutarlo.

Concluyeron el trabajo al cabo de 12 días, registrando a diario sus datos con cualquier recurso tecnológico elegido para su facilidad y concertado por el equipo. Se dio además la opción de editarlo con cualquier herramienta móvil o de software libre.

De este modo el 70% de los grupos enviaban sus avances por las red social WhatsApp, cada vez más entusiastas de encontrar respuestas, un grupo del grado agropecuario seguía sin encontrar respuesta a su mito porque ninguna de las plántulas crecía (6 plántulas: 3 control en condiciones normales y 3 con alteración del rango de luz), angustiados solicitaron material del laboratorio, dos lámparas alógenas y una tipo led para acelerar el proceso, trajeron dos artículos sobre invernaderos bajo tierra hechos en Israel y adaptaron la disposición de las plántulas a las descripciones hechas en el artículo y grabaron su proceso.

El 8% no entregó la actividad porque según ellos no lograron que saliera nada por la ausencia de luz en la zona y que no había germinado ninguna semilla, pero tampoco entregaron los resultados negativos, aunque sí habían enviado las fotos donde se evidenciaba que no exploraron otras opciones o consideraron la ausencia de datos como un resultado igualmente válido, lo que no les permitió llegar a ninguno de los indicadores esperados para este trabajo.

Finalmente el 42% alcanzaron los indicadores de logro más alto de indagación en la medida que justificaron sus hipótesis, defendieron sus postulas y concluyeron aún de sus experiencias fallidas. El 67% superaron el 73% de los indicadores. Tres estudiantes cuyas habilidades de escritura, en el módulo 1, no permitieron observar sus procesos en ése momento, se dieron a la tarea de destacarse en la producción de su video, sin temor se enfrentaron a la cámara mostrando los resultados y conclusiones en una habilidad que hasta el momento era desconocida para todos los participantes generando ovaciones y felicitaciones por sus pares.

## ii. Reutilización o remezcla

En esta categoría se analizaran los productos que exigían realizar la reutilización o remezcla de la información proporcionada de manera escrita, verbal, o en cualquier forma digital que existiera dentro del ambiente. El primer resultado son los escritos de los estudiantes, el segundo son las teorías del campo magnético para el ejercicio de laboratorio compartido con los invitados especiales; y finalmente en el trabajo de los vídeos de cazadores de mitos analizado desde esta categoría en particular.



Sobre los escritos de los estudiantes el 13,5% incluyo citas y recursos que no habían sido dejados en la carpeta para dar un buen término a su trabajo. El 24,3% solicito un material específico a la docente para que fuera incluido dentro de la carpeta disponible. El 51,3% satisfizo su necesidad de solución con lo que había disponible en las carpetas cuyo contenido surge de la red de problemas.

Acercas de las teorías del campo magnético para configurar su experimento de la influencia de éste en el crecimiento de las plantas, el 72,9% integro la información que surgió durante las discusiones grupales con los universitarios y el 24,3% no reutilizo esta información para plantear sus primeras hipótesis. En el informe final ya hecha la practica con los simuladores de *Phet Colorado* el 92% integro en sus deducciones lo observado en los simuladores al momento de justificar los resultados experimentales en las plántulas.

En los vídeos de “cazadores de mitos” cuatro de nueve grupos adaptaron lo encontrado en artículos y páginas web para terminar sus experimentos, siendo el 29,7% de la muestra total de la población. El 62,3% integro dentro de sus resultados las discusiones generadas durante las asesorías

y en la red social WhatsApp. El 8% no entregó ni reutilizó la información, además de no darse a la búsqueda de soluciones.

### iii. Colaboración

Dentro de la planeación del ambiente tres trabajos se planearon con la intención de trabajar este atributo de la enseñanza abierta, de tal forma que este apartado mostrará de manera sucinta el resultado de cada actividad planteada en su orden de aparición.

En primer lugar sobre la red de problemas generados. El grupo de transformación de alimentos mostró más condiciones para establecer teóricamente inconvenientes que hay en los proyectos productivos, con una participación proactiva dentro de la charla del 77%, es decir, 14 de los 18 estudiantes del curso construyeron dos redes. Las redes fueron construidas de forma colaborativa con tres estudiantes que registraban en el computador en el programa Mind Manager las participaciones de sus compañeros, había un moderador de participación y otro que hacía el trabajo de relator. En esta actividad los estudiantes tenían la responsabilidad de llevar a cabo el proceso mientras se registraban las notas en la planilla.

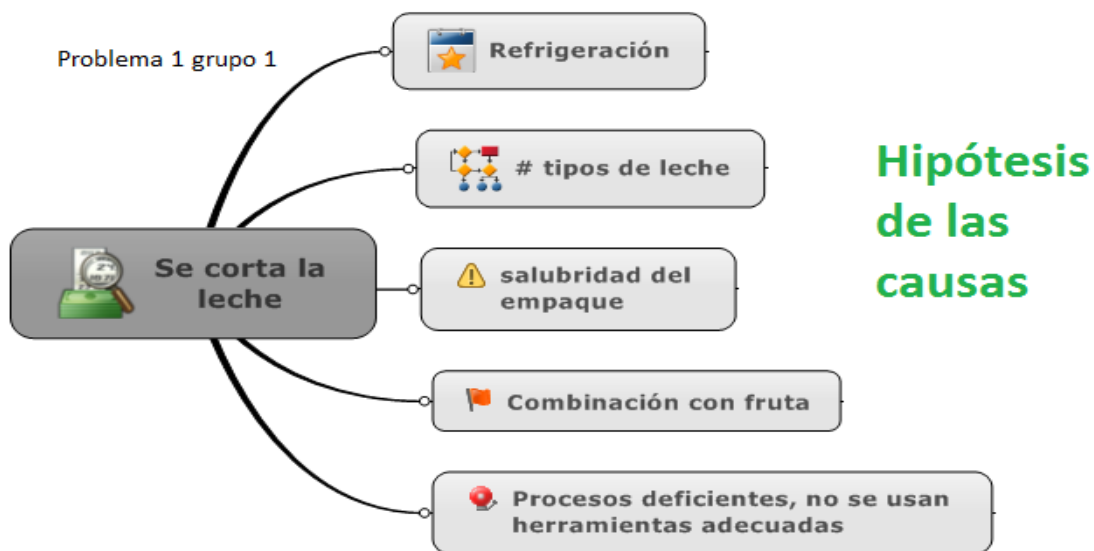


Ilustración 12 Primera red del grupo de alimentos



En esta primera red se encuentra que el tema común para todos ellos es con respecto al tratamiento de la leche. En este sentido puede observarse la actitud crítica hacia sus propias rutinas de acopio del producto hasta la entrega del producto. Cinco temas fueron planteados alrededor del inconveniente que ocupaba la discusión.

De los 14 participantes el 85% mostraba interés en la discusión tomando apuntes, refutando o asintiendo la participación de los compañeros, 2 personas de las que participaron fueron obstinadas con su punto de vista, insistían sin argumentar en que los diferentes tipos de leche como un asunto de la raza del ganado, y otro estudiante les recordó un proceso que llevan en la fábrica con las mediciones del PH para sacar el producto, diciéndoles además que aunque era diferente no solo por la raza, sino por todo lo que implicaba alimentar al bovino y el tiempo desde el ordeño hasta llevar al colegio el insumo.

Continuando con la descripción del establecimiento de las redes en este curso simultáneamente habían establecido una serie de problemas con el proceso de elaboración del pan que redujeron en una sola red que indicaba todas las causas de que el pan fuera difícil de vender o de consumir en el siguiente diagrama.

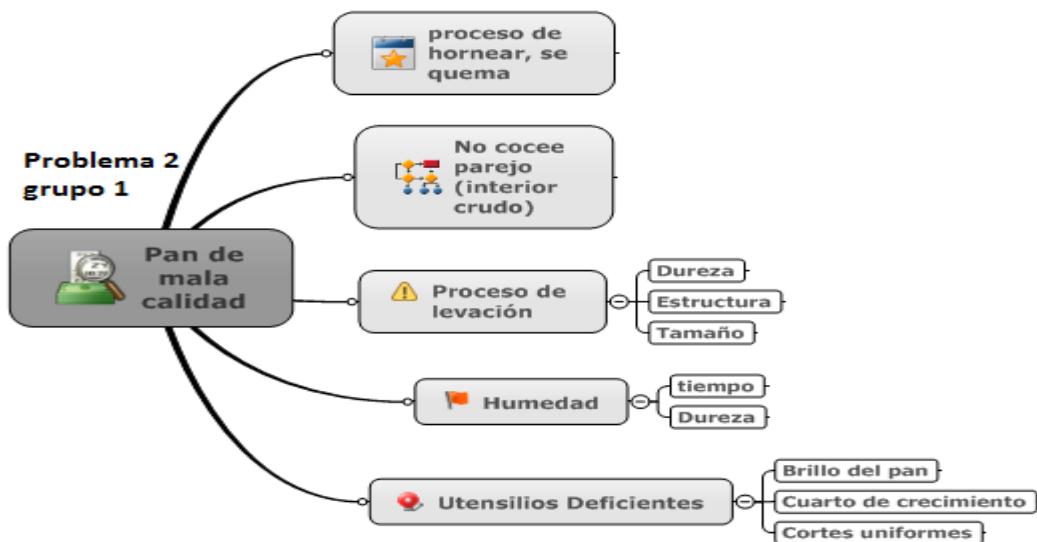


Ilustración 13 Segunda red de problemas del grupo de transformación de alimentos

En esta red las discusiones fluyeron mucho más que con respecto al tema anterior, la participación fue del 100% el relator intervino y los otros dos estudiantes que no habían querido discutir anteriormente, lo hicieron en esta oportunidad. Esta red muestra muchos más problemas por cada descripción, mostrando la categorización por temas de interés más amplios. La discusión se veía interrumpida por un estudiante que fue quien le daba los nombres técnicos a la red, el relator dejó de escribir en hojas y se apoderó del tablero, escribía los problemas con marcador. La estructuración da cuenta de las variables físicas, lo que hace más sencilla la búsqueda de artículos para las carpetas que quedarían disponibles como material de consulta, alrededor de las buenas descripciones ofrecidas por el grupo de alimentos.

Por otra parte para el grupo de agropecuarias la construcción de la red en la primera sesión fue imposible, ninguno quería hablar, miraban todo el tiempo a ver qué les decía la docente, finalmente se tuvo que detener la actividad de ese día para aclarar el propósito de la actividad. Los estudiantes del grupo dos vieron la red de problemas generado por sus compañeros de alimentos, mientras se les leyó la relatoría de la actividad colaborativa de la sesión. Cuando se les preguntó ¿cuál era la dificultad para escribir los problemas? Ellos respondieron que era muy difícil porque en el SENA ya tenían unos protocolos establecidos y que si querían cambiar algo debía ser hipotético porque a ellos no se les iba a permitir ningún cambio, entonces que tampoco se les ocurría nada en ese momento.

A raíz de la dificultad de la clase anterior es que se opta por adecuar el vídeo del joven campesino de la ciudad de Alcántara que establece un sistema de riego de bajo costo ante las condiciones de sequía de la zona que se presenta desde la década de los 50`s y después de la socialización los estudiantes quedan motivados para empezar su red de problemas y esto fue el resultado del grupo de 20 estudiantes agropecuarios, aclarando que ellos no podían aplicar sus soluciones o experimentos dentro del colegio por la imposibilidad de cuestionar o cambiar los protocolos del SENA o cualquier parte estructural del colegio.

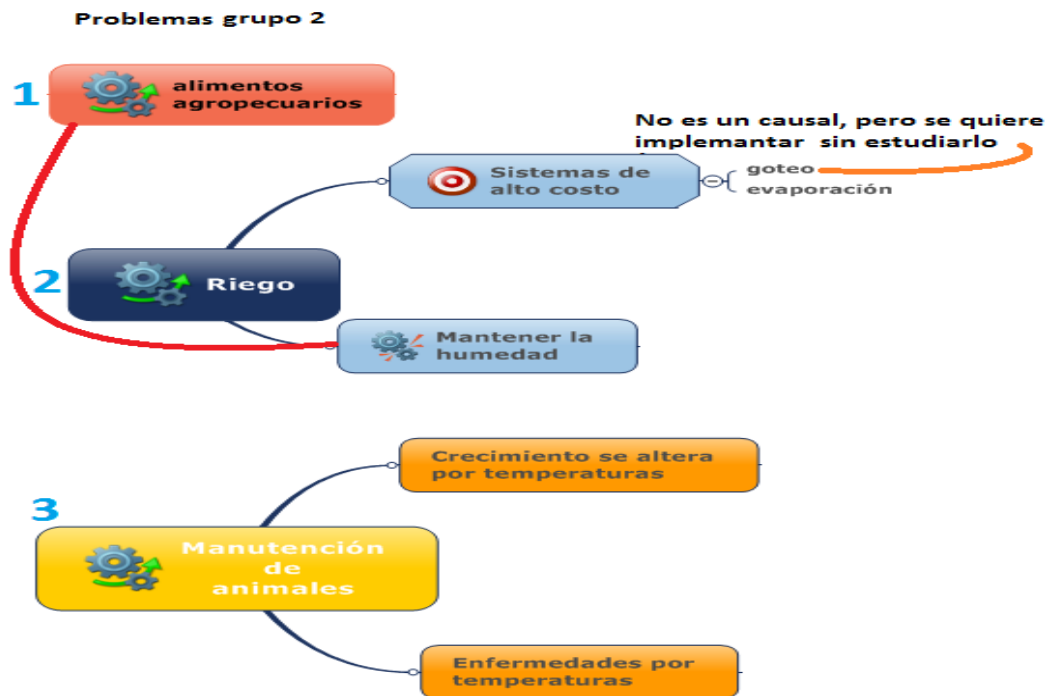


Ilustración 14 red de problemas del grupo agropecuario

Este resultado muestra pocas descripciones, el trabajo colaborativo es débil aunque participo el 60% del grupo dando sus opiniones, el resto solo ponía atención y tomaba apuntes de los que iba apareciendo en la red en la proyección del vídeo Beam, de este modo conseguir los artículos para las carpetas de trabajo se hizo más difícil por las pocas descripciones físicas, y se optó por conseguir protocolos en la cría de animales o de granjas en otros espacios de América Latina y Colombia para que hicieran las primeras comparaciones. En los trabajos escritos se vieron más interacciones para dar soluciones a los artículos, pero el trabajo colaborativo se mostró muy débil en este grupo.

Para concluir la primera fase del trabajo colaborativo a la luz de los resultados se evidencia que debe ser fortalecido, aunque la participación fue del 81,6% en promedio, las construcciones de la red fueron débiles en argumentos y poco descriptivas para el 54% del grupo agropecuario. El compromiso será fortalecer primero los procesos de colaboración presenciales, para poder abordar situaciones virtuales. La debilidad en este aspecto se debe en buena parte al mal manejo que se ha dado desde las prácticas educativas de la institución confundiendo el trabajo colaborativo como

cooperación o conglomeración en grupos, donde muestran una tendencia muy marcada a repartirse las tareas, pero no a construir con el otro.

Por estas razones los siguientes eventos de la planeación se cubrieron con herramientas TIC pero dentro del aula, para enfocar las implicaciones de la colaboración en las prácticas educativas, asunto que aporta la enseñanza abierta de la física, que no se ciñe a que los estudiantes aprendan de manera espontánea o accidental, sino que las intenciones de aprendizaje planteadas por el profesional docente tengan los atributos de lo abierto tal y como se planteó desde diferentes instituciones en los inicios de esta tendencia abordados en el estado del arte.

La siguiente actividad fue por equipos celulares y computadores compartiendo la información vía bluetooth, dentro del taller estaba como reto planteado construir dos párrafos sobre el proyecto productivo y los problemas que ya habían sido desglosados en las redes, donde debían enviarle mensajes a sus compañeros y uno de cada grupo se encargaba de consolidar la información para entregarla al computador docente.

De forma estratégica se separan los integrantes de los grupos en extremos del laboratorio, a fin de evitar que hablaran y procurar que se enviaran los mensajes de texto o archivos, la herramienta utilizada en los celulares fue OfficePro del sistema Android instalado también en las diez tabletas que se solicitaron previamente.

De esta actividad el 70,2% de los participantes alcanzaron el nivel de logro esperado construyendo los dos párrafos donde describían el problema, establecían de acuerdo al número de integrantes las soluciones y concluían con las variables que se debían contemplar en primera estancia para lograr los propósitos. El 16,2% es decir un grupo de seis estudiantes estableció una solución creativa sobre el uso de recursos, proponiendo indagar en los recursos de los compañeros del grupo de alimentos una forma de hacer alimentos para los animales de la granja particularmente las especies menores (ovejas, cabras, conejos, cuyes), mejorando no sólo la presentación del producto, sino la conservación de la humedad que era el problema más grave de los ensilajes.

El 13,5% no logro los niveles esperados construyendo un párrafo de los dos planteados, limitándose a describir el problema y pensaron que nadie había acabado para solicitar más tiempo en la siguiente actividad.

Para concluir los resultados de la segunda actividad planteada se puede decir que mejoro en un 35% los indicadores de explicación de fenómenos, y el 16,2% logro el nivel de indagación. Al consultar sobre la sensación en esta modalidad de trabajo, dos personas participaron diciendo:

***4 de Junio de 2015; 3:30pm***

*P17: Me pareció mejor que la de la plataforma virtual porque por lo menos podía verle la cara a P5 Y P9, pero la verdad no me gusta esto de no hablar y si hubiera Internet o datos sería más chévere por el chat, así es muy difícil.*

*P3: No me gusta dejar de hablar siendo que me duele el cuerpo, yo no sirvo para tomar clases virtuales.*

El último trabajo que era construir el primer boceto del ensayo en grupo, ya fuera en una wiki, Evernote, WhatsApp o cualquier otra modalidad virtual. Fue entregado por tres personas el resto dijo que no tenían datos, que escribir en el celular era muy incómodo y para cumplir con la tarea lo trajeron en un documento en el programa Word office, de tal manera que el trabajo asincrónico para escribir resulta ser rechazado en un 91%, pero no ocurrió lo mismo con los videos del programa de cazadores de mitos que fue hecho en esta modalidad colaborativa y asincrónica en un 43%.

### **c. Resultados por instrumento de recolección de información**

#### **i. Hallazgos de las pruebas piloto**

Es importante resaltar lo ocurrido durante la prueba piloto, en vista de que describen hallazgos que transformaron significativamente el ambiente de aprendizaje y permite evaluar los cambios generados en las condiciones encontradas.

Para estas pruebas se construyó una plataforma de aprendizaje *Moodle* como apoyo a los procesos de enseñanza que se daban en el aula, dado a que la primera premisa de observación estaba orientada a un apoyo a los procesos presenciales, pero los resultados indicaron que se debían cambiar los objetivos de aprendizaje por actividad, junto con los atributos de lo abierto a cada actividad y no a los recursos.

En este capítulo se hará hincapié en los resultados del foro (anexo e) donde se evidenció que un 30% de los estudiantes habían plagiado algún concepto de las páginas de Internet para responder a un problema en contexto, en contraposición al trabajo escrito entregado donde sólo una persona copió o plagió información.

Pero además del suceso de plagio encontrado y superado hubo otro fenómeno que encendió las alertas y permitió adaptar el ambiente y fue que todos los estudiantes habían ignorado para su respuesta la opinión de los compañeros, al indagar sobre esta situación se encontró que el “respeto al derecho de autor” está vinculado al reconocimiento presencial de la persona involucrada, esto a la luz de las siguientes declaraciones:

**13 octubre de 2014; 11:34 am**

*Docente: ¿Por qué copio esta frase de Wikipedia si el problema sólo buscaba dar solución a algo distinto? ¿La pregunta no era para qué sirve la glándula natatoria de un pez, sino los principios físicos que lo hacen flotar?*

*P13: Pues yo no sabía cuál era la respuesta, profe y yo no sabía que se podía buscar por Internet de donde la saque.*

*Docente: pero, usted es muy inteligente y le va bien, ¿por qué no leyó lo de sus compañeros? ahí había respuestas muy buenas.*

*P13: (en silencio, agacho la mirada con vergüenza)*

*P7: profe es que eso es hacer copia.... (El resto del curso asiente)*

Al indagar sobre la actitud de ignorar la opinión de sus compañeros en el foro virtual acerca de la solución del problema, la respuesta mostró que esta actitud ha sido promovida dentro de la

institución, al considerar copia retomar los conceptos que un compañero haya escrito, pero que no pasa lo mismo cuando se modifica una expresión verbal con sinónimos o se toma literalmente de una persona a la que no se conoce:

*P9: profe a nosotros nos han dicho en el SENA que eso es copiar, y cuando escribimos con lo de otra persona del salón nos castigan a los dos, ¡por si acaso!*

Comparando los datos de los artículos entregados sólo el 8% hizo una modificación en sinónimos plagiando su documento, el 92% construyó sus opiniones citando de una manera muy sencilla el autor de quien tomaron la idea, pero desde su interpretación, no hubo citas textuales esto aparentemente por falta dominio de estas estrategias. Lo que muestra que el ambiente ayudo a ver de forma más positiva el concepto de los derechos de autor, donde la dificultad para escribir una solución y producir un material propio hizo que los estudiantes valoraran a las personas que dedican su tiempo e intelecto en la producción de conocimiento.

## **ii. Redes de conceptos por listas pares.**

El instrumento que permite hacer el análisis de las percepciones grupales y saber si se ha logrado el objetivo de separar el área del modelo difusionista es la red de conceptos para esta investigación en particular, estableciendo objetivamente dónde quedan los procesos físicos en el establecimiento de soluciones a sus proyectos productivos. Avocando la condición teórica del instrumento *lista por asociación de pares* de Weller (2007), ya descrita, vale la pena aclarar que dicha herramienta exige separar al grupo que participa para hacer comparaciones sobre las ideas y percepciones encontradas. Debido a que los estudiantes de los dos grupos estaban en el mismo salón y al mismo tiempo y que no debían colocar su nombre para que fuese lo más espontáneo y abierto posible, se decide que sea separado por su condición de género, a fin de cumplir con los requerimientos del instrumento.

En la sesión en la que se recopilan los datos para la red de conceptos con las *listas y agrupaciones pares*, con la conglomeración de los dos cursos simultáneamente se hizo antes una

charla motivacional e histórica de grandes inventores que cambiaron la situación de una comunidad en búsqueda de soluciones a situaciones que los afectaba. La lista del instrumento fue provista de las conversaciones durante la construcción del artículo. Este instrumento se aplicó en la mitad del proceso para establecer la evolución de la red conceptual, su solides y la complejidad que resulte comparándolo con los resultados del escrito, además funcionó para hacer los ajustes al ambiente conforme a las debilidades que muestra el área en el fortalecimiento de la competencia.

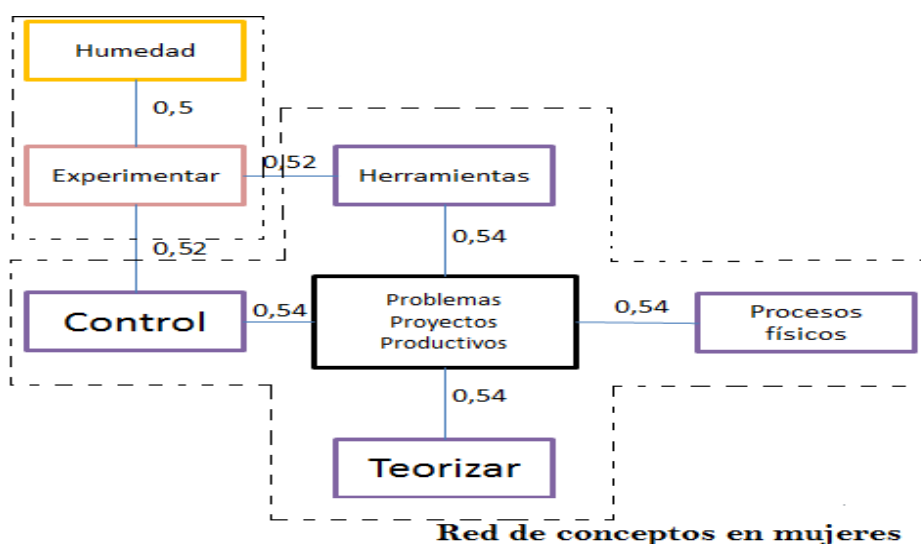


Ilustración 15 Red de conceptos grupo de alimentos

En las estudiantes, 83,3% de la línea de transformación de alimentos, los índices de distancia son de menor valor con respecto a la otra red, asumiendo que para tomar el control de las variables de sus proyectos productivos es necesario teorizar y simultáneamente utilizar las herramientas que se encuentran disponibles a través de la experimentación, en este caso el problema que concentra a la mayor preocupación es el tema de la humedad.



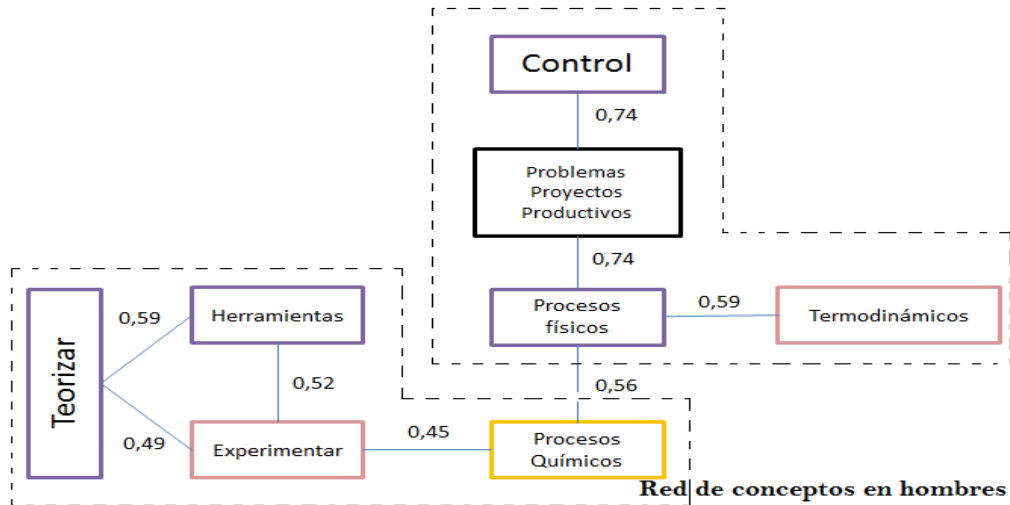


Ilustración 16 red de conceptos parte agropecuaria

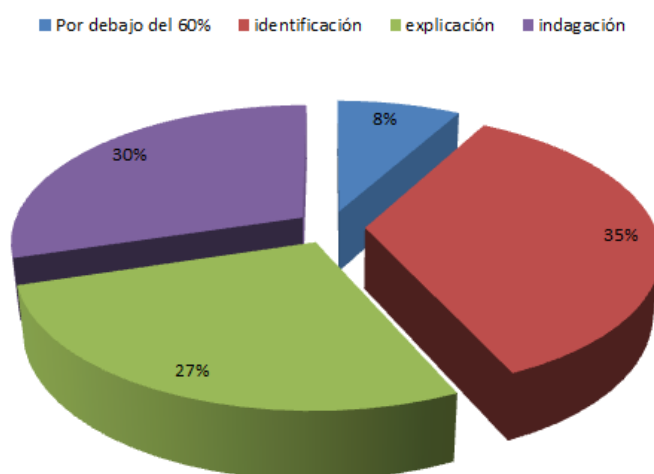
La red en el caso de los estudiantes, 80% de la parte agropecuaria, muestra que para esta población los problemas productivos de los proyectos radica en mantener el control de las variables y esto se hace a través de los procesos físicos presentes en los mismos, reconociendo que parte de estos son las condiciones termodinámicas que envuelven muchos más temas (temperatura, humedad, energía, etc.). Pero la inestabilidad de la red está en la inclinación de los valores hacia los procesos químicos, que cuestiona seriamente el papel del área de la física en sus proyectos productivos, donde la experimentación se relaciona con la química por las mediciones de ph en el suelo, la combinación de materiales en los bloques multinutricionales, con este resultado se adapta el ambiente de aprendizaje para que las aplicaciones experimentales de física se conecten a su contexto, ya que hasta este momento se diseñaron apuntando a los conceptos de física tratados, ahora debía buscarse problemas de su contexto que tuvieran solución con los temas del grado 11, es decir ondas y radiación.

### iii. Malla de indicadores

La malla de indicadores, es un hallazgo muy relevante ya que es la herramienta que define los propósitos de aprendizaje en general, muestra ser eficiente para establecer

otros instrumentos de observación. Permite definir las metas en cada actividad, las competencias del área que se orienta y las que se asocian al uso de las TIC, además de ser un buen gestor en la recolección de notas como registro rápido y personalizado. Aunado a estas cualidades, al socializar la herramienta con los estudiantes muestra ser una promotora de autorregulación que permite la gestión sobre los ritmos de aprendizaje además de procurar alcanzar los niveles establecidos para cada producto entregado.

### Niveles alcanzados en las actividades medido con la malla de indicadores



Estos resultados se toman de los registros de logro por actividad que se exponen en la tabla 2, mostrando un nivel de pérdida bajo, consistente con los resultados de las pruebas escritas al comparar las cifras, alcanzando los descriptores más altos un 30% de la población observada a través de todas las actividades programadas en los módulos 1 y 2. Además los estudiantes tenían la opción de colorear o señalar el descriptor alcanzado controlando la descripción de sus aprendizajes y cambiando una actitud que resultaba molesta anteriormente cuando preguntaban cual actividad les había bajado la nota, convirtiéndola en una referencia positiva al indicar en qué actividad habían logrado mostrar sus habilidades.

Las cualidades de la malla de evaluación pueden compararse con lo establecido por los investigadores suecos Ossiannilsson y Creelman, A. (2012), quienes establecen que la forma en que

se puede procurar la cultura abierta es al pensar en ambientes de aprendizaje con propósitos claros, así el instrumento al vincular el fortalecimiento de competencias y la progresión de las mismas, no solo cumple con el requisito sino que resulta una finalidad de mayor envergadura que pretender la mera adquisición de asuntos temáticos, cuestión que no se expone en estas investigaciones de manera tácita, pero que se aprendió al llevar a cabo este trabajo.

#### **iv. Evaluaciones estructuradas en comparación**

Finalmente están los resultados obtenidos de la prueba de salida que lo constituían diez preguntas cerradas con diferentes estructuras de complejidad que buscaban determinar los niveles en las tres categorías de la competencia ya definidas y dos respuestas abiertas que permiten una construcción propia de las posturas. Una de las preguntas abiertas apunta a la comparación entre la información del artículo con un cuestionamiento sobre otra investigación en un contexto completamente distinto a fin de observar los símiles de contenido, procedimiento, etc. La otra pregunta abierta está enfocada hacia lo aprendido con la información del artículo expuesto y el uso práctico que puede darle el estudiante a la misma en su contexto particular y los elementos que pueda retomar de la información mostrada en el instrumento (ver anexo e).



Ilustración 17. Niveles alcanzados por los participantes por cada pregunta cerrada que se planteó

Al observar los resultados de cada pregunta según el nivel establecido, el resultado muestra sólidas coincidencias con los resultados de cada nivel categorizado dentro de las actividades del ambiente de aprendizaje con el módulo 1 y 2. Comparando los promedios obtenidos es adecuado afirmar que las herramientas de sistematización (malla de evaluación con indicadores, rúbricas y evaluación escrita) ofrecen una triangulación sólida. En la siguiente tabla se muestra el promedio de personas que obtuvieron por cada módulo los niveles de competencia planteados, obtenido de la tabla 2 donde se mostraba cada nivel según la actividad.

Tabla 3: Promedio de indicadores obtenidos por módulo establecido dentro del ambiente de aprendizaje.

Módulo	1 y 2	3
Perdida	8	5
Identificación	18	7
Explicación	8	12
Indagación	3	12

Las preguntas cerradas de selección múltiple de única respuesta tipo 1 y 2 según la definición del ICFES no sólo son comparadas con la prueba de entrada, sino con los resultados

históricos con los niveles de aprobación del área en pruebas similares, con el porcentaje y número de personas que alcanzaron los niveles de profundización III en las pruebas *Saber 11* ya recopiladas de años anteriores, tal y como se muestra en la siguiente gráfica:

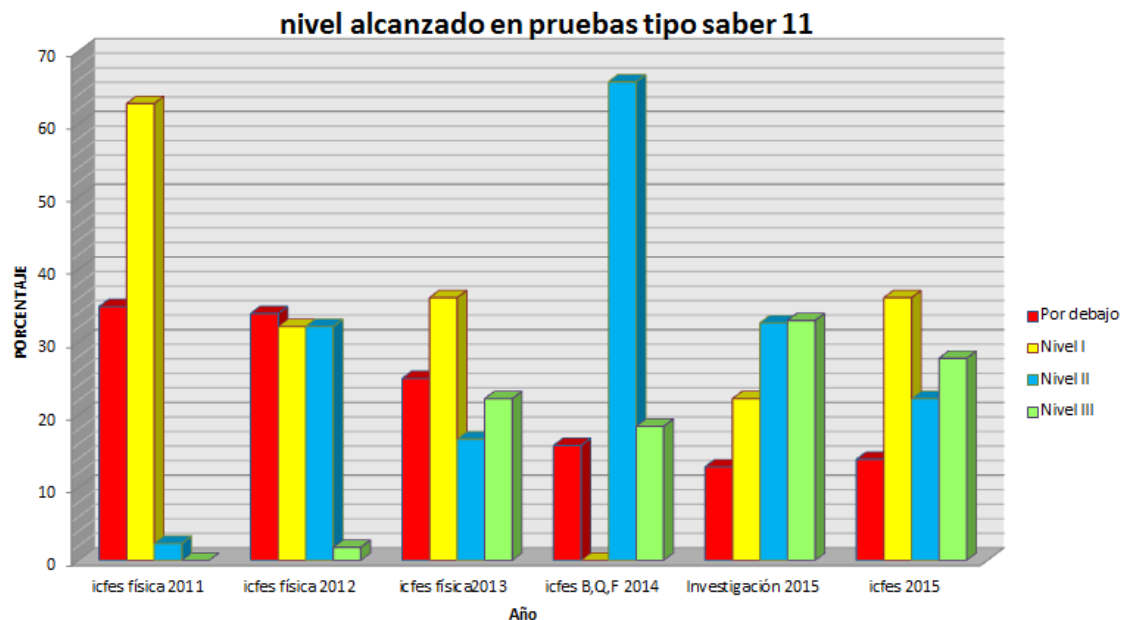


Ilustración 18. Resultados de las pruebas *Saber 11* desde el 2011 comparado con los de la prueba diseñada en la investigación.

Observando estos datos resulta pertinente establecer la eficacia del ambiente en cuanto los tiempos para alcanzar los niveles planteados, además de mejorar en un 44% la aprobación en los niveles básicos de competencia para el área de física con respecto a los años anteriores, donde se evaluaba de manera exclusiva el área de física, está el equilibrio en la cantidad de estudiantes que ocupan cada uno de los indicadores de competencia. Aunque los niveles de profundización aumentaron sólo el 14% con respecto al año 2014 y un 10,4 con respecto al promedio de los años expuestos, cabe anotar que supera incluso las expectativas planteadas, dado que con el grupo se lleva trabajando sólo un año y medio en el área de física, en contraposición a los grupos del 2012 y 2013 cuyos procesos fueron de cuatro años combinados con el área de matemáticas.

Las diferencias con respecto al nivel 2 de explicación con el resultado del año 2014 se debe a que la prueba mostrada por el ICFES en *saber 11* de ese año combina los resultados de biología,

química y física, perdiendo la visión particular de la materia que ocupó el diseño de este ambiente y dejando un rastro diferente a los registros anteriores, pero se redujo progresivamente los niveles bajos que indican problemas con la identificación.

Por otra parte los resultados encontrados en las pruebas estatales para la fecha del 17 de octubre 2015, muestran sólidas coincidencias con los obtenidos dentro de la prueba final del ambiente. La correspondencia numérica es del 93% comparados con los de la prueba saber 11 con una desviación media de 2.32, lo que ayuda a mostrar la eficacia de la prueba diseñada para el ambiente y una observación externa sobre la eficacia del ambiente de aprendizaje en el desarrollo de la competencia uso *comprendido del conocimiento científico*, estos valores se obtienen comparando cada nivel obtenido en la prueba de la investigación comparado con los resultados oficiales del ICFES 2015.

La segunda parte de la prueba final pretendía una respuesta abierta. Por lo que trataba de construir un breve escrito que indicara las condiciones desconocidas que aprendió. De esta manera, al observar la reutilización del contenido y al utilizarlo en su contexto como proyecto de vida o solución práctica se esperaban resultados sólidos a los encontrados en la prueba cerrada. Es así como se obtuvieron los niveles y categorías planteados por cada participante después de estar inmerso en el ambiente con los principios del aprendizaje abierto.

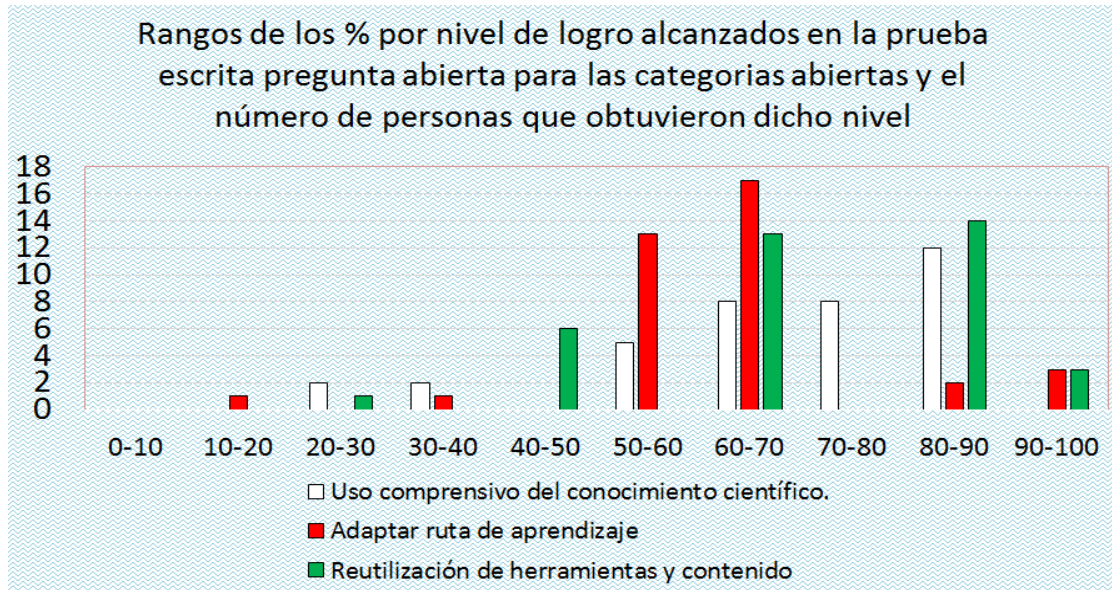


Ilustración 19. Resultados de las preguntas abiertas por categoría planteada en la investigación

## 10. CONCLUSIONES

A continuación se anuncian los principales alcances y limitaciones a partir de los resultados del ambiente de aprendizaje implementado, cabe anotar que algunas de ellas parecen ser generalizaciones, pero han sido formuladas para el contexto de este estudio, acorde a los alcances investigativos del estudio de caso. Recomendando para futuras investigaciones poner a prueba y contrastar los resultados donde se puedan validar estas conclusiones en contextos más amplios.

### a. Sobre los alcances de la enseñanza abierta

Este capítulo ha sido subdividido según los referentes teóricos encontrados por la categorías abiertas establecidas, pero se agregan los aspectos que coinciden con las investigaciones del estado arte y aquellos que resultan ser muy distintivos dentro de esta experiencia en particular.

#### - Categoría *adaptación*

Al utilizar diferentes recursos abiertos la posibilidad de generar nuevos productos no se limita a las herramientas, sino que se amplifica a los contenidos, rutas de aprendizaje e incluso conocimientos.(Hwang, Wu, & Ke, 2011)

Los recursos educativos abiertos deben ser promotores del aprendizaje, enseñando a los estudiantes a acercarse a los principios de la investigación formal, por tanto se deben promover actividades que den herramientas sencillas a los estudiantes para citar y modificar dichos recursos, en pro del autodescubrimiento y una cultura de lo abierto, que tanto bien le hace a la humanidad en la democratización del conocimiento y por tanto el mejoramiento de la calidad de vida.

**- Categoría *reutilización***

Todos los recursos abiertos con su disponibilidad de modificación son útiles para aprender, incluso los que parecen de mala calidad, ya que al evaluarlos mostrando los aspectos que los hacen descartables pueden definir las rutas que llevaran a hacer algo conforme a sus necesidades.

Los derechos de autor no se deben supeditar al castigo punitivo de ser descubierto por una entidad, institución o cualquier otra figura de autoridad, sino que pueden ser parte de los valores éticos promovidos con el uso efectivo de las tecnologías y los principios de lo abierto, al utilizar los recursos para generar los propios se entiende mejor la importancia de dar crédito al trabajo del otro en su ausencia o incluso, si no hay posibilidad de que lo note cuando las personas hacen el ejercicio de crear su propio material, reconociendo los diferentes tipos de inversión que se hacen por parte de los autores cuando se ha vivido la experiencia..

**- Categoría *colaboración***

Este aspecto fue uno de los más débiles en las pruebas piloto, pero al generar retos que surgen del contexto y que implican un reto laborioso, tanto para el docente como para los estudiantes, resulta un terreno fértil para fortalecer las competencias, esta afirmación al ver los resultados de las pruebas *saber 11*, a pesar de que los indicadores de la malla del ambiente de aprendizaje no estaban diseñados para apuntar a las temáticas del ICFES ni a los contextos que esa institución plantea, la coincidencia del 93% de los datos con las pruebas de la investigación muestra que el fortalecimiento de competencias es más importante que la búsqueda de mantener o garantizar una secuencia temática.



En este mismo sentido los resultados de Ruth Contreras (2010), se permiten como complemento al mostrar las dificultades de socialización y trabajo colaborativo virtual, que resultaron totalmente ciertas para este contexto, pero aunque difícil es parte de lo que menciona Ossiannilsson y Creelman (2012) del incentivo necesario a la cultura abierta y la construcción de conocimiento en la actualidad, de tal forma que debe continuarse promoviendo este tipo de actitudes dentro del currículo de física.

#### **- El rol del docente en la enseñanza abierta**

Por otra parte el rol del docente como investigador, con la capacidad de plantear metas altas de comprensión para sus estudiantes que por la buena estructura sean posibles para todos los participantes. En este sentido el docente debe ser capaz de establecer herramientas útiles de observación sobre los aprendizajes, no limitados al dominio conceptual de una ciencia, sino a la transformación de personas que sean capaces de construir conocimiento y dar solución a diferentes problemas por las competencias que han potenciado en estas actividades.

Contrastando las habilidades que deben potenciar los docentes que pretenden integrar practicas abiertas en sus currículos encontradas en este trabajo con los hallazgos de Goodfelow et al, (2012); Okonkwo, C. A. (2012); Santally, M. I. (2011), se confirma que la búsqueda de herramientas de observación no sólo está vinculado a los REA que usarán sus estudiantes, sino a instrumentos pedagógicos que permitan mantener los objetivos de aprendizaje claros, sin perderse en la instrucción técnica.

#### **- Factores que se deben flexibilizar en contextos similares**

La enseñanza abierta tiene factores asociados que se deben flexibilizar para ser insertos en este contexto en particular.

En el contexto rural de la IED el Destino para que los principios de la enseñanza abierta sean una realidad efectiva sobre la evolución, transformación y consolidación conceptual de los estudiantes, se deben plantear experiencias que permitan hacer la transferencia analógica de lo que

replican los simuladores o recursos digitales. Aunque las herramientas sean ricas en diagramación y precisas en leyes naturales, no garantizan que sean lo suficientemente significativas para generar cambios cognitivos, de tal manera que al diseñar ambientes de aprendizaje que contengan experiencia integradoras, se aprovecharán las cualidades de los REA para consolidar dichas transformaciones en algo más permanente como lo es la cultura abierta. En este sentido las investigaciones sobre la creación de redes autónomas de crecimiento en el sector rural (R. G. Sánchez & Muiña, 2011), robustecen esta idea de que las necesidades reales son las que dan sentido a los recursos.

Por otra parte los alcances de la enseñanza abierta implementada en esta investigación no se limitan a la observación de las actitudes o productos entregados por parte de los involucrados sino que contemplan diferentes fuentes de información que pueden ser útiles a la hora de medir el impacto de su inmersión.

Uno de ellos es la personalización de la información que puede evidenciarse en la reutilización de recursos, incluso en la organización que legatario le da a la misma. En este sentido los datos de la reutilización de los usuarios resultan ser una fuente abundante de información sobre el progreso de las modificaciones cognitivas del sujeto, o el colectivo en el proceso colaborativo.

Compartir materiales elaborados por los mismos estudiantes permite a los usufructuarios corregir entre ellos imprecisiones, lo que es más enriquecedor y objetivo que las opiniones verbales, donde no todos participan, enriqueciendo la labor profesional docente como guía en la construcción de estructuras mentales, vínculos socio-afectivos, valores de autoaprendizaje y no como transmisor de información. En este sentido el argumento de Reyhav y Wu (2014) sobre las practicas abiertas cobra sentido cuando argumenta que la evaluación no solo debe establecer los parámetros cognitivos, sino que las rúbricas se pueden enriquecer con aspectos afectivos, cambios en la dinámicas diarias que las TIC han provocado.

**b. Las limitaciones encontradas de la enseñanza abierta**

Las limitaciones establecidas dentro de esta investigación y por categoría de lo abierto fueron:

Categoría Abierta	Limitaciones de lo abierto
Adaptación	<p>Aparte de las limitaciones tecnológicas como la carencia de acceso a Internet en la zona, el escaso uso de herramientas tecnológicas en otros escenarios escolares, están las que se refieren a las competencias de comunicación en cuanto al uso del lenguaje, comprensión y producción de textos; aunque pueden ser suplidos en buena medida con ejemplos audiovisuales, los recursos más representativos y sencillos vienen en una lengua extranjera, y los que están en español usan lenguaje muy técnico o coloquial de zonas cuya tradición es desconocida.</p> <p>Cuando los estudiantes son expuestos de primeras a materiales abiertos de buena calidad tienen a imitarlos dejando de lado sus ideas o limitando su creatividad, y en un porcentaje menor a desistir de elaborar los propios, porque sus expectativas se hacen tan altas que al no obtener lo esperado, asumen no son dignos de ser observados. Así que se recomienda buscar en primer lugar material del que puedan hacer observaciones, sugerencias (preferiblemente elaborado por otros estudiantes) y poco a poco proveer de material de calidad para que se dé el proceso de adaptación naturalmente.</p>
Reutilización	<p>Promover una cultura de la reutilización de herramientas y contenidos está muy vinculado a la dinámicas de clase alrededor de las relaciones de poder que se llevan allí, por tanto para suscitar el respeto a la opinión no sólo guardando silencio, sino retomando sus ideas, valorando lo que un compañero dice, piensa o hace con la misma relevancia que se le da cuando lo que considera el docente.</p> <p>Muestra ser una estrategia positiva explorar temas de los cuales el docente no tuviese dominio, para que ellos tuvieran el control sobre la información y los resultados, dando lugar a estas dinámicas de reutilización.</p>
Colaboración	<p>Esta es una categoría cuya limitación está vinculada a un arraigo cultural, donde se confunde agrupar con colaborar. Los momentos más sencillos para valorarla u observarla fue en la presencialidad, con actividades de debate en la solución de problemas. Cuando se hizo de manera asincrónica se presentaron dificultades como: ignorar la opinión del compañero, a menos que fuera muy corta, incumplimiento con las actividades en los tiempos establecidos, en las actividades asincrónicas se presentó como solución mayoritaria “repartir” el trabajo y luego discutir en grupo.</p> <p>Una de las actividades de mayor éxito para producir colaborativamente fue la experiencia de “cazadores de mitos” en vista de que no todos querían aparecer en cámara, se ofrecían a compensarlo en actividades que se les facilitarían más y la experiencia favoreció un verdadero trabajo colaborativo, el problema es que en el 60% de los casos la solución fue de tipo presencial y sincrónico, sin solucionar las distancias del área rural donde las herramientas tecnológicas hubieran mediado favorablemente, el 30% si las utilizó, incluso para asesorarse y entregar la actividad propuesta.</p>

**c. Recomendaciones para la implementación de las prácticas abiertas particularmente la enseñanza de la física en contextos similares.**

En primer lugar entre las recomendaciones para implementar las *prácticas educativas abiertas* particularmente la enseñanza son: garantizar a través de experiencias descriptivas y significativas que todos los estudiantes puedan hacer una analogía del recurso digital, de tal manera que puedan luego observar las variables controladas e ideales que ofrecen estas herramientas tecnológicas como simuladores, cursos libres *Moodle*, vídeos, analizadores de laboratorio digital, etc.

Potenciar el aprendizaje de los estudiantes es más importante que generar los recursos, así que es mejor que ellos sean los que adapten, reutilicen y colaboren para dar soluciones a problemas reales de su entorno, lo que promueve la cultura de lo abierto como tendencia actual en la generación de conocimiento. En este sentido como docente debe ser el primero que ponga en práctica los principios de las *prácticas abiertas* tanto en su cotidianidad, en la planeación de sus clases, hasta en generar investigación alrededor de las prácticas educativas, enseñanza, aprendizaje, evaluación y la modificación de recursos.

Continuar investigando e implementando ésta tendencia generada por el uso de las TIC en la educación se convierte en algo más que una sugerencia, en una necesidad para el contexto de globalización por la inmersión tecnológica, evitando que los recursos se conviertan en distractores y se potencien como promotores eficaces de competencias. Con las investigaciones buscar interpretaciones cada vez más profundas sobre los atributos de las *prácticas abiertas*, sería muy positivo que las investigaciones buscarán comparaciones para definir simultáneamente las diferencias de los resultados en contextos distintos.

## REFERENCIAS

- Aguilar, G., Robledo, V., Neri, L., Chirino, V., & Noguez, J. (2010). Impacto de los recursos móviles en el aprendizaje. *Work in Progress. México*. Retrieved from [http://www.iiis.org/CDs2010/CD2010CSC/CISCI\\_2010/PapersPdf/CA805OG.pdf](http://www.iiis.org/CDs2010/CD2010CSC/CISCI_2010/PapersPdf/CA805OG.pdf)
- Ambe-Uva, T., & Adegbola, E. (2009). Open flexible learning as a strategy for enhancing human security in Nigeria. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 5(3), P1–P9.
- Aretio, L. G. (1991). *Un concepto integrador de enseñanza a distancia*. Radio y Educación de Adultos. Retrieved from <http://info.uned.es/catedraunesco-ead/articulos/1991/un%20concepto%20integrador%20de%20ensenanza%20a%20distancia.pdf>
- Ausubel, D. P., & Novak, J. H. H. (1976). *Significado y aprendizaje significativo* (2nd ed.). Mexico: Trillas,. Retrieved from <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1J3D72LMF-1TF42P4-PWD/aprendizaje%20significativo.pdf>
- Azcorra S, A., Cano, C. J. B., Gómez, Ó. G., & Campos, I. S. (2001). Informe sobre el estado de la teleeducación en España. Universidad Carlos III de Madrid. Retrieved from <http://tecnologiaedu.us.es/nweb/htm/pdf/red12.pdf>
- Barbero, J. M. (1998). Heredando el futuro. Pensar la educación desde la comunicación. *Cultura Y Educación*, 10(1), 17–34.
- Barreto, Aldo. (2001). Cambio estructural en el flujo del conocimiento: la comunicación electrónica. *ACIMED*, 9(1), 23–28.
- Beltrán, J., & Genovard, C. (1996). *Concepto, desarrollo y tendencias actuales de la Psicología de la Instrucción*. (Vol. 1). Madrid: Síntesis. Retrieved from <http://201.147.150.252:8080/jspui/handle/123456789/1391>

Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

Blythe, T., & Gardner, H. (1990). A School for All Intelligences. *Educational Leadership*, 47(7), 33.

Bourdieu, P. (1979). *La reproducción. Teoría del sistema de enseñanza* (traducida original Francia, Vol. 3). Barcelona: Editorial Laia, S.A. Retrieved from [http://www.bsolot.info/wp-content/pdf/Bourdieu\\_Pierre%20-%20La\\_reproduccion\\_Teoria\\_del\\_sistema\\_de\\_ense%C3%B1anza.pdf](http://www.bsolot.info/wp-content/pdf/Bourdieu_Pierre%20-%20La_reproduccion_Teoria_del_sistema_de_ense%C3%B1anza.pdf)

Braidot, N. (2009). *Neurociencia aplicada al razonamiento y la creatividad humana*. Retrieved from <http://www.braidot.com/neuromarketing/paper/narc.pdf>

Brito J. (1999). *Pedagogía conceptual : desarrollos filosóficos, pedagógicos y psicológicos* (Vol. 7). Bogotá D.C.: Fondo de Publicaciones Bernardo Herrera Merino, Fundación Alberto Merani,.

Brown, R. A. (2009). *The purpose and potential of Virtual High Schools: A national study of virtual high schools and their head administrators*. UNIVERSITY OF MINNESOTA, Minesota. Retrieved from <http://conservancy.umn.edu/handle/11299/57524>

Campbell, L., & Campbell, B. (1999). *Multiple Intelligences and Student Achievement : Success Stories From Six Schools*. Alexandria, Va: Association for Supervision and Curriculum Development. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=43250&lang=es&site=ehost-live&scope=site>

Cannesa, E., & Pisani, A. (2013). High school open on-line courses (HOOC): A case study from Italy liceo Ginnasio Dante Aligheri. *European Journal of Open, Distance and e-Learning*, 16(1), 131.

Capdeferro, N., & Romero, M. (2012). Are online learners frustrated with collaborative learning experiences? *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 13(2), 26–44.

Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

Castells, M. (2009). *Communication Power*, 3(27), 471–475/571.

<http://doi.org/10.1080/10584609.2010.517097>

Chiappe, A. (2012). Prácticas Educativas Abiertas como Factor de Innovación Educativa. *Boletín REDIPE*, (818), 6–12.

Chovak, R., & Herrera, C. (1996). Experiencia Piloto para el Desarrollo de un Nuevo Modelo Instruccional. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 18(2), 122–135.

<http://doi.org/10.1590/S1806>

Claus, E. Q. (2009). The development and validation of a pre-evaluation instrument for the Virtual College of Texas to measure quality in distance education courses - ProQuest Education Journals - ProQuest. *ProQuest Dissertations and Theses*, 2(1), 179.

Contreras, E. R. (2010a). Percepciones de estudiantes sobre el Aprendizaje móvil; la nueva generación de la educación a distancia. *Cuadernos de Documentación Multimedia*, 21(0).

Retrieved from <http://multidoc.rediris.es/cdm2/index.php/revista/article/view/56>

Contreras, E. R. (2010b). Recursos educativos abiertos: Una iniciativa con barreras aún por superar. *Apertura*, 2(2). Retrieved from

<http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=68820827009>

Contreras, E. R., & Gómez, J. L. E. (2009). Contenidos de aprendizaje para estudiantes de diseño en podcast. *Cuadernos de Documentación Multimedia*, 20, 139 – 148. <http://doi.org/>

Coppola, C, N. E. (2004). Open Source, Open Learning. Why Open Source Makes Sense for Education. *The Catalyst*, 33(3), 13–17.

Dávila, S. (2000). El aprendizaje significativo: Esa extraña expresión. *Revista Digital de Investigación Y Nuevas Tecnologías*, 9, 10.

De Bono, E. (1988). *Seis sombreros para pensar*. Ediciones Granica SA. Retrieved from

<http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=A3f2LN->

y6NcC&oi=fnd&pg=PA9&dq=El+pensamiento+creativo,+Bono+Edward&ots=qJmwVpRSTa  
&sig=43qrcJxjVUEJscks6oPqM1Fydso

De Bono, E. (1993). El pensamiento lateral. *España: Editorial Paidós*. [Links]. Retrieved from

<http://tecnoeduka.110mb.com/documentos/neurociencia/bono/bono%20-%20pensamiento%20lateral.pdf>

Duarte, D., & others. (2003). Ambientes de aprendizaje: una aproximación conceptual. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, (29), 97–113.

Ehlers, U.-D., & Conole, G. C. (2010). *Open Educational Practices: Unleashing the power of OER*.

Available. Retrieved from [http://efquel.org/wp-content/uploads/2012/03/OEP\\_Unleashing-the-power-of-OER.pdf](http://efquel.org/wp-content/uploads/2012/03/OEP_Unleashing-the-power-of-OER.pdf)

Eisner, E. W. (1998). Tensiones éticas, controversias y dilemas en la investigación cualitativa. In *El ojo ilustrado. Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa* (Traducción versión 1990, p. 11). Barcelona: Paidós. Retrieved from

<http://www.fceia.unr.edu.ar/geii/maestria/2014/DraSanjurjo/12de20/Eisner.pdf>

Fonseca, D. E. L. (2011). EduCamp Colombia: Social networked learning for teacher training. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(3), 60–79.

Freinet, C. (2005). *Técnicas Freinet de la escuela moderna*. Siglo XXI.

Freire, P., & Faúndez, A. (1986). Hacia una pedagogía de la pregunta. *Conversaciones Con Antonio Faundez*. Buenos Aires: Ediciones La Aurora. Retrieved from

[http://abacoenred.com/IMG/pdf/paulo\\_freire\\_-\\_pedagogia\\_de\\_la\\_pregunta.pdf](http://abacoenred.com/IMG/pdf/paulo_freire_-_pedagogia_de_la_pregunta.pdf)

García, M, Á., & Pinilla, G, J. (2007). *Orientaciones curriculares para el campo de ciencia y tecnología*. Colombia: Secretaria De Educacion. Retrieved from

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/BJV/awdoc.jsp?i=1095>

Garner, M. (1983). *Frames of mind. The theory of multiple intelligenses*. New York: Básic Book.



- Goodfellow, R., Strauss, P., & Puxley, M. (2012). Web-based writing support: making it useable for distance teachers. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 1, 1–13.
- Gordin, D. N., Gomez, L. M., Pea, R. D., & Fishman, B. J. (1996). Using the World Wide Web to Build Learning Communities in K-12. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 2(3), 0–0. <http://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1996.tb00188.x>
- Gould, R. W. (2012). Open Innovation and Stakeholder Engagement. *Journal of Technology Management & Innovation*, 7(3), 1–11.
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Enseñanza de la física*, 15(2), 107–120.
- Gutiérrez, M., & J, F. (2010). Implementación de Recursos Educativos Abiertos (REA) a través del portal TEMOA (Knowledge Hub) del Tecnológico de Monterrey, México. *Formación Universitaria*, 3(5), 9–20. <http://doi.org/10.4067/S0718-50062010000500003>
- Haverila, M. (2009). Towards Innovative Virtual Learning in Vocational Teacher Education: Narratives as a Form of Meaningful Learning. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 2(355), 9.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- Herrera Bernal, J. A., Ramos Elizondo, A. I., & Ramírez Montoya, M. S. (2010). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de casos. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, (34), 201–209. <http://doi.org/10.3916/C34>
- Hwang, G.-J., Wu, P.-H., & Ke, H.-R. (2011). An interactive concept map approach to supporting mobile learning activities for natural science courses. *Computers & Education*, 57(4), 2272–2280. <http://doi.org/10.1016/j>

Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

- Kantel, E., Tovar, G., & Serrano, A. (2010). Diseño de un Entorno Colaborativo Móvil para Apoyo al Aprendizaje a través de Dispositivos Móviles de Tercera Generación. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 5(4), 146–151.
- Kanwar, A, Balasubramanian, K, & Umar, A. (2010). Toward Sustainable Open Education Resources: A Perspective from the Global South. *American Journal of Distance Education*, 24(2), 65.
- Kituyi-Kwake, A., & Adigun, M. O. (2008). Analyzing ICT use and access amongst rural women in Kenya. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 4(4), 127–147.
- Koutropoulos, A., Gallagher, M. S., Abajian, S. C., de Waard, I., Hogue, R. J., Keskin, N. O., & Rodriguez, C. O. (2012). Emotive Vocabulary in MOOCs: Context & Participant Retention. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=EJ979609>
- Lewis, R. (1993). The progress of open learning. *Education & Training*, 35(4), 9.
- Llancaqueo, A., Caballero, M. C., & Moreira, M. A. (2003). El concepto de campo en el aprendizaje de la Física y en la investigación en educación en ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 2(3), 227–253.
- Long, G., Vignare, K., Rappold, R. P., & Mallory, J. R. (2007). Access to Communication for Deaf, Hard-of-Hearing and ESL Students in Blended Learning Courses. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8(3). Retrieved from <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/423>
- Lugo, M. T., & Schurmann, S. (2012). Activando el aprendizaje móvil en américa latina. UNESCO. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002160/216080s.pdf>

Malo de Molina Martín-Montalvo, T. (2013). Experiencias y tendencias de la educación abierta en la UC3M. Retrieved from <https://orffpruebas.uc3m.es/handle/10016/16538>

Markus, H. R., & Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review*, 98(2), 224–253. <http://doi.org/10.1037/0033-295X.98.2.224>

Martín, S., Díaz, G., Plaza, I., San Cristobal, E., Latorre, M., Gil, R., ... Castro, M. (2010). M2Learn: Framework Abierto para el Desarrollo de Aplicaciones para el Aprendizaje Móvil y Ubicuo. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 5(4), 138–145.

Maxwell, J. A. (2012). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach: An Interactive Approach*. Estados Unidos: SAGE.

McAnally-Salas, L. (2005). Diseño educativo de un curso en línea con las dimensiones del aprendizaje en una plataforma de código abierto. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 34(3), 113–135.

McAndrew, P., Santos, A., Lane, A., Godwin, S., Okada, A., Wilson, T., ... Webb, R. (2009, May). OpenLearn Research Report 2006-2008 [Other]. Retrieved November 21, 2014, from <http://kn.open.ac.uk/public/document.cfm?docid=11803>

Ministerio de Educación Nacional. Colombia. (2013). Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Alineación del examen SABER 11°. MEN. Retrieved from [http://www.icfes.gov.co/exámenes/component/docman/doc\\_view/775-alineacion-del-examen-saber-11?Itemid=](http://www.icfes.gov.co/exámenes/component/docman/doc_view/775-alineacion-del-examen-saber-11?Itemid=)

Montoya, N. P. M. (2005). ¿ Qué es el estado del arte?. *Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, (5), 73-75.

Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

- Moore, A. H. (2002). Open-source learning. *EDUCASE Review: Address: Http://www. Educause.edu/ir/library/pdf/erm0253. Pdf*, Accessed on 03/09, 4. Retrieved from <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/erm0253.pdf>
- Moore, M. G. (1987). Learners and Learning at a Distance. *International Council for Distance Education Bulletin*, 14, 59–65.
- Ng, W., & Nicholas, H. (2010). A Progressive Pedagogy for Online Learning With High-Ability Secondary School Students: A Case Study. *The Gifted Child Quarterly*, 54(3), 239–251. <http://doi.org/10.1177/0016986209355973>
- Okonkwo, C. A. (2012). A needs assessment of ODL educators to determine their effective use of open educational resources. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 13(4), 293–312.
- Olsen Florence. (2002). MIT's Open Window: Putting Course Materials Online, the University Faces High Expectations. 49, 15, A31–A32.
- Ossiannilsson, E., & Creelman, A. (2012). OER, Resources for learning – Experiences from an OER Project in Sweden. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 1(494), 10.
- Pacnik, H. (2002). Practical Experience of a Seamless Integration of eLearning into Traditional Teaching. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 2(1), 6.
- Palmer, N. A. (2009). *What is worth teaching and why: How do we justify what we teach?* (Ed.D.). Harvard University, United States -- Massachusetts. Retrieved from <http://search.proquest.com.ezproxy.unisabana.edu.co/education/docview/304893559/abstract/6A2034C5AA644D6BPQ/1?accountid=45375>
- Palmero, M. L. R. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *IN. Investigació I Innovació Educativa I Socioeducativa*, 3(1), 29–50.

- Patrick, F. (2005). Online and Face-to-Face Group Interaction Processes Compared Using Bales' Interaction Process Analysis (IPA). *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 2006-2(216), 10.
- Perkins, D. (1995). *Escuela Inteligente* (Vol. 17). Gedisa Barcelona. Retrieved from <http://www.ugel05.edu.pe/ckfinder/files/la-escuela-inteligente-perkins.pdf>
- Perkins, D., & Blythe, T. (1994). Putting understanding up front. *Educational Leadership*, 51(5), 4.
- Perry, C. (1998). Processes of a case study methodology for postgraduate research in marketing. *European Journal of Marketing*, 32(9/10), 785–802.  
<http://doi.org/10.1108/03090569810232237>
- Pool, I. de S. (1964, January). The functions of mass media in international exchange. Cambridge, Mass.: Centro de Estudios Internacionales, Instituto de Tecnología de Massachusetts,. Retrieved from <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/83043>
- Pool Ithiel de Sola. (1979). Technology and change in modern communications. *UNESCO*, 84(1), 18.
- Prieto, R, & Nagles, A. (2013). *Ambientes de Aprendizaje en la Ruralidad: Reorganización Curricular por Ciclos*. (SED, Vol. 2). Bogotá D.C.: SED. Retrieved from [http://www.redacademica.edu.co/archivos/redacademica/colegios/politicas\\_educativas/ciclos/cartillas\\_ambientes\\_aprendizaje/vol2.pdf](http://www.redacademica.edu.co/archivos/redacademica/colegios/politicas_educativas/ciclos/cartillas_ambientes_aprendizaje/vol2.pdf)
- Ramírez Montoya, M. S. (2013, July 8). Competencias Docentes y Prácticas Educativas Abiertas en Educación a Distancia [Elemento]. Retrieved September 2, 2015, from <http://catedra.ruv.itesm.mx/handle/987654321/745>
- Ramos Elizondo, A. I., Herrera Bernal, J. A., & Ramírez Montoya, M. S. (2010). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de casos. *Comunicar*, 17(34), 201–209. <http://doi.org/10.3916/C34-2010-03-20>

Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

Rekkedal, T. (2011). Local Support for Online Learners with Possible Learning Disabilities. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=EJ936388>

Reychav, I., & Wu, D. (2014). Exploring mobile tablet training for road safety: A uses and gratifications perspective. *Computers & Education*, 71, 43–55.  
<http://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.005>

Romaní, C. C. (2007). Modelo de aprendizaje abierto. *Innovación Educativa*, 7(41), 5–17.

Sánchez, A. M. (2003). Diseño de Ambientes de Aprendizaje, 1, 6. <http://doi.org/CSC2003-01>

Sánchez, R. G., & Muiña, F. E. G. (2011). La creación de redes de cooperación entre empresarias rurales a través de las TIC: el caso de la plataforma ARTEMUR (España). *Revista Sociedad y Economía*, (21), 149–168.

Sarabia, S., José (Ed.). (1999). *Metodología para la investigación en marketing y dirección de empresas* (1st ed.). Madrid: Pirámide.

Sauvé, L. (1996). Environmental education and sustainable development: a further appraisal. *Canadian Journal of Environmental Education (CJEE)*, 1(1), pp–7.

Seitamaa-hakkarainen, P., Viilo, M., & Hakkarainen, K. (2010). Learning by collaborative designing: technology-enhanced knowledge practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(2), 109–136.  
<http://doi.org/http://dx.doi.org.ezproxy.unisabana.edu.co/10.1007/s10798-008-9066-4>

Shaw, E. (1999). A guide to the qualitative research process: evidence from a small firm study. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 2(2), 59–70.  
<http://doi.org/10.1108/13522759910269973>

Siemens, G. (2013). CONOCIENDO EL CONOCIMIENTO. *ECOS Desde Las Fronteras Del Conocimiento. Revista Electrónica*, 2(12). Retrieved from  
<http://revistaecos.net/ojs/index.php/EUJS/article/download/133/77>

Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

- Silvera, C. (2005). La alfabetización digital: una herramienta para alcanzar el desarrollo y la equidad en los países de América latina y el Caribe. *ACIMED*, 13(1), 1–1.
- Stone Wiske, M., Boix, V., Buchovecky, E., Dempsey, R., Garner, H., Hammerness, K., ... Gray W, D. (1999). *La Enseñanza para la Comprensión* (1999th ed.). Buenos Aires: Paidós SAICF.
- Tobón, S. T., Prieto, J. H. P., & Fraile, J. A. G. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. Pearson educación
- UNESCO. (2004). Proyecto PRELAC. UNESCO. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001372/137293eo.pdf#137344>
- UNESCO. (2013). Enfoques estratégicos sobre la TIC en educación en América Latina y el caribe. OREAL/UNESCO. Retrieved from <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/ticsesp.pdf>
- Vasco, C., Bermúdez, A., Escobedo, H., Negret, J. C., & León, T. (2000). *El concepto de tópico generador* (Vol. 4). Bogotá D.C.: CINEP.
- Von Hippel, E. (2001). Learning from open-source software. *MIT Sloan Management Review*, 42(4), 82–86.
- Weller, S. C. (2007). Cultural Consensus Theory: Applications and Frequently Asked Questions. *Field Methods*, 19(4), 339–368. <http://doi.org/10.1177/1525822X07303502>
- West Mark. (2012). Aprendizaje Móvil para Docentes Temas Globales. UNESCO. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002164/216452s.pdf>
- West Mark, V. S. (2013). Directrices para las políticas de aprendizaje móvil. UNESCO. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002164/216452s.pdf>
- White, J., & Mills, D. J. (2011). Get Smart!: Smartphones in the Japanese classroom. In *JALT Conference Proceedings-JALT2011* (Vol. 36, pp. 328–337). Tokio: JALT publications.

Retrieved from <http://jalt-publications.org/proceedings/articles/1755-get-smart-smartphones-japanese-classroom>

Wiley, D. (2010). Openness as Catalyst for an Educational Reformation. *EDUCAUSE Review*, 45(4), 14–20.

Wilson, T., & Withelock, D. (1998). Changing roles: comparing face to face and on-line teaching in the light of new technologies. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 1(20), 6.

Yin, R. K. (1984/1989). *Case Study Research: Design and Methods, Applied social research Methods Series*, Newbury Park CA, Sage

Yin, R. K. (1994). *Case Study Research : Design and Methods, Applied Social Research Methods* (5th ed., Vol. 5). London: SAGE.

Zubiria S, M., Corzo, G. C., & Vásquez, R. C. (2011). Modelos pedagógicos contemporáneos. *Editorial Magisterio. Bogotá*, 35.

## ANEXOS

### Anexo A: Formulario generador de listas y asociación por pares

Datos Generales

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: Mujer \_\_\_ Hombre X Vive en zona: \_\_\_\_\_

**Asuntos que intervienen en su proyecto productivo que debe tener en cuenta para mejorar su eficiencia.**

Termodinámica	Control	Humedad	Procesos Físicos	Experimentar
Nutrición	Herramientas	Bacterias	P. Químicos	Teorizar

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: Mujer X Hombre \_\_\_ Vive en zona: \_\_\_\_\_

Temperatura	Producción	Condiciones Ambiente	Procesos Físicos	Elaborar o datos
-------------	------------	----------------------	------------------	------------------



Crecimiento	Herramientas	Gérmenes Enfermedades	P. Químicos	Predecir
-------------	--------------	--------------------------	-------------	----------

1. Escriba las dos palabras de mayor relevancia para su proyecto productivo.
2. Escoge dos palabras de menor relevancia, pero aún influyentes del proyecto productivo.
3. De los elementos restantes, menos relevantes pero parte del concepto a tener en cuenta.
4. De los elementos restantes los dos que son mucho menos influyentes, que pueden ser tenidos en cuenta en algún momento para el proyecto productivo.

### **Anexo B: Preguntas generadoras del experimento “cazadores de mitos”**

#### **1101**

¿Cuál es el secreto para hacer cubos de agua perfectamente transparente?

¿Es posible reemplazar todos los ingredientes para hacer un pastel excepto la harina, utilizando helado?

¿Puede hacer un colorante con algún insecto de la zona, para consumo de productos de panadería o como colorantes naturales?

¿Cómo se puede hacer un pastel o galleta sin utilizar harina de trigo pero que se asemeje en consistencia y apariencia?

#### **1102**

¿Las plantas crecen más con luces LED rosadas que con luz natural del sol (experimento Israel)?

Si las plantas se guían para crecer por la luz del sol ¿cómo pueden saber dónde es arriba cuando están enterradas? ¿Puede engañarse a los nacidos para crecer en otra parte?

¿Las plantas expuestas a las ondas mecánicas de la música crecen más y mejor que las que están en silencio “ambiente”?

¿Puede acelerarse el crecimiento de una planta con la siembra en agua y adicionando los nutrientes de manera artificial como el hierro, el zinc, carbón, etc.?

### **ANEXO C: pantalla de evidencia web.**

# Trabajo de grado Maestría en Informática Educativa

0 de 1 videos subidos - Yo - x | Cómo poner un archivo - x | TESIS EN EL DESTINO - G - x | Curso: fluidos, Sección: 5 - x


https://fisicadker.milaulas.com/course/view.php?id=2&section=1

Inicio | YouTube | Iniciar sesión

sicadker Usted se ha identificado como Admin User (Salir)

[Cosas que puedes hacer en casa para entender mejor el tema](#)  
[Introducción y preguntas del curso](#)

**SOBRE ARQUIMEDES** PASCAL EL PODER HIDRAULICO ▶

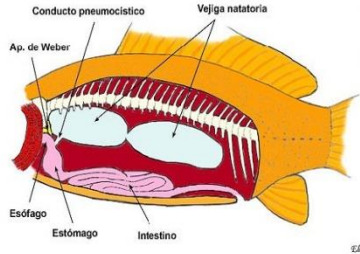


Cuenta la leyenda que Arquímedes tuvo un difícil reto en el Siglo III a.C. cuando el rey Hieron II siendo un rey ostentoso mando a hacer una corona de oro puro, pero sospecho del trabajo de quien había fabricado la corona pensando que lo había robado, combinando su preciado tesoro con otros metales de menor valor, así que mando llamar al científico, solicitándole que debía inventar un modo de saber si su corona estaba hecha del mismo oro que había entregado. Dicen las malas lenguas que el Rey no iba a soportar un NO como respuesta así que la motivación era conservar la vida al descifrar este reto.

Durante un baño se percató que el agua que escurría por la tina y se posaba en el suelo podía recogerse y armar a un hombre de exactamente su mismo tamaño, es decir un Arquímedes hecho de agua, entonces reacciono ante dos posibilidades: la primera ese nuevo Arquímedes hecho de agua al ser puesto en una balanza no podía pesar lo mismo que su yo hecho de huesos y carne. Segundo asunto sus brazos pesaban mucho menos estando en el agua, lo que significaba que esta hacía la fuerza necesaria para cargar a su yo de agua (que ya no estaba ahí) disminuyendo su peso e intentando cargarlo; así pues si la corona del rey Hieron pesaba 3kg debía desplazar un tamaño exacto de agua y esta debería ser igual si se ponía un lingote de oro del tesoro del rey del mismo que le dio al empleado, aunque no tuviera forma de corona. Por otra parte el agua podía ser "engañada" para que cargaría más peso al ocupar más espacio adentro, por eso los barcos siendo de metal pueden flotar, aunque pesan mucho, se ocupa un gran espacio.

**FORO >>>Discutimos sobre la posibilidad**

Los peces están diseñados por la naturaleza en forma extraordinaria, poseen una vejiga que puede expandirse o contraerse, llamada "vejiga natatoria" para elevarse o bajar en el agua a su voluntad.



Esta Vejiga puede sacar el agua del interior del pez dejando un espacio o cavidad llena de aire.

1. ¿Es el aire el que hace flotar al pez? ¿es la pérdida de peso?
3. ¿Qué se imaginan ustedes que significa la densidad aparente?

**Preguntas del foro den en responder**  
de Admin User - sábado, 27 de septiembre de 2014, 21:01

¿Es el aire el que hace flotar al pez? ¿es la pérdida de peso?  
3. ¿Qué se imaginan ustedes que significa la densidad aparente?  
Suma de calificaciones: -

**Re: Preguntas del foro den en responder**  
de Juan Sebastian Zabaia Moreno - sábado, 27 de septiembre de 2014, 21:42

YO PIENSO QUE LO QUE HACE FLOTAR AL PEZ ES LA PERDIDA DE PESO POR QUE CUANDO EN VA SOFLANDO O RESPIRANDO HACE QUE PIERDA PESO Y EMPIEZE A FLOTAR

Suma de calificaciones:3 (1) Muy comunicativo

**Re: Preguntas del foro den en responder**  
de Jelsson Perez - martes, 30 de septiembre de 2014, 01:36

- 1)por la absorción de aire que va directamente a sus vejigas natatorias lo que hace que el pez se sumerja
- 2)si por que al aumentar la presión debido a la profundidad, la vejiga disminuirá su tamaño y el pez aumentaría su peso específico y con esto se hundiría hasta el fondo .
- 3) no se

Suma de calificaciones:2 (1) Término medio

**Re: Preguntas del foro den en responder**  
de Evelin Peñuela - miércoles, 1 de octubre de 2014, 03:34

pues el pez usa este mecanismo ,como un submarino ,vacía sus cavidades mas grandes para poderse desplazar ,hacia arriba o hacia abajo gracias

Suma de calificaciones:2 (1) Término medio

**BUSCAR EN LOS FOROS**  
 Ir  
Búsqueda avanzada

**ÚLTIMAS NOTICIAS**  
Añadir un nuevo tema...  
AQUÍ HAY UN ARCHIVO QUE DEBES BAJAR  
19 de sep, 20:34 Admin User  
Temas antiguos...

**EVENTOS PRÓXIMOS**  
No hay eventos próximos  
Ir al calendario...  
Nuevo evento...

**ACTIVIDAD RECIENTE**  
Actividad desde jueves, 11 de diciembre de 2014, 01:28  
Informe completo de la actividad reciente...

Alojado en milaulas.com  
Eliminar publicidad

**ANEXO D: Rúbricas de evaluación utilizadas en el ambiente.**

Rúbrica del artículo

	Uso comprensivo del conocimiento científico	Reutilización de contenidos	Adaptación de aprendizajes
1	No explicar o exponer un concepto físico claramente, por tanto tampoco se ven las variables que los contienen.	No referencia a ningún autor, aunque se sabe que es del manual suministrado en clase y tampoco se entiende de dónde dedujo lo que está escrito.	El texto es una lista de posibilidades sin declarar ningún problema específico y el texto no es claro.
2	Menciona un concepto físico y las variables que lo contienen, pero su descripción muestra que no hay claridad sobre el mismo, modificando su funcionamiento.	No se pueden encontrar las referencias colocadas dentro del material suministrado en clase o de otras posibles fuentes.	Es entiendo la descripción y pero es difícil distinguir un problema.
3	Referencia por lo menos un concepto físico dentro de su escrito de forma adecuada, manifestando las variables que pueden ser controladas ya sea experimental o teóricamente.	Todos los conceptos que refieren a explicaciones tienen citas del material suministrado en clase, y los de procedimientos mencionan de dónde lo deduce si de su práctica empresarial, o de algún manual	Se entiende el texto y la descripción del problema.
4	Describe dos conceptos físicos dentro de su proyecto productivo explicándolos de forma adecuada, acorde al enfoque teórico.	Las citas se pueden encontrar fácilmente y hay alguna sugerida por quien lo escribió, usando adecuadamente las herramientas vistas en clase.	Se entiende el texto, describe el problema y plantea una solución.
5	Expone diferentes conceptos físicos con el lenguaje adecuado y cuidando la precisión de los mismos, dando soluciones que resultan	Las citas son utilizadas con propiedad y no se limitan al material dado en clase, de fácil rastreo utilizando la tecnología en favor de ese rastreo	Se entiende el texto, describe el problema y plantea posibles soluciones.

Rúbrica del video sobre el experimento, “cazadores de mitos”.

	Uso Comprensivo del conocimiento científico	Adaptación rutas de aprendizaje y recolección de datos	Reutilización de recursos y/o contenido
1	No expone las variables físicas que debieron ser controladas para llevar a cabo su experimento.	Su experimento no funcionó, pero tampoco busco nuevos elementos que determinarán dónde estuvo la dificultad.	No entrego el vídeo a tiempo, manifiesta no encontrar recursos tecnológicos disponibles para hacerlo.
2	Dentro de la experiencia expone de manera básica las condiciones físicas que alteran su experimento.	Modificaron una variable para encontrar otro resultado.	El material entregado no se revisó previamente para que la luz o el recurso permitieran su entendimiento y visualización.
3	Determina el nivel de influencia de diferentes variables físicas en su experimento.	Describe sus estrategias para que el experimento ofreciera datos relevantes, sin importar que funcionará o no.	Utilizó diferentes recursos de sus disposiciones tecnológicas, para que se entendieran los procedimientos ejecutados.
4	Clasifica las variables encontradas según su tipo dentro de la física.	Muestra las conclusiones, junto con las variables que tuvieron que ser controladas y se evidencia la discusión entre el equipo de trabajo.	Se utilizaron otros recursos tecnológicos para proveer de luz o mejorar aspectos que naturalmente no permitían ver claramente el vídeo.
5	Establece tendencias, defendiendo sus hallazgos contrastando con los datos encontrados.	Experimentaron en equipo con diferentes estrategias, mostrando hipótesis, hallazgos y su ruta de aprendizaje a los que observan su trabajo.	Cita o menciona algún documento o principio aprendido durante el curso, proponiendo otras experiencias a partir de sus hallazgos.

### **ANEXO E: plantilla y experiencia conjunta de cazadores de mitos.**

Como resultado del experimento planteado con los practicantes de la U. Pedagógica queda el vídeo de los resultados de los sembrados condicionados en el siguiente link.

[http://www.youtube.com/watch?v=pySobYCE8Vk&index=7&list=PLmuq\\_s27\\_upc63KHDFiDli4n\\_oc0kgZs9](http://www.youtube.com/watch?v=pySobYCE8Vk&index=7&list=PLmuq_s27_upc63KHDFiDli4n_oc0kgZs9)

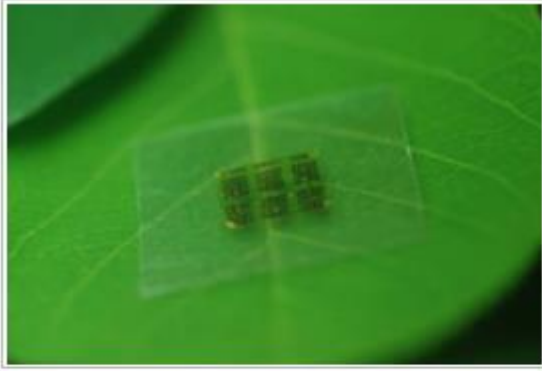
Este trabajo utilizo como principales recursos un formulario de laboratorio, que se estableció con los siguientes espacios para ser completados por cada grupo de estudiantes que no superó las 4 personas por unidad, los imanes, los oasis y finalmente las semillas de alverja tierna.

### **ANEXO F: prueba de salida.**

# **La madera puede ser una solución para construir chips biodegradables**

Un grupo de científicos ha desarrollado un nuevo chip semiconductor que es biodegradable al estar fabricados en madera casi todos sus componentes

Un equipo de investigadores de la Universidad de Wisconsin-Madison, en colaboración con el Laboratorio de Productos Forestales del Departamento de Agricultura de EEUU, ha desarrollado un nuevo chip semiconductor biodegradable realizado en madera. El chip pretende ser una solución al problema de los enormes residuos, en ocasiones tóxicos, que genera la circuitería electrónica. Por Jorge Lázaro.



*Un chip de nanofibras de celulosa sobre una hoja. Imagen: Yei Hwan Jung. Fuente: Laboratorio de Nanoingeniería de la Universidad de Wisconsin*

Entre los problemas causados por las nuevas tecnologías, quizás uno de los más alarmantes es el enorme volumen de residuos que se generan, dada la velocidad con la que se desechan los productos y micro-componentes electrónicos. Estos residuos no solo suelen ser de materiales no renovables y no biodegradables, sino que en muchas ocasiones también incluyen componentes tóxicos que pueden ser perjudiciales para las personas y el medio ambiente.

La búsqueda de una solución a este problema ha sido el principal objetivo de un equipo de investigación estadounidense que ha reunido a científicos de la Universidad de Wisconsin-Madison con miembros del Laboratorio de

Productos Forestales dependiente del Departamento de Agricultura.

Como respuesta al problema, los científicos han creado un nuevo chip semiconductor que basa su fabricación en la madera, siendo así un recurso cuyo desecho no solo no provocará daños al medio ambiente, sino que resultará beneficioso para este.

### **Trabajo a escala nanométrica**

Para la construcción del chip ha sido necesaria la cooperación de expertos no solo en computación y electrónica, sino también en ingeniería biomédica o ingeniería de materiales compuestos, que han desarrollado un material basado en nanofibras de celulosa (CNF).

Los nanomateriales sostenibles son un campo de investigación en que Zhiyong Cai, miembro del Laboratorio de Productos Forestales, lleva trabajando varios años. La dimensión de las fibras que han desarrollado para este chip es fruto de un proceso de reducción que ha superado la escala de los micrones para alcanzar la nanometría (0,0000001m), que permite “crear este material, un papel de nanofibras de celulosa transparente y muy fuerte”, según afirma.

El equipo que lidera se enfrentaba a un doble reto en el uso de materiales derivados de la madera para componentes electrónicos: por un lado, lo liso de las superficies; por otro, la expansión térmica, algo muy a tener en cuenta en el trabajo con celulosa.

La solución llegó en parte con las propiedades de las nanofibras de celulosa, un polímero con un coeficiente de expansión muy bajo, en comparación con otros. A ello se añadió una capa de resina epoxi para cubrir el material, que permitió alisar la superficie y crear una barrera hidrotérmica, manteniendo las propiedades biodegradables y de resistencia de la nanocelulosa.

### Facilidad al reemplazar los materiales

Entre los principales beneficios del chip, sus desarrolladores destacan lo fácil que resulta sustituir los materiales antiguos –no renovables, no biodegradables y, en más de una ocasión, tóxicos– por este nuevo modelo a partir de nanofibras de celulosa.

“Gran parte del material que forma un chip es el soporte. Apenas usamos un par de micrómetros para el funcionamiento”, afirma Zhenqiang “Jack” Ma, ingeniero de sistemas eléctricos y computación en la Universidad de Wisconsin-Madison. Gracias a este desarrollo, los investigadores han podido sustituir todo ese material de soporte por uno “tan seguro que puedes desecharlo en el bosque y dejar que se biodegrade, convirtiéndose en fertilizante”.

Hasta ahora, la mayoría de chips y dispositivos inalámbricos basan su construcción en el arseniuro de galio, un material semiconductor que muestra un gran rendimiento trabajando en altas frecuencias, y que se ha popularizado a pesar de su precio o de que pueda suponer un peligro por su toxicidad cuando se desecha en grandes cantidades.

La flexibilidad y versatilidad del nuevo chip biodegradable, además de tener un impacto positivo en el medio ambiente, facilitará su popularización en el mundo de la circuitería.

Los nuevos dispositivos son “completamente funcionales y con una eficiencia comparable a la de los modelos existentes”, en palabras de Yei Hwan Jung, uno de los estudiantes que han participado en el proyecto, y que recuerda “el enorme desperdicio de espacio” que hay en los chips de arseniuro de galio, y que se pretende evitar con el modelo biodegradable.

“Puede que la industria tarde en adaptarse a nuestro diseño”, dice Ma, “pero la producción en masa de estos semiconductores es muy barata. Esta electrónica es el futuro, y creo que llevamos bastante ventaja en este terreno”.

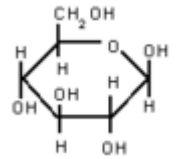
#### Referencia bibliográfica:

Yei Hwan Jung, Tzu-Hsuan Chang, Huilong Zhang, Chunhua Yao, Qifeng Zheng, Vina W. Yang, Hongyi Mi, Munho Kim, Sang June Cho, Dong-Wook Park, Hao Jiang, Juhwan Lee, Yijie Qiu, Weidong Zhou, Zhiyong Cai, Shaoqin Gong & Zhenqiang Ma. [High-performance green flexible electronics based on biodegradable cellulose nanofibril paper](https://doi.org/10.1038/ncomms8170). *Nature Communications* (2015). DOI:10.1038/ncomms8170.

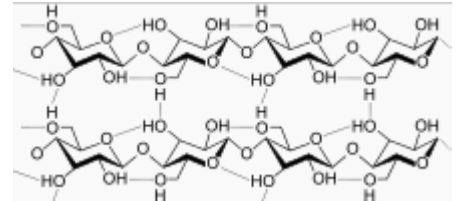
Tomado de [http://www.tendencias21.net/La-madera-puede-ser-una-solucion-para-construir-chips-biodegradables\\_a40546.html](http://www.tendencias21.net/La-madera-puede-ser-una-solucion-para-construir-chips-biodegradables_a40546.html)

1. Según la lectura, la importancia de esta modificación tecnológica es producto de un factor ambiental debido a que
  - A. la tecnología es mala y debería disminuirse su uso entre la especie humana en la medida que sea posible porque contamina el planeta.
  - B. los materiales utilizados muestran debilidades estructurales y poca durabilidad.
  - C. los materiales utilizados actualmente no se degradan con facilidad y son muy contaminantes.
  - D. la tecnología se utiliza y desecha rápido, dejando grandes cantidades de basura contaminante al degradarse lentamente.

2. La celulosa es un compuesto que se encuentra mayormente en las plantas con biopolímeros de glucosa, en cientos y varios miles, en una estructura que tiene una disposición química, pero físicamente puede configurarse de distintas maneras creando materiales duros o modificables como: papel, cartón, madera (se utiliza en construcción, herramientas, menaje, etc.), acetatos para hacer plásticos como los de las monturas en gafas, alcoholes y explosivos. De acuerdo con la lectura y los gráficos de composición molecular ¿qué disposición física haría a la glucosa un material más fuerte?



- A. en círculos sobreponiendo una estructura molecular sobre otra.
- B. como fibras alineadas cruzadas en los enlaces posibles.
- C. la forma azarosa o mezcla amasada que se configure naturalmente.
- D. dudo que pueda dársele forma voluntariamente a algo tan pequeño como esto



3. Según lo expuesto en el texto el control de la expansión de este material para los chips es importante porque

- A. se usa en la industria electrónica y al conducir electrones el material se calienta porque estas cargas llevan el calor dentro de ellas.
- B. al hacerlo ya no conduciría la electricidad, porque las cargas quedarían atrapadas en su interior y los aparatos se dañarían provocando cortos.
- C. es lo que garantiza que el material conserve sus propiedades para conducir la electricidad, ya que al cambiar su tamaño también lo hacen sus características físicas.
- D. de cambiar el tamaño, ya no cabrían dentro de la construcción tecnológica diseñada y romperían las uniones que se soldan alrededor del chip.

4. Cuando en la investigación los expositores hacen mención de una barrera hidrotérmica, lo que en realidad quieren cuidar es que

- A. producto del calor el material se expande e interactúa con las moléculas del medio dejando entrar la humedad cambiando sus propiedades.
- B. el agua en el interior del chip no se evapore por las condiciones ambientales del recurso tecnológico.
- C. el frío no ingrese al material condensando las moléculas de hidrogeno y oxigeno aumentando la humedad del material.
- D. el flujo eléctrico no atraiga las partículas presentes en el aire, aumentado la humedad del material cambiando sus propiedades.

5. Si usted fuera parte de equipo investigador de este proyecto, las variables de las que debería tener control y hacer observación se asocian a los términos

- A. Glucosa- Forma –Calor – Velocidad – Expansión térmica- Tamaño- Humedad
- B. Movilidad- Calor- Toxicidad- Materiales- Expansión térmica- Campo eléctrico- Campo Magnético

- C. Conductividad- Forma estructural –Temperatura – Corriente eléctrica – Expansión térmica- Tamaño
- D. Calor- Diseño- Forma- Velocidad- Masa- Superficie- Carga eléctrica- Glucosa

6. Durante la lectura se establecen medidas como los nanómetros, las micras para tener en cuenta a la hora de diseñar o manipular la celulosa para hacer estos chips biodegradables, estas medidas hacen referencia a las dimensiones asociadas a:

- A. longitud
- B. superficie
- C. volumen
- D. densidad

7. De acuerdo al texto, es posible inferir que

- A. los materiales biodegradables pueden ser tan resistentes y útiles como los diseñados por el hombre.
- B. la materia para un diseño tecnológico puede ser reemplazada por otras variedades biodegradables.
- C. la glucosa está presente en casi todas las actividades humanas, por eso es un material económico.
- D. Los principios termodinámicos son indispensables para el estudio y solución de cualquier proyecto.

8. Cuando el texto menciona que” la mayoría de chips y dispositivos inalámbricos basan su construcción en el arseniuro de galio, un material semiconductor que muestra un gran rendimiento trabajando en altas frecuencias” donde la palabra semiconductor es entendida como\_\_\_\_\_ y altas frecuencias serian asociadas a\_\_\_\_\_

- A. Buen conductor eléctrico , el uso continuo
- B. Mal conductor eléctrico, el uso continuo
- C. Conduce corriente bajo ciertas condiciones, la señal electromagnética.
- D. Casi siempre conduce bien la corriente, la señal electromagnética.

9. “Una científica colombiana se encuentra desarrollando en este momento un material para los implantes para curar fracturas y lesiones óseas que pueda ser absorbido por el cuerpo humano permitiéndole la recuperación del paciente, pero evitando que deban ser sometidos a otras cirugías para extraer estos elementos que causan problemas a largo plazo como incomodidad en posturas, rasquiñas o dolor articular tras sanar la lesión. El implante se realiza **con magnesio, cuyas propiedades favorecen la regeneración del hueso**. El problema es que el cuerpo no tolera altas concentraciones de este metal y se degrada demasiado rápido. Este problema fue resuelto por Cifuentes y su equipo al decidir encapsular las partículas del magnesio y de aleaciones de magnesio en matrices de plástico biodegradables”. De esta investigación y al compararlo con la del artículo describa lo elementos comunes y las variables físicas que se ven involucradas en una investigación como esta.



Elementos comunes	Variables Físicas involucradas científica colombiana. Cifuentes

10. Construya un párrafo donde exprese los conceptos o datos que más le impresionaron de este artículo, desconocidos para usted y que puedan influenciar su proyecto de vida.