



Revista Electrónica de Investigación en  
Educación en Ciencias

E-ISSN: 1850-6666

reiec@exa.unicen.edu.ar

Universidad Nacional del Centro de la  
Provincia de Buenos Aires  
Argentina

Carlos, Miranda; Maite, Andrés Ma.

Enseñanza de la física en un contexto de producción social, basada en el diálogo de saberes. Caso la  
ruta del cacao

Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, vol. 7, núm. 2, agosto-diciembre,  
2012, pp. 30-40

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273325045004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Enseñanza de la física en un contexto de producción social, basada en el diálogo de saberes. Caso la ruta del cacao

Miranda Carlos<sup>1</sup>, Andrés Ma. Maite<sup>2</sup>

[carmirandafisica@gmail.com](mailto:carmirandafisica@gmail.com), [maitea2006@gmail.com](mailto:maitea2006@gmail.com)

<sup>1</sup>Universidad Pedagógica Experimental Libertador Instituto Pedagógico de Miranda José Manuel Siso Martínez, Urbanización La Urbina Edificio Mirage, Caracas, Venezuela.

<sup>2</sup>Universidad Pedagógica Experimental Libertador Instituto Pedagógico de Caracas, Urbanización El Paraíso, Avenida Páez, Caracas, Venezuela.

### Resumen

En las últimas décadas hay un clamor mundial por acercar el conocimiento científico al ciudadano, a fin de que éste pueda apropiarse de él y utilizarlo en su beneficio personal y colectivo, en un entorno socio-natural. Se reconocen tres posturas en el enfoque conocido como popularización de las ciencias, en esta investigación asumimos la referida al diálogo de saberes, como una interacción entre los conocimientos producidos en la comunidad de científicos y en alguna comunidad de producción social en un contexto pertinente para el que aprende. Realizamos un estudio dirigido a la construcción de una estrategia de enseñanza de la física, donde se promueve el diálogo de saberes, entre el conocimiento construido y empleado por una comunidad productora, y el conocimiento proveniente de la comunidad científica, tomando como contexto la Ruta del Chocolate. Esto permite proponer una metodología para la enseñanza de la ciencia que integra conocimientos y promueve el aprendizaje en contexto social, la cual consideramos viable tanto para la educación formal como la educación no formal.

**Palabras clave:** Diálogo de saberes, enseñanza de la física, aprendizaje en contexto socio productivo.

### Physics education in an social production context, based on knowledge dialogue. Case the of route cocoa

#### Abstract

In recent decades, there is a global outcry by bringing scientific knowledge to the public, so that it they can appropriate it and they can use it for their personal benefit and group in a socio-natural environment. We recognize three positions in the approach known as popularization of science. In this research we assume the dialogue of knowledge referred to as an interaction between the knowledge produced in the scientific community and a community of social production in a context relevant to the learner. We conducted a study to build a strategy for teaching physics, which promotes a dialogue of knowledge, between knowledge constructed and used by a production community, and knowledge from the scientific community, on the of Route chocolate context. This allows us to propose a methodology for teaching science that integrates knowledge and promotes learning in social context, which we consider feasible for both formal education and informal education.

**Keywords:** dialogue of knowledge, teaching physics, learning in social production context.

### Enseignement de la physique dans un contexte de production sociale, basé dans le dialogue de connaissances. Cas : La route du cacao.

#### Résumé

Dans les dernières décennies on trouve une clameur mondiale par rapprocher la connaissance scientifique au citoyen, afin qu'il puisse s'approprier de lui et l'utiliser pour son bénéfice et collectif, dans un entourage socio-naturel. Dans l'approche nommée popularisation des sciences, il y a trois postures, cette recherche nous assumons la posture nommée dialogue de connaissances comme une interaction parmi les connaissances qui sont produits par la communauté scientifique et ceux-là qui sont produits par quelque communauté productrice sociale dans un contexte pertinent pour la personne qui apprend. On a réalisé une étude dirigée à la création d'une stratégie d'enseignement de la physique où on promeut le dialogue de connaissances, entre les connaissances construites et utilisées par une communauté productrice, et la connaissance de la communauté scientifique, dans le contexte de « La Ruta del Chocolate ». Ce permet proposer une méthodologie pour l'enseignement de la science qui intègre connaissances et promeut l'apprentissage dans le contexte social. Cette méthodologie peut être appliquée tant à l'éducation formelle comme à l'éducation informelle.

**Mots clés :** Dialogue de connaissances, enseignement de la physique, apprentissage dans le contexte socio-productif.

## 1. INTRODUCCIÓN

No es un secreto para nadie que la forma en que se ha ejercido la enseñanza tradicional de las ciencias, ha traído como consecuencia que las personas poco conozcan sobre los conceptos básicos escolares y su vinculación con sus actividades diarias; peor aún, vean a las ciencias como algo complicado, y en muchos casos ajeno a sus vidas.

En contraposición, las personas en las últimas décadas están en un contacto permanente con los adelantos científicos y tecnológicos, como celulares, mp3, ipod, diversos exámenes médicos, otros. Si el aprendizaje de las ciencias fuese significativo, las personas podrían de alguna manera sacar mejor provecho de él y tener actitudes críticas ante los adelantos científicos a los cuales se enfrentan de manera rutinaria.

Observando esta problemática, la UNESCO en su declaración de Budapest (1999), propuso que las personas deben conocer de ciencias, para que con ese conocimiento transformen sus sociedades y contribuyan al desarrollo de las naciones. La enseñanza de la ciencia, en nuestro caso la Física, debería entonces adaptarse a estas propuestas para hacerla más cercana a las personas, a su cotidianidad, para que el que aprende le vea sentido y aplicabilidad a aquello que se le está enseñando.

Han surgido diversos enfoques de enseñanza como: la alfabetización, la divulgación y la popularización de las ciencias, dirigidas a disminuir la distancia entre la ciencia y el ciudadano. La alfabetización es entendida como el conjunto de conocimientos mínimos que la población debería tener para alcanzar una mejor calidad de vida. La divulgación es vista como la forma de hacer llegar el conocimiento científico a la mayor cantidad de personas posibles, y por último, tenemos la popularización que Lozano (2005) discrimina en tres modelos, el de déficit simple, el de déficit complejo y el democrático. De éste último señala que se tiene que dar un diálogo de saberes entre científicos y ciudadanos para producir entre ambos el conocimiento y de esta manera se estaría haciendo popular el mismo.

Del modelo de popularización democrático de Lozano, suponemos que el diálogo de saberes permite obtener un conocimiento consensuado y de interés para los estudiantes. Es posible entonces potenciar la funcionalidad de los contenidos del área que se enseña, que a menudo carecen de interés para los que aprenden. La intención es propiciar una interacción de los conocimientos producidos desde la ciencia con el saber popular y con ambos, conseguir el beneficio para los educandos que forman parte de una comunidad productora.

Por ello, el trabajo que presentamos es un ensayo didáctico que se centra en establecer el diálogo de saberes entre los conocimientos de la comunidad científica, y de la comunidad productora y procesadora de cacao, y a partir de allí establecer metas de aprendizaje para la enseñanza-aprendizaje de la física, que lleven a acciones didácticas que involucren a los estudiantes.

La investigación se llevó a cabo con estudiantes que se forman como profesores de física en el Instituto Pedagógico de Miranda; se escogió la comunidad productora de cacao por estar está inmersa en el ámbito

geográfico del Instituto y ser un proyecto de desarrollo endógeno nacional llamado La Ruta del Chocolate<sup>1</sup>.

Además, cabe destacar que en el procesamiento del cacao y del chocolate se encuentran inmersos una gran cantidad de conocimientos de las ciencias (física, química, biología, otras) que pueden ser compartidos y explicados.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 El diálogo de saberes en el contexto de la educación en ciencias.

Para nadie es desconocido que los procesos educativos y de investigación educativa, se sitúan en ambientes llenos de diversidad, donde salen a relucir diferentes posturas, opiniones y también puntos de vista en común, esto se debe a que se trabaja con personas, individualidades, cada ser es diferente del otro. Entonces ¿cómo poder llegar a acuerdos para que estos procesos se lleven a cabo con éxito?

El diálogo de saberes puede ser una respuesta a la pregunta planteada, Pérez y Alfonso (2008) señalan que: “El diálogo de saberes se despliega en la diversidad de posiciones y miradas que se entrecruzan a través de relaciones intersubjetivas. Los sujetos de la escuela y los de la comunidad se proponen el desocultamiento de la realidad, producen diferentes miradas interpretativas, que pueden representar contradicciones y complementariedades en el intercambio hermenéutico comunitario” (p.456).

Pero para impulsar el diálogo de saberes se requiere de un docente creativo y amplio, que vea a la estrategia de enseñanza como una investigación y viceversa, es decir, que promueva el cooperativismo y la realización de proyectos de investigación donde se pongan de manifiesto los aspectos mencionados. Para lograr esto debe darse un cambio en la formación del futuro docente, hay que superar el énfasis en el dominio instrumental de técnicas de enseñanza y también superar la visión de que el conocimiento de la ciencia es superior al construido por los productores o cultores.

Un docente tendría que motivar el intercambio de saberes ciencia-escuela-sociedad; ello implica un compromiso de la escuela con el contexto para mantener un vínculo fuerte con prácticas sociales emancipadoras, así lo que se enseña y aprende se transforma en discusión permanente, en encuentros y desencuentros de saberes cotidianos con saberes escolarizados. Para Toledo (1992), “La vida cotidiana cobra, entonces, una dimensión importante, porque a la vez que en ella se expresan los cambios macro y micro sociales, es ahí donde éstos se pueden generar” (p. 161). Es necesario entonces establecer cómo se puede lograr el diálogo de los saberes en el

<sup>1</sup> El Ministerio de Ciencia y Tecnología ha diseñado el proyecto Ruta del Chocolate. En él, se entiende que la intervención del sector Ciencia y Tecnología en la producción de cacao y sus derivados permite rescatar un valor de producción ancestral, constituye una importante oportunidad de negocio, y puede convertir al rubro en un elemento dinamizador de varias economías locales en todo el territorio nacional, haciendo viable la construcción de su desarrollo endógeno.

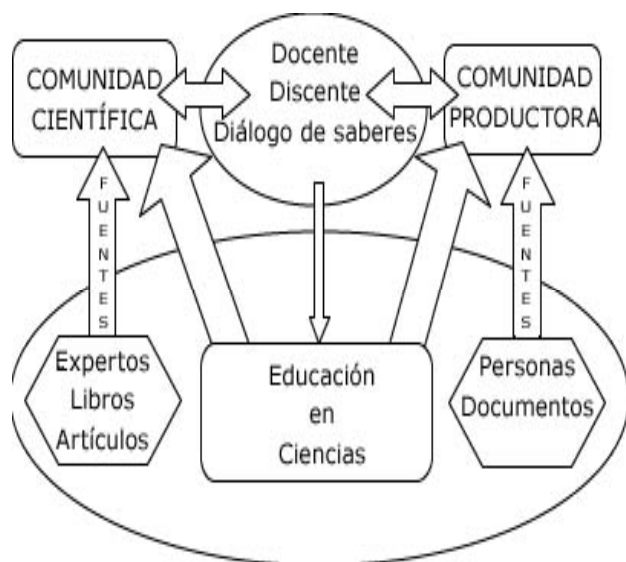
contexto educativo para que se generen esos cambios sociales requeridos.

Una de las posturas estudiadas sobre popularización de las ciencias, asumida por el Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación, MPPCTI, y por Lozano (2005), nos dice que el conocimiento, en nuestro caso el de la comunidad científica, y el conocimiento del productor se deben encontrar, para que de esa interacción surja un conocimiento integrado que sea de mayor provecho para ambos, esto es lo que nosotros entenderemos como diálogo de saberes (figura 1).



**Figura 1. Diálogo de saberes.**

En este trabajo hemos transferido el planteamiento anterior al contexto de la educación en ciencias. Proponemos que docentes y estudiantes sirvan de intermediarios entre los conocimientos de las dos comunidades, para ponerlos en interacción y lograr la construcción de un conocimiento integrado y por ende, su aprendizaje. Es necesario entonces, planificar actividades y elaborar recursos que permitan mejorar la praxis educativa en beneficio de los estudiantes, las comunidades y el país. En la figura 2, se representa el proceso llevado a cabo para este diálogo de saberes en la presente investigación.



**Figura 2. Diálogo de saberes en el contexto de la educación en ciencia**

Las estrategias de enseñanza incluyen la obtención e integración de los saberes provenientes de ambas comunidades, las fuentes de conocimiento Comunidad Científica, CC, y Comunidad Productora, CP (Figura 2), como una parte de la experiencia de aprendizaje de la ciencia. Se espera que los estudiantes (ciudadanos) puedan apropiarse de dicho saber integrado. En sentido restringido, entendemos por ciudadano a aquel que no pertenece a la comunidad productora, ni a la comunidad científica.

Por supuesto que este diálogo de saberes debe considerar un contexto real y de interés para los estudiantes. Para esta investigación se tomó la Ruta del Cacao por ser un proyecto de desarrollo endógeno que está en ejecución en el estado Miranda; región donde está ubicado el Instituto Pedagógico J. M. Siso Martínez, lugar de adscripción del investigador-docente y de los estudiantes que se forman como docentes, quienes además, en su mayoría ejercerán su profesión en dicho estado.

Por otra parte, Hodson (1994) plantea que enseñar ciencia implica tres aspectos interrelacionados, separables para propósitos didácticos, pero insuficientes por sí solos, los cuales son: (a) aprender ciencia (el cuerpo de conocimientos teóricos/conceptuales de la ciencia); (b) aprender sobre la naturaleza de la ciencia (sus métodos e interacción con la sociedad); y (c) aprender a hacer ciencia (práctica idiosincrásica y holística de la actividad investigativa como integradora de conocimientos teóricos y metodológicos para resolver problemas). Además, Seré (2002) con respecto al rol del trabajo de laboratorio en el área de Química, Física y Biología, revela que: (a) el conocimiento conceptual/teórico debe estar presente en todo el trabajo de laboratorio y su efectividad está en aplicarlo, por lo que es necesario comenzar a ver la teoría al servicio de la práctica y no al revés, como se ha venido haciendo; (b) los métodos, procedimientos y destrezas constituyen el conocimiento metodológico propio del hacer experimental, el cual incluye conocimiento conceptual; y (c) el logro de objetivos epistemológicos para el desarrollo de una visión adecuada de la ciencia requiere contextos particulares y una acción interdisciplinaria.

El propósito de este trabajo fue diseñar una estrategia de enseñanza que promueva el aprendizaje de conocimientos (teóricos, metodológicos, epistemológicos y valorativos) de la ciencia con énfasis en las actividades experimentales, centrada en el dialogo de los saberes de las comunidades: científica y de producción social del cacao.

En este artículo nos centramos en describir el proceso del diálogo de saberes y el establecimiento de las posibles metas de aprendizaje que se pueden alcanzar, realizado con los estudiantes que se forman como docentes de física.

### 3. METODOLOGÍA

La construcción de una estrategia de enseñanza basada en el dialogo de saberes para la educación en ciencias, resultó de un proceso de investigación acción participativa. Se trabajó con dos grupos de estudiantes, semestre 2008-I y 2009-I. En cada uno se desarrollaron dos etapas. En la descripción de ellas, diferenciamos algunas acciones que corresponden a cada grupo.

*Primera Etapa: Recabar los saberes de la comunidad científica y de los involucrados en la producción y el procesamiento del cacao.*

Para recabar la información comenzamos con una primera revisión bibliográfica desde el saber científico, acerca de todas las fases inherentes a la producción y procesamiento del cacao para la fabricación del chocolate. Los recursos utilizados fueron libros de texto, revistas, folletos, artículos de investigaciones sobre el tema.

Con esta visión global de los procesos, el docente-investigador y el grupo de estudiantes de pregrado del período 2008-I realizamos una visita (trabajo de campo) a la hacienda La Ceiba, donde se produce y procesa el cacao, y a la comunidad aledaña a esa hacienda para interactuar con las familias que producen y procesan de manera artesanal el cacao. Allí hicimos una observación participante<sup>2</sup>, donde identificamos a aquellas personas que por su trabajo y conocimiento surgieron como posibles informantes claves para ser entrevistados.

Realizamos entrevistas semiestructuradas a las personas seleccionadas, en búsqueda de sus conocimientos en relación con las fases involucradas en la Ruta del Chocolate, en particular al señor Jonas<sup>3</sup> y a la señora María Petra.

Con los estudiantes del período 2009-I, también comenzamos con la revisión bibliográfica sobre la producción y el procesamiento del cacao, luego se visitó la Cooperativa Barlovento Empresa Artesanal de cacao CHOCO-CHACA, realizamos una observación participante y entrevistas al señor Jaime como informante principal.

Estos estudiantes revisaron los informes realizados por el grupo 2008-I, para tomar en cuenta las sugerencias que ellos realizaron en cuanto a la consecución de la información y a los diseños experimentales propuestos. Y finalmente, complementaron el saber científico con una segunda revisión de textos, revistas y artículos relacionados con el cacao.

Adicionalmente, el docente-investigador visitó la empresa (tecnio-artesanal) Mis Poemas, para allí recabar información sobre cómo se lleva a cabo el procesamiento del cacao para la elaboración del chocolate, en un contexto de producción menos artesanal, es decir, con maquinarias y tecnologías diseñadas por los miembros de la misma fabrica.

Con estas acciones realizadas recabamos los saberes populares y científicos relacionados con la producción y el procesamiento del cacao para la elaboración del chocolate.

*Segunda Etapa: Establecer la complementariedad entre el conocimiento proveniente de la comunidad científica y el de la comunidad productora y procesadora de cacao, para establecer metas de aprendizaje de la*

<sup>2</sup> Según Taylor y Bogdan (1992) designa a la observación participante como aquella que “involucra la interacción social entre el investigador y los informantes durante la cual se recogen datos de modo sistemático y no intrusivo.” (p.31).

<sup>3</sup> Se emplean seudónimos para preservar la identidad de los informantes

*física, factibles de alcanzar con el contexto de la ruta del chocolate, dentro del nivel de educación media.*

En esta etapa el docente-investigador y los estudiantes de pregrado hicimos un trabajo de análisis de contenido.<sup>4</sup> Se procedió a interpretar los productos comunicativos que se recabaron de los procesos de comunicación previamente registrados (revisión bibliográfica, entrevistas, entre otros), para hacer una clasificación de los datos y procesarlos, triangulando aquellos datos que aunque dichos con palabras diferentes, por los actores de las diferentes comunidades, tienen el mismo significado y además se correspondan con tópicos que se puedan estudiar desde la física. Todo ello implicó establecer lo que se comparte, lo que es propio de cada ámbito y lo que se consideraría relevante para la enseñanza de la física, según los contenidos propuestos por los programas de estudios.

De esta etapa surge entonces la decisión de trabajar con la fermentación del cacao, ya que es uno de los procesos en los que los productores trabajan más empíricamente y se pensó que podíamos hacer aportes para su sistematización.

#### 4. RESULTADOS

Como indicamos antes, presentaremos en primer lugar los resultados de la indagación sobre los saberes de las dos comunidades: CP y CC. Luego, la síntesis respecto a la complementariedad entre saberes, y las potenciales metas de aprendizaje de la ciencia en el contexto de la ruta del chocolate.

##### **1. Análisis de las visitas (trabajo de campo) realizadas a las comunidades productoras y procesadoras de cacao y sus saberes**

Las visitas a las haciendas La Ceiba y Cooperativa Barlovento nos permitieron observar que su trabajo es netamente artesanal. Trabajan en forma empírica, basados en la tradición y el saber implícito que ellos poseen de dichos procesos. En la hacienda Mis Poemas el procesamiento se hace de manera tecno-artesanal, ellos han diseñado y construido maquinarias para mejorar y aumentar la producción. En esta hacienda se llevan a cabo los procesos de refinación, prensado y temperado del chocolate. Los saberes identificados de estas visitas en cuanto a las fases del procesamiento del cacao se resumen en el cuadro 1.

El análisis de las informaciones recabadas nos permite decir que los saberes de estos productores sociales en cuanto al procesamiento del cacao son:

<sup>4</sup> Según Piñuel (2002) se suele llamar análisis de contenido:

...al conjunto de procedimientos interpretativos de productos comunicativos (mensajes, textos o discursos) que proceden de procesos singulares de comunicación previamente registrados, tienen por objeto elaborar y procesar datos relevantes sobre las condiciones mismas en que se han producido aquellos textos, o sobre las condiciones que puedan darse para su empleo posterior. (p.2)

- En algunas fases (por ejemplo, fermentación y molienda) no realizan control de las variables que manifestaron importantes para la calidad. Llevan a cabo rutinas aprendidas de la tradición.

- En algunas fases, llevan el control de variables mediante observaciones basadas en los sentidos: color, olor, sonido.

- En el caso de la hacienda Mis Poemas, tecno-artesanal, hay fases que han tecnificado cuyo proceso se realiza combinando los métodos de control perceptivos con los métricos.

- En general, los procesos se llevan a cabo de manera empírica centrada en los fenómenos macroscópicos y orientados por la calidad del producto.

- Saberes declarativos:

Al fermentar el haba cambia de color y tamaño. Se libera alcohol y azúcar. Se mata la semilla, no germina. Las semillas se calientan y luego se enfrían en el proceso. Con el sol, las semillas pierden la humedad cambiando de color y tamaño.

El calor (horno o leña) permite tostar las semillas, como si fueran cotufas<sup>5</sup> la frecuencia del sonido que se produce indica cuando están tostadas.

El tostado es importante para el olor y sabor del chocolate.

En el tostado mantener la temperatura constante a 120 °C es importante (Hacienda Mis Poemas).

En los molinos se parten las semillas de cacao, a mayor número de pases de molino, más pequeños son los pedacitos. Mientras más pequeño más compacta la pasta (Hacienda Mis Poemas).

El temperado es muy importante para la calidad del sabor. La temperatura debe ser constante.

## 2. Análisis de la información proveniente de la comunidad científica:



El conocimiento de la comunidad científica se obtuvo tomando como fuentes de información a: Alvarado y Aguilera (2001), Beckett (2005), Graziani, Ortiz, Álvarez y Trujillo (2003), Guzmán (2007), Liendo (2004), Portillo, Graziani y Betancourt (2005), Reyes, Vivas, y Romero (2000) y Rohan (1964). Estos saberes se resumen según las fases del procesamiento del cacao (Cuadro 2).

### Cuadro 1

Saberes de las comunidades productoras (La Ceiba, Cooperativa Barlovento y Hacienda Mis Poemas) sobre algunas de las fases que se dan en el procesamiento del cacao.

PROCESO	INFORMACIÓN DE LAS
---------	--------------------

<sup>5</sup> El término cotufa es empleado en Venezuela para referirse a granos de maíz inflado (palomitas de maíz o pochoclo).

	<b>COMUNIDADES PRODUCTORAS Y PROCESADORAS DE CACAO</b>
Fermentación	<p>En esta etapa “sabemos que se dan cambios en el haba del cacao, cambia de <u>color</u>, de <u>tamaño</u> y se dan cambios internos que no vemos” (Sr. Jonás). Se produce alcohol y azúcar en esas transformaciones. Tiene una <u>duración</u> de entre cinco a siete días. La <u>temperatura</u> se sabe que cambia pero no es algo que se tome en cuenta para saber si ya está fermentado el haba o no. La manera de almacenar el haba para fermentarla es variada se puede hacer en cestas plásticas, cavas, cajas de madera o en el suelo cubriéndolas con hojas de plátano. “Lo ideal es colocar a fermentar un solo tipo de cacao (no mezclado con otros) aunque a veces lo mezclamos al no haber suficiente de un solo tipo” (Sr. Jonás).</p>  <p><b>Figura 3. Caja de fermentación del cacao, Cooperativa Barlovento</b></p>
Secado	<p>Se hace en el suelo y al sol, con un rastrillo se mueven periódicamente. “Gracias al calor las semillas pierden humedad, hay cambio de color y tamaño” (Sr. Jaime). Esta etapa es importante para obtener un buen olor y sabor del futuro chocolate.</p>  <p><b>Figura 4. En el patio de secado del cacao, hacienda La Ceiba.</b></p>
Tostado	<p>“El tostado se hace en fogón a leña, se colocan las semillas en un caldero y con una paleta de palo se van moviendo constantemente hasta que las semillas empiezan a sonar como que están explotando así como cuando se hacen cotufas” (Sra. María). En esta etapa termina de conseguirse el olor y sabor ideal del chocolate.</p>





**Figura 5. Tostando el cacao, hacienda La Ceiba.**


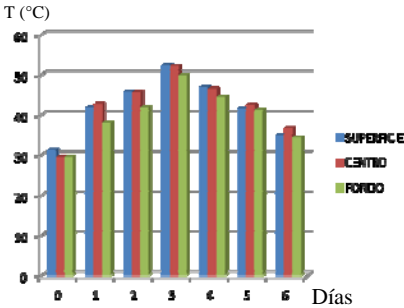
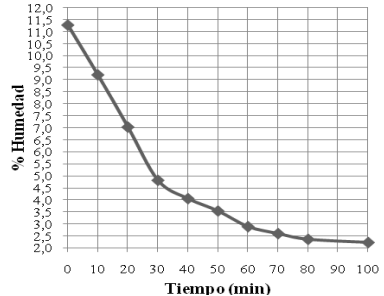
Descascarillado	<p>Este proceso se hace con el fin de quitar la cáscara de la semilla después del tostado, se hace de manera manual (con los dedos). La cáscara resultante se puede usar para hacer te de cacao. Hay familias que han desarrollado maquinaria para realizar este proceso.</p> <p><b>Figura 6. Maquinaria para el descascarillado y limpieza del cacao, diseñada por la empresa Mis Poemas.</b></p>
Molienda	<p>Consiste en pasar por un molino (que en algunos casos es manual) las semillas ya tostadas y descascarilladas, con esto se consigue la pasta de cacao. Este proceso se puede hacer varias veces para conseguir una pasta más compacta a la vista. La cantidad de pasadas es una tradición.</p> <p><b>Figura 7. Máquinas para la molienda de cacao de la empresa Mis Poemas.</b></p>

## Cuadro 2

Saberes sobre el procesamiento del cacao proveniente de la comunidad científica.

PROCESO	SABERES DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA
Fermentación	<p>Etapa clave en el procesamiento de las almendras de cacao para lograr el aroma y el sabor característico a chocolate que se termina logrando en el tostado.</p> <p>En efecto, este proceso lleva no solamente a una profunda modificación</p>

<p>del contenido de compuestos implicados en el desarrollo del aroma de origen térmico y de la estructura interna de los cotiledones, sino también contribuye a la formación de una fracción de compuestos aromáticos de significancia cualitativa y cuantitativa muy importante.</p> <p>El proceso de fermentación está influenciado por factores como: genotipos, diferencias climáticas y estacionales, recolección y almacenamiento de las mazorcas, duración y retraso entre la cosecha y el desgranado, número de volteos de la masa en fermentación así como la cantidad de almendras a fermentar y la temperatura del proceso, (temperatura máxima en el orden de los 41°C a 50 °C).</p> <p>Los días de fermentación dependerán como se dijo anteriormente del genotipo (tipo de cacao):</p> <p>Cacao Criollo (1 a 5 días)</p> <p>Cacao Trinitario (4 a 6 días)</p> <p>Cacao forastero (5 a 8 días)</p> <p>Se ha encontrado en investigaciones que independientemente de la condición que se establezca, se registra un incremento vertiginoso de la temperatura alrededor de las 72 horas de iniciado el proceso fermentativo, esto se debe al calor generado por las reacciones exotérmicas, asociadas con la aireación y el incremento de la actividad microbiana.</p> <p>La técnica más usada es la de fermentación en cajas de madera, estas presentan pequeños orificios o aberturas para proporcionar ventilación y drenaje del líquido que sale de las habas y de la pulpa. Las cajas pueden tener hasta un metro de profundidad, pero las menos profundas a menudo proporcionan un mejor sabor debido a una mejor ventilación.</p> <p>Las habas se vuelcan de una caja a otra cada día para aumentar la aireación y proporcionar un tratamiento más uniforme (ver Figura 8).</p>
---

	 <p><b>Figura 8. Fermentador en cajas tipo escalera.</b></p>  <p><b>Figura 9. Comportamiento de la temperatura en distintos puntos del fermentador en función del tiempo de fermentación.</b> (Datos tomados de Guzmán, R. (2007))</p>	<p>humedad inicial (al final de la fermentación el contenido de humedad de los granos de cacao está alrededor del 55 %), Pf es el peso final y Hf es la humedad final.</p> <p>Existen distintos métodos de secado pudiendo ser natural, aprovechando la temperatura de los rayos solares y obteniéndose almendras con mayor aroma (ver Figura 10), o un secado artificial mediante el empleo de estufas o secadoras mecánicas haciendo pasar una corriente de aire seco y caliente por las semillas del cacao.</p>
Secado	<p>Este proceso tiene como finalidad completar el proceso oxidativo que se inició en la fermentación, reduciendo el amargor y la acidez de las almendras. El secado debe reducir el porcentaje de humedad hasta niveles que permitan un almacenaje seguro, se estima entre un 7% y 8 %. Donde el clima lo permite, las habas se secan habitualmente al sol. Durante el día se extienden en capas de 10cm de grosor en terrazas, se rastrillan a intervalos determinados y por la noche o cuando llueve se amontonan y se recogen. Tiene una duración aproximada de una semana para que las habas alcancen un contenido de humedad entre un 7% y 8%.</p> <p>Un método sencillo para determinar la humedad de las semillas consiste en calcular la humedad en base a una diferencia de peso y expresarla como porcentaje. Pasos a seguir:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se toma el peso de la muestra de cacao, previo al proceso de secado.</li> <li>2. Las semillas se someten al proceso de secado.</li> <li>3. Finalmente se toma la muestra en un desecador, se pesa y se comparó con el peso inicial, para luego calcular el porcentaje de humedad.</li> </ol> <p>Para calcular correctamente los cambios de humedad a partir de los cambios de peso de la semilla se debe emplear la siguiente ecuación:</p> $Pi(100 - Hi) = Pf(100 - Hf)$ <p>Donde Pi es el peso inicial, Hi es la</p>	<p>Consiste en un secado intenso de las almendras fermentadas y secas a una temperatura de 100 a 150 °C durante un tiempo de 20 a 40 minutos, durante este proceso puede ocurrir un traspaso de grasa del cotiledón a la cascarilla, se estima que puede haber una pérdida de 4% a 6% del contenido total de grasa. El tostado se puede realizar de varias formas: con aire caliente, con vapor saturado, o con radiación infrarroja. Con este último método de tostado se evita el traspaso de grasa del cotiledón a la cáscara, pero tiene como desventaja que no es recomendable para conseguir el aroma deseado. El tostado tiende a facilitar la separación de la cáscara del grano. Habitualmente las habas sin tostar tienen un sabor muy astringente y amargo. Las elevadas temperaturas y el secado que se da durante el tostado eliminan muchos de los ácidos volátiles, especialmente el ácido etanoico y hace que los granos o habas tengan un sabor menos ácido. La temperatura y tiempos de tueste, dependerán de la humedad con la que ingrese el grano al tostador, el Figura 11, muestra el tiempo que se debe tostar vs la humedad inicial del cacao a una temperatura de 150°C.</p>  <p><b>Figura 11. Variación de la humedad en el cacao tostado a 150°C.</b> (Datos tomados de Guzmán, R. (2007))</p>
	<p>Descascarillado y limpieza</p>	<p>Proceso por el cual se separa la cáscara y parte del germen del resto del haba.</p>



	<p>Una vez que el cacao ha sido tostado, se deberá descascarar inmediatamente mientras esté caliente para facilitar la remoción de las cubiertas. Para esta etapa se utiliza un equipo rompedor de grano que por lo general está provisto de una turbina central que por fuerza centrífuga tira los granos contra placas metálicas (martillos) fijadas en la pared del cilindro donde se rompen. El cacao quebrado junto con su cáscara cae sobre una zaranda inclinada con vibración con tamices de diferente abertura (0.04 mm, 0.06 mm, 0.08mm, y 0.1 mm) y por medio de un flujo de aire es separada la cascara del cacao troceado.</p>
Molienda	<p>En la molienda o molturación del grano de cacao hay dos objetivos a cumplir. El primero es hacer que las partículas de cacao sean lo suficientemente pequeñas como para fabricar chocolate. La segunda razón, de mayor importancia, es la de extraer la mayor cantidad posible de grasa del interior de las células del cotiledón.</p> <p>Se deben dar dos procesos de molienda:</p> <p>Primera Molienda: En esta se muele el cacao para transformarlo en pasta de cacao. Por lo general, se utilizan molinos de pistones, que muelen los granos hasta alcanzar una finura aproximada del 90%. Durante este proceso se libera la manteca de cacao y se funde como resultado de la elevación de la temperatura por la fricción, el producto resultante es todavía grosero y se deberá reducir en una molienda posterior.</p> <p>Segunda Molienda: La función de la segunda molienda es el aumento de la finura de la pasta hasta el 99 % aproximadamente. Para este proceso son muy comunes los molinos de bolas. Estos molinos tienen un cuerpo de trituración que gira y está relleno con bolas o cilindros trituradores. La temperatura que alcanza la pasta en esta etapa puede oscilar entre 65°C y 70 °C.</p> <p>La grasa en el cacao está localizada en unas células de un tamaño medio entre 20µm y 30µm de longitud y de entre 5µm a 10µm de ancho. La grasa se libera gracias a la ruptura de las células.</p> <p>Es necesario moler el grano hasta menos de 30µm, se debe reducir el tamaño de las partículas unas 100 veces, es por ello que hay que repetir el proceso de molturación hasta obtener el tamaño adecuado de partícula.</p> <p>Pueden usarse dos tipos de</p>

	instrumentos para medir el tamaño de las partículas más pequeñas; estos se basan en la conductividad eléctrica y en la dispersión de la luz láser, respectivamente.
--	---

### **3. Complementariedad entre el conocimiento proveniente de la comunidad científica y el de la comunidad productora y procesadora de cacao.**

Después de analizar los saberes provenientes de las comunidades productoras y procesadoras de cacao, así como los de la comunidad científica establecimos la siguiente complementariedad.

- En cuanto a la fermentación se puede decir que los dos colectivos conocen que es una fase del proceso de suma importancia, ya que en la misma se consiguen las condiciones para un olor y sabor ideal del futuro chocolate. Ambas comunidades señalan que el tiempo de fermentación debe ser entre 5 a 7 días, que se debe fermentar un solo tipo de semilla a la vez, y en cajas de madera que permiten airear y drenar. También conocen que en este proceso se deben alcanzar temperaturas que permitan la ocurrencia de los procesos físico-bioquímicos para lograr el olor y el sabor deseados, estas temperaturas no deben ser mayores de 50 ° C. Sin embargo en las comunidades visitadas, la temperatura durante la fermentación no es controlada, por ende no es medida, se confía en que en los días que se dejan las semillas fermentando se debe alcanzar la temperatura ideal, sabiendo que de ello depende el sabor y olor del futuro chocolate. Tampoco le dan relevancia al contenedor donde ocurrirá la fermentación, indistintamente usan cestas, cavas o en el suelo. Además mezclan los tipos de cacao. Las variables resaltantes del proceso de fermentación son:
  - Temperatura.
  - Almacenamiento de la semilla.
  - Drenaje.
  - Tipo de semilla.

Los instrumentos claves para este proceso son:

  - Termómetro.
  - Recipientes que admitan volúmenes en los que se pueda alcanzar temperaturas que permitan la fermentación, el drenaje de los fluidos que se genera en el proceso y la aireación.
- Para el secado, ambas comunidades coinciden en que el mejor método es hacerlo al sol, en terrazas hechas en el piso, que se debe rastrillar para mover las semillas y que debe durar aproximadamente una semana. La comunidad científica suministra el dato en cuanto al porcentaje de humedad que debe quedar en las semillas después del secado de un 7% a 8%, la comunidad productora sabe de estos porcentajes pero no saben cómo medirlos en la práctica con precisión, la evaluación la hacen a través de sus sentidos, color, tamaño y peso.
- En el tostado de la semilla ambas comunidades reconocen la importancia que tiene éste proceso al igual que el de la fermentación para desarrollar el olor y el sabor deseado en el futuro chocolate. Debe alcanzarse temperaturas de hasta 150°C por un tiempo de entre 20 a 40 minutos. Se deben remover para que

la temperatura sea uniforme en todo el conjunto de semillas (equilibrio térmico interno). En un horno fabricado para tal fin se pueden controlar esas variables, pero en las comunidades artesanales lo hacen usando los sentidos del tacto y del oído.

4. El descascarillado y la limpieza es un proceso que ambas comunidades definen de la misma manera, separación de la cascara del haba de cacao, en la comunidad científica se proponen maquinarias para realizarlo, mientras que la comunidad productora artesanal lo realizan con las manos.
5. Por último, tenemos el proceso de molienda o molturación, ambas comunidades coinciden en decir que éste consiste en hacer pasar por un molino las semillas ya tostadas y descascarilladas de cacao con el fin de extraer la grasa de las semillas y poder formar la pasta de cacao que después se llevará a una prensa para extraer la grasa de la misma. Este es un proceso importante para la calidad del chocolate final, ya que de no hacerse de manera adecuada, puede quedar con textura arenosa. Las comunidades productoras visitadas no tienen el conocimiento del tamaño al que deben reducir las partículas de cacao, ni el por qué.

Se puede apreciar que en la comunidad de productores y procesadores artesanales de cacao se tiene conocimiento en cuanto a los procesos y su importancia para conseguir un chocolate de calidad. Están conscientes de que si tecnifican los procedimientos lograrían un producto de mayor calidad, pero manifiestan que con las ganancias actuales es casi, si no imposible, el poder adquirir maquinarias para tal fin. Realizan las tareas de manera repetitiva, en la mayoría de los casos por tradición familiar, no evalúan de manera sistemática sus procesos para mejorarlos.

#### **4. Metas de aprendizaje de la ciencia, en particular de la física, factibles de alcanzar con el contexto de la ruta del chocolate.**

Una vez realizado el diálogo de saberes, docente y estudiantes de la carrera de docencia en física, identificamos las metas de aprendizaje de la física, en relación a lo conceptual según las fases de procesamiento del cacao (Cuadro 3), y en relación a los aspectos metodológicos, epistemológicos y valorativos (Cuadro 4).

#### **Cuadro 3**

Potenciales metas de aprendizaje de la física referidas a lo conceptual/teórico, basadas en las fases del procesamiento del cacao.

ETAPA DEL PROCESO	METAS DE APRENDIZAJE REFERIDAS A LOS FENÓMENOS FÍSICOS
Fermentación	Comprender los conceptos de temperatura, calor, equilibrio térmico, peso y volumen. Describir los procesos bioquímicos ocurridos en la fermentación y las variables relevantes en el mismo.
Secado	Comprender y aplicar los conceptos de humedad, peso, volumen, calor y temperatura
Tostado	Comprender y aplicar los conceptos de calor, temperatura, dilatación térmica.

Descascarillado	Conocer variables de los elementos para su separación (peso, densidad, tamaño).
Molienda	Comprender y aplicar los conceptos de granulometría, conductividad eléctrica y dispersión de la luz como métodos de medición de partículas. Separación de elementos.

#### **Cuadro 4**

Potenciales metas de aprendizaje de la física en relación a los aspectos metodológico, epistemológico y valorativo para todas las fases del procesamiento del cacao.

ASPECTO	METAS DE APRENDIZAJE
<b>METODOLÓGICO</b>	<p>Generar predicciones a la luz de marcos teóricos de referencia. Proponer soluciones a la luz de marcos teóricos de referencia. Formular hipótesis, así como seleccionar métodos de control para las condiciones de las mismas. Diseñar experimentos donde se recolecte, procese, analice e interpreten datos. Elaborar síntesis y conclusiones. Derivar nuevas interrogantes o acciones a seguir para profundizar lo investigado. Comprender los principios de funcionamiento de los instrumentos de medición. Comprender la teoría de errores (estimación y tipos de errores) de medición como herramienta fundamental para la planificación de los experimentos y el manejo de los datos. Comprender y operar con los conceptos requeridos en las etapas propias del hacer experimental. Analizar resultados experimentales.</p>
<b>EPISTEMOLÓGICO</b>	<p>Discutir acerca de los elementos vinculados al aprendizaje de la ciencia. Reflexionar sobre el aprendizaje de las ciencias como fenómeno individual y/o colectivo. Comprender el proceso de diálogo de saberes para el aprendizaje de la ciencia. Reflexionar sobre la enseñanza de las ciencias. Comprender la relación teoría-experimento. Comprender que los modelos tienen rangos de validez. Comprender los procesos de</p>

	producción de conocimientos de la comunidad de producción social.
<b>VALORATIVO</b>	<p>Reconocer la importancia del trabajo de campo para el logro de aprendizajes significativos.</p> <p>Valorar el saber popular como genuino y de gran importancia para las comunidades.</p> <p>Valorar para el aprendizaje de la ciencia la vinculación y el conocimiento de los estudiantes con sus realidades.</p> <p>Promover el arraigo a lo socio-productivo, las costumbres y la cultura del entorno donde se desenvuelve el estudiante.</p> <p>Valorar la importancia del trabajo en equipo para la consecución de metas.</p> <p>Valorar la complementariedad de los saberes de la comunidad científica y las comunidades productoras no tecnificadas.</p>

Otros aspectos significativos que surgieron de la totalidad de los estudiantes de pregrado de ambos períodos, al haber participado en la propuesta de enseñanza descrita, son:

1. Reconocen la importancia que tiene para el aprendizaje y enseñanza de la física el poder desarrollar trabajos de campo en los cursos de la especialidad. (Este es el primer trabajo de campo que hicieron en un curso formal de física).
2. Descubrir que personas que tal vez no han tenido escolarización formal, poseen saberes muy cercanos a los de la comunidad científica, y que los adquieren gracias a la práctica cotidiana de los mismos.
3. Algunos saberes presentes en las personas de las comunidades productoras son “desconocidos” o poco tomados en cuenta por la comunidad científica.
4. Los estudiantes que viven en zonas cacaoteras (uno del período 2008-I y tres del 2009-I) manifestaron su satisfacción por haber trabajado en el contexto del cacao, ya que, a pesar de que conocían sobre la producción de cacao en sus zonas de residencia, no le daban importancia porque desconocían todo lo inherente a los procesos que se dan para la fabricación de chocolate.
5. Los estudiantes residentes y que trabajan como docentes en liceos de esa zona cacaotera, manifiestan su intención de llevar a cabo este tipo de trabajo con sus propios estudiantes, para promover el arraigo a esa actividad socio-productiva de la cual dependen muchas de las familias de esa localidad.
6. Rompieron con aquel prejuicio de que las personas de la tercera edad, especialmente aquellos que no poseen títulos académicos, no pueden estar a la par con la comunidad científica y mucho menos enseñarle algo.

7. El saber popular ya no lo ven como algo sin utilidad, sino que potenciaron su importancia para la enseñanza en contextos.

8. Reconocen que la importancia del trabajo en colectivo, ya que, de no haber trabajado en equipo los resultados hubiesen sido más difíciles de alcanzar.

En términos del logro de las metas en lo referido a los conceptos asociados con los fenómenos de la ciencia en especial de la física, en los informes dieron cuenta de su comprensión sobre conceptos de termodinámica como: temperatura, calor, reacciones exotérmicas. Los estudiantes del grupo 2009-I, además de los conceptos anteriores, analizaron y comprendieron también los conceptos de masa y peso. Ello se evidenció a lo largo del curso, de manera significativa un cambio en la profundidad del discurso. Al inicio las pocas definiciones que daban eran vagas e imprecisas, por ejemplo, el término calor lo usaban como sinónimo de temperatura, al igual que el de peso y masa, el término fermentar lo asociaban con dejar podrir. Luego de haber realizado el trabajo, esas mismas definiciones eran más amplias y próximas al saber aceptado, contextualizadas a la fase de la fermentación. También se observó mayor autonomía en la planificación y ejecución de los experimentos referidos a la fermentación.

## CONCLUSIONES

Es un hecho que la mayoría de las personas no poseen un conocimiento científico, o peor aún, no comprenden los avances de la ciencia y la tecnología que en los últimos años se han producido de manera vertiginosa. Esta investigación busca una manera de conectar la ciencia con el ciudadano, intentando poner en contacto el conocimiento científico con el conocimiento popular, es decir, establecer un diálogo, para conseguir un conocimiento consensuado.

El contexto socio productivo elegido en este trabajo para establecer el dialogo de saberes fue la Ruta del Chocolate, por estar ubicado geográficamente en ámbito de acción de los estudiantes que participaron en la investigación, resultó ser del interés de ellos y con muchas potencialidades para desarrollos futuros. Consideramos que el diálogo de saberes resulta pertinente cuando se enmarca en el contexto social donde se desenvuelven los ciudadanos.

La estrategia de enseñanza construida en los dos periodos académicos se resume como: Iniciar con el análisis de entornos de producción social que impliquen procesos y conocimientos de ciencia y tecnología. Promover el dialogo de saberes mediante: i) una revisión de lo que propone la comunidad científica sobre el tema en estudio accediendo a diversas fuentes (libros, entrevistas, artículos, otros); ii) una revisión de los conocimientos de las comunidades productoras, saberes populares mediante observación participante, entrevistas, otros; iii) el establecimiento de la complementariedad de dichos saberes; iv) establecer metas de aprendizaje; y v) diseñar e implementar acciones para alcanzar las metas. El diálogo de saberes es el punto de partida del proceso de enseñanza y forma parte de un conjunto de acciones mediadoras para el aprendizaje de la ciencia.

Con esta estrategia, los estudiantes ampliaron su visión acerca de las fuentes a las que pueden recurrir para la

búsqueda de información, valorando de manera significativa el saber popular de la comunidad en la que viven y/o en la que trabajan.

El diálogo de saberes resultó un espacio donde la diversidad tiene un punto de encuentro, en nuestro caso entre docente y estudiantes, comunidad científica y comunidad productora de cacao. Ello permite superar la creencia de que sólo el conocimiento académico representa lo válido, y además, el rescate y respeto de los saberes populares y valores de la comunidad.

El estudio en si mismo se constituye en una metodología para el desarrollo de una estrategia de enseñanza de la ciencia, en particular una manera de involucrar a la comunidad del entorno social para promueve el aprendizaje de la ciencia en contexto. Esta metodología y la estrategia desarrollada la consideramos aplicable tanto en la educación formal como en la educación no formal.

Este trabajo puede significar un aporte importante a las demandas que hoy día tienen los docentes de ciencias en cuanto a su enseñanza en contexto, sobre todo para la enseñanza por proyectos o para el desarrollo de proyectos para la enseñanza

## REFERENCIAS

Alvarado, J. y Aguilera, J. (2001) Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Editorial Acirbia. España.

Beckett, S. (2005) La Ciencia del Chocolate. Editorial Acirbia. España.

Graziani, L., Ortiz, L., Álvarez, N. y Trujillo, A. (2003). Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía Tropical*, 53(2), 175-187.

Guzmán, R. (2007). *Evaluación de los cambios ocurridos durante el beneficio del cacao (Theobroma cacao L.) A través de parámetros morfoanatómicos, fisicoquímicos y nutricionales*. Tesis de maestría no publicada, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3): 299-313

Liendo, R. (2004). El beneficio del cacao. *Revista digital CENIAP hoy*. [Revista en línea], 5. Disponible: <http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy3/articulos/n5/arti/rliendo2.htm>. [Consulta: 2008, Noviembre 7]

Lozano, M. (2005). *Hacia un Nuevo Contrato Social: La Popularización de la Ciencia y la Tecnología*. Trabajo de grado de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

McKernan, J. (2001) Investigación-acción y curriculum. Ediciones Morata. España

Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología de Venezuela (2005). Acciones en Divulgaciones y Popularización en el Marco del Portafolio de Proyectos de Ciencia Tecnología del Convenio Andrés Bello. Caracas

Pérez, L. y Alfonzo, N. (2008) Diálogo de saberes y proyectos de investigación en la escuela. *Educere*, 12 (42), 455-460.

Piñuel, J. (2002). Epistemología, metodología y técnicas de análisis de contenido. *Estudio de sociolingüística*. 3 (1), 1-42.

Portillo, E., Graziani, L. y Betancourt, E. (2005). Efectos de los tratamientos postcosecha y el índice de fermentación en la calidad del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el sur del lago de Maracaibo. *Revista Facultad de Agronomía Universidad del Zulia*. 22. 388-399.

Reyes, H., Vivas, J. y Romero, A. (2000). La calidad del cacao: II. Cosecha y fermentación. *FONAIAP DIVULGA*. N° 66. 56-58.

Rohan, T. (1964). El beneficio del cacao bruto destinado al mercado. *FAO Roma*. 79.

Séré, M. (2002). La enseñanza en el laboratorio ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3): 357-368.

Taylor, S. y Bogdan, R. (1992) Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Ediciones Paidós Ibérica. España

Toledo, M. (1992). Saber cotidiano, educación y transformación social. *Material de apoyo. Seminario "Conocimiento y conciencia histórica"*. UCV. FACES. Caracas.

UNESCO (1999). *La Ciencia para el Siglo XXI: Una nueva visión y un marco para la acción*. Conferencia mundial sobre la ciencia. Hungría.

Carlos Alberto Miranda Fernández

Magister en Educación mención Enseñanza de la Física. Egresado como profesor de Física en el Instituto Pedagógico de Miranda José Manuel Siso Martínez en Caracas, Venezuela. Profesor Agregado a Dedicación Exclusiva adscrito al Departamento de Ciencias Naturales y Matemática del referido instituto. Coordinador del programa de pregrado de Física y miembro del Centro de Investigación Juan Manuel Cagigal en la línea de investigación Enseñanza de la Física. Investigador activo del Programa Estímulo a la Innovación e Investigación del Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias de Venezuela. Actualmente cursando estudios de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires en la ciudad de Tandil, Argentina.