



Artículo original

## Metodología para el tratamiento al contenido sobre cambio climático en la disciplina Física

Methodology for the treatment of content on climate change in the Physics discipline

Metodologia para o tratamento de conteúdos sobre mudanças climáticas na disciplina de Física

Eduardo Felipe Domínguez Nápoles<sup>1</sup>



<https://orcid.org/0000-0002-9989-4408>

Rolando Borrero Rivero<sup>1</sup>



<https://orcid.org/0000-0002-2428-3389>

Víctor Manuel Cortina Bober<sup>1</sup>



<https://orcid.org/0000-0003-4325-0176>

<sup>1</sup>Universidad de Las Tunas. Cuba.



[eduardodn@ult.edu.cu](mailto:eduardodn@ult.edu.cu);  
[rolandobr@ult.edu.cu](mailto:rolandobr@ult.edu.cu); [vrp@ult.edu.cu](mailto:vrp@ult.edu.cu)

**Recibido:** 20 de marzo 2022.

**Aceptado:** 01 de septiembre 2022.

### RESUMEN

Elevar la percepción del riesgo, aumentar el nivel de conocimiento y el grado de participación de la comunidad universitaria en el enfrentamiento al cambio climático es una prioridad para la Universidad cubana. La investigación tuvo como objetivo presentar una metodología para el tratamiento al contenido sobre cambio climático en la disciplina Física en la carrera de Agronomía que se caracteriza por ser sistémica, integradora, flexible, desarrolladora y generalizadora que permite integrar a los contenidos de la disciplina las bases físicas del cambio climático en el proceso de enseñanza aprendizaje. Los métodos que se emplearon fueron los siguientes: crítica y análisis de fuente, el taller de opinión crítica y construcción colectiva, la observación, la revisión documental y la entrevista. En el artículo se refiere a las etapas en que está estructurada la metodología y los procedimientos que deben acometer los profesores para dar tratamiento a los contenidos sobre cambio climático y a la apropiación por los estudiantes de una cultura medioambiental. Se concluye que la metodología ha demostrado su efectividad en la práctica, en tanto se observan transformaciones en el modo de actuación de los implicados para enfrentar y mitigar los efectos del cambio climático. La investigación forma parte del proyecto Formación del Profesional Universitario para la Gestión del Desarrollo Local y Sostenible del territorio tunero adscrito a la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Las Tunas.

**Palabras claves:** cambio climático; contenido; cultura medioambiental; disciplina Física; proceso de enseñanza aprendizaje.

### ABSTRACT

Raising the perception of risk, increasing the level of knowledge and the degree of participation of the university community in

confronting climate change is a priority for the Cuban University. The objective of the research was to present a methodology for the treatment of the content on climate change in the Physics discipline in the Agronomy career that is characterized by being systemic, integrating, flexible, developing and generalizing that allows integrating the contents of the discipline the bases of climate change in the teaching-learning process. The methods used were the following: criticism and source analysis, critical opinion and collective construction workshop, observation, documentary review and interview. The article refers to the stages in which the methodology and procedures that teachers must undertake to treat the contents on climate change and the appropriation by students of an environmental culture are structured. It is concluded that the methodology has demonstrated its effectiveness in practice, while transformations are observed in the way of acting of those involved to face and mitigate the effects of climate change. The research is part of the project Training of the University Professional for the Management of Local and Sustainable Development of the Las Tunas territory attached to the Faculty of Economic Sciences of the University of Las Tunas.

**Keywords:** climate change; content; environmental culture; discipline Physics; teaching and learning process.

### RESUMO

Aumentar a percepção de risco, aumentar o nível de conhecimento e o grau de participação da comunidade universitária no enfrentamento das mudanças climáticas é uma prioridade para a Universidade cubana. O objetivo da pesquisa foi apresentar uma metodologia para o tratamento do conteúdo sobre mudanças climáticas na disciplina de Física na carreira de Agronomia que se caracteriza por ser sistêmica, integradora, flexível, desenvolvendo e generalizando que

permite integrar os conteúdos da disciplina a as bases das mudanças climáticas no processo de ensino-aprendizagem. Os métodos utilizados foram: crítica e análise de fontes, oficina de opinião crítica e construção coletiva, observação, revisão documental e entrevista. O artigo refere-se às etapas em que se estruturam a metodologia e os procedimentos que os professores devem empreender para tratar os conteúdos sobre mudanças climáticas e a apropriação pelos alunos de uma cultura ambiental. Conclui-se que a metodologia tem demonstrado sua eficácia na prática, ao mesmo tempo em que se observam transformações na forma de atuação dos envolvidos para enfrentar e mitigar os efeitos das mudanças climáticas. A pesquisa faz parte do projeto Formação do Profissional Universitário para a Gestão do Desenvolvimento Local e Sustentável do Território de Las Tunas vinculado à Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade de Las Tunas.

**Palavras-chave:** mudança climática; conteúdo; cultura meio-ambiental; disciplina Física; processo de ensino aprendizagem.

## INTRODUCCIÓN

La sociedad le encarga al sistema educativo la formación de las nuevas generaciones de acuerdo con sus intereses. Ello implica la apropiación por cada hombre de la herencia cultural que le antecedió de modo que pueda actuar, comprender, explicar y transformar, en las condiciones históricas concretas, el mundo sin poner en riesgo las futuras generaciones.

Los hábitos de consumo y estilo de vida irracional, característicos de una economía lineal, han provocado que el cambio climático constituya uno de los problemas ambientales

más graves a los que se enfrenta la humanidad. Sus consecuencias impactan en todo el sistema climático: la atmósfera; la hidrósfera; la criosfera; la geosfera; y la biosfera; así como en sus interacciones (Kalmus, 2018).

En Cuba es una prioridad que el estudiante universitario, en general y de las de las ciencias agronómicas en particular, asimile una cultura integral y contextualizada que resuma los conocimientos, habilidades y valores necesarios para establecer adecuadas relaciones con el medio ambiente (Alarcón, 2016).

A su vez, la Estrategia Ambiental Nacional 2016/2020 establece como principio y objetivo para los sistemas educativos:

Aumentar la cultura ambiental integral de la población, a partir del desarrollo de conocimientos, habilidades, actitudes, cambios de conducta y modos de actuación que le permita al ser humano mejorar su relación con el medio y contribuya a la construcción de una sociedad sostenible. (CITMA, 2016, p.39)

Para Blanco (2001), el objetivo general de la Educación se concreta en el proceso de socialización del individuo, dado en la asimilación por el sujeto de los contenidos socialmente válidos y su objetivación, denotada en formas de conductas admisibles por la sociedad.

Lo anteriormente expuesto implica un uso sostenible de sus recursos naturales y adoptar decisiones para mitigar y adaptarse al cambio climático; ello conlleva a: concientizar sobre el papel del hombre en el cambio climático, modificar la forma de pensar y actuar de las personas, preparar a los decisores y ejecutores de las políticas;

realizar estudios de impacto de eventos extremos y del cambio climático; lo que evidencia la necesidad de fortalecer la formación ambiental sobre cambio climático de los involucrados en los procesos productivos y sociales, que se desarrollan en el país.

Por consiguiente, el modelo del profesional para la carrera de Agronomía, admite como objetivo general:

Gestionar eficientemente los procesos productivos en los sistemas de producción agropecuaria (...) asumiendo una actitud acorde con la ética de la profesión y con sólidos principios estéticos, morales, humanistas, de solidaridad, honestidad y responsabilidad; propios de un profesional revolucionario, comprometido con el socialismo y el país cuyo propósito es el incremento estable de alimentos y materias primas de origen vegetal y animal requeridos por la sociedad, con el mínimo daño al medio ambiente. (Ministerio de Educación Superior [MES], 2017, pp 8-9)

En tal caso, es ineludible preparar a los futuros profesionales para la gestión eficiente en los procesos que se desarrollan en los sistemas de producción agropecuarios, para lo cual se requiere de la búsqueda de metodologías y estrategias que favorezcan la aplicación de acciones que contribuyen a la planificación, implementación, control, actualización y contextualización de los contenidos sobre cambio climático

En la formación del ingeniero agrónomo la disciplina Física (DF) contribuye, al tratar las leyes y principios básicos de la naturaleza, a fomentar en el estudiante una cultura ambiental, en tanto, tiene el encargo de:

Explicar con adecuado análisis ambientalista, energético y económico, y aplicando los conocimientos físicos, los efectos negativos que causa la actividad del hombre sobre el medio ambiente y la factibilidad de las tareas y proyectos que emprende tanto en la esfera científica como en la defensa del país. (MES, 2017, p.118)

En correspondencia ello supone nuevos retos para los docentes de esta disciplina, responsabilizados en orientar el sistema de contenidos hacia el desarrollo sostenible de la sociedad.

Sin embargo, como resultado del diagnóstico fáctico y dada la experiencia de los autores se logró constatar que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Física (en lo adelante, PEA de la DF), se aprecian las siguientes manifestaciones:

- Insuficiencias en la identificación de los problemas generados por el cambio climático a nivel local o territorial, así como de los factores y fenómenos físicos que inciden en los sistemas de producción agropecuario por estudiantes y docentes.
- Los estudiantes asumen conductas condescendientes o evasivas frente a manifestaciones generadas por el cambio climático.
- En los docentes para vincular las causas y consecuencias del cambio climático con los contenidos de la disciplina Física.

Sobre la base de estos elementos se identifica la contradicción manifiesta entre las exigencias sociales, dirigidas a producir alimentos para satisfacer las demandas crecientes de la sociedad con un mínimo daño del medio ambiente y las insuficiencias

del proceso de enseñanza-aprendizaje en la disciplina Física.

Desde la DF, el informe del IPCC (2021), guardan preeminencia, en tanto revelan los fundamentos físicos del cambio climático; Diez et al. (2013) expone una didáctica para el cambio climático, con énfasis en la investigación y el experimento. Amado et al. (2019) y Zaldívar et al. (2019) abordan la educación ambiental el primer autor en la formación inicial de los profesores de Matemática-Física; el segundo en la carrera Licenciatura en Educación. Física, hacia la protección del medio ambiente. En diversas universidades del mundo se imparte la asignatura (disciplina) Física Ambiental, en su mayoría centran el estudio en los diferentes componentes del sistema climático: la atmósfera; los océanos; la litosfera y las relaciones energéticas entre ellos.

De lo anteriormente planteado, se puede concluir que, en el PEA de la DF en la carrera Agronomía, existen dificultades en la selección secuenciación y transposición de contenido que constituyen las bases físicas del cambio climático lo que limita el desarrollo de una cultura ambiental y en consecuencia la formación integral de los estudiantes.

La investigación se propuso como objetivo presentar una metodología para el tratamiento al contenido sobre cambio climático en la disciplina Física en la carrera de Agronomía que se caracteriza por ser sistémica, integradora, flexible, desarrolladora y generalizadora; organizada en etapas con sus respectivos procedimientos lo cual posibilita seleccionar, organizar y transponer los contenidos físicos que constituyen la base del cambio climático que afecta los sistemas de producción agropecuarias.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los métodos empleados fueron los siguientes: crítica y análisis de fuente, el taller de opinión crítica y construcción colectiva, la observación, la revisión documental y la entrevista.

La crítica y análisis de fuente se sustentó en los procedimientos de inducción-deducción y análisis-síntesis del orden teórico; se empleó para realizar el estudio teórico sobre las características de la metodología como resultado de una investigación tanto en el plano teórico como práctico y determinar en correspondencia la estructura de la metodología propuesta.

La entrevista se realizó a nueve profesores de Física en la Universidad de las Tunas para obtener información sobre el nivel de cultura ambiental que muestran los estudiantes en las clases de Física y los conocimientos que poseen los profesores sobre el cambio climático sus causas y consecuencias, y a tenor con ello, que tratamiento realizan con el contenido (selección, secuenciación y transposición) sobre cambio climático en la enseñanza de la disciplina Física.

La observación para valorar el comportamiento de los estudiantes en los diferentes espacios de la comunidad universitaria y su impacto en agravar, mitigar y adaptarse al cambio climático.

La revisión documental para evaluar la orientación para el tratamiento a los problemas ambientales, con énfasis en los derivados y agravados por el cambio climático en el plan de estudio "E" de la carrera de Agronomía; la inclusión de problemas relacionados con el cambio climático en el texto previsto para la carrera y las potencialidades que brindan los contenidos físicos para favorecer la formación una cultura ambiental en los estudiantes de la carrera de Agronomía que

le permitan mitigar y adaptarse al cambio climático.

Los talleres de opinión crítica y construcción colectiva se emplearon para la búsqueda de consenso en la factibilidad de la metodología propuesta para el tratamiento a los contenidos sobre cambio climático en la DF en los colectivos pertinentes que se sometió a discusión.

## RESULTADOS

### **Metodología para el tratamiento al contenido sobre cambio climático en la disciplina Física en la carrera de Agronomía**

La Educación es un fenómeno condicionado históricamente; en tanto la cultura es fuente esencial para determinar los contenidos educativos que se transmiten a las nuevas generaciones y contribuyen a la formación y desarrollo personal y social.

Debemos significar que la práctica cultural, los valores y la visión del mundo asumidos por el hombre en relación con la naturaleza está en la base del cambio climático actual; es consecuencia de un estilo de vida irracional sostenido en un consumo desmedido que contamina sistemáticamente con los desechos devuelto al medioambiente.

En el contexto de esta investigación, la metodología está sustentada en el método, el cual presupone los procedimientos y técnicas de profesores y estudiantes para alcanzar el objetivo propuesto. El método se ajusta a la lógica del contenido y a las características de los estudiantes con lo cual contribuye a la formación integral del estudiante. En el método se da la interacción dialéctica entre la relación profesor-estudiante y los procedimientos para activar el pensamiento lógico esencial en el PEA de la DF.

La metodología está estructurada en: objetivo general, fundamentación, etapas y procedimientos. Se propone como objetivo general de la metodología elaborar los procedimientos que permitan la apropiación de los contenidos agrofísicos a partir de las potencialidades del sistema de contenidos mediante el PEA de la DF.

La metodología propuesta parte de las insuficiencias en la cultura ambiental en los estudiantes; se sustenta en el materialismo dialéctico, fundamento filosófico que sustenta la unidad material del mundo y la relación causal entre los fenómenos naturales; en el enfoque histórico-cultural: el desarrollo precede al aprendizaje, el carácter activo e independiente del estudiante en la apropiación del contenido, intermediado por las relaciones con otros estudiantes y el profesor; y desde lo didáctico basado en la enseñanza problémica y sus métodos que favorecen un PEA desarrollador, contextualizado e interdisciplinar dirigido hacia la formación integral del estudiante.

A su vez, el aparato conceptual de la metodología que se presenta, está respaldado en el modelo didáctico de tratamiento al contenido sobre cambio climático en la disciplina Física en la carrera de Agronomía y en las relaciones que se disponen entre los subsistemas contextualización y selección del contenido agrofísico.

La metodología propuesta presenta las siguientes características:

- **Sistémica:** propicia que cada etapa refuerza la presencia de la otra, constituye una elaboración que se sustenta en el modelo didáctico propuesto, para el tratamiento al contenido sobre cambio climático lo que requiere una relación entre la selección de los contenidos agrofísicos y su contextualización en

los SPA afectados por el cambio climático.

- **Integradora:** posibilita la integración del sistema de contenido agrofísico conceptos, habilidades, procedimientos, y formación de valores con el sistema de contenido de la DF a través de la identificación y solución de problemas agrofísicos para contribuir a la cultura ambiental del estudiante.
- **Flexible:** admite la adaptación de la metodología en correspondencia con las necesidades y perspectivas que puedan tener los profesores acordes con la lógica del contenido y del PEA en su desempeño profesional.
- **Desarrolladora:** facilita al estudiante involucrarse activa y conscientemente en el PEA, en intercambio con sus compañeros y con el profesor que acorde con la diversidad de los estudiantes apoya y organiza el aprendizaje para el desarrollo de una cultura ambiental y su formación integral.
- **Generalizadora:** permite a los estudiantes arribar a generalizaciones sobre los procesos y fenómenos naturales, con énfasis en los relacionados con el cambio climático que les posibilitan apropiarse de las esencias y buscar soluciones basadas en la naturaleza.

A continuación, se presenta la forma en que se organiza la metodología para el tratamiento al contenido sobre cambio climático en la disciplina Física en la carrera de Agronomía, la que se desarrolla a partir de tres etapas con sus correspondientes procedimientos y acciones.

Los procedimientos que se proponen están dirigidos hacia lo externo e interno del PEA para propiciar el desarrollo del pensamiento lógico, la formación de sentimientos, actitudes y valores que provoquen la formación integral del estudiante. A

continuación, se explica cada una de las etapas con sus procedimientos:

Primera etapa: Determinación de los problemas agrofísico.

Objetivo: Identificar los problemas agravados o derivados del cambio climático presentes en los SPA y sobre la base de la enseñanza problémica plantear situaciones ante los estudiantes en las que se revelen contradicciones y solucionarlas de forma independiente bajo la orientación del profesor que permitan mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático.

Procedimiento I: Identificar los problemas agrofísicos en los sistemas de producción agropecuaria.

Se procede a caracterizar los sistemas de producción agropecuaria para determinar los principales problemas presentes en los factores físicos del medio, para luego determinar aquellos que son agravados o derivados del cambio climático. Para ello:

- Busca, estudia y resume el anuario estadístico de la provincia de Las Tunas y de cada municipio; el Panorama Ambiental de Cuba 2020 entre otros ubicado en el sitio de la Oficina Nacional de Estadística e Información.

Ello permite tener una caracterización del territorio: la población; el clima; la energía renovable: dispositivos y sustitución; entidades agrícolas; clasificación genética y agro productiva de los suelos; inversiones medioambientales; superficie total y cultivada; principales cultivos, la producción obtenida y su rendimiento entre otros.

- Determinar los principales problemas presentes en los factores físicos del medio en los sistemas de producción agropecuaria.

La provincia Las Tunas cuenta con una superficie de 942,3 Km<sup>2</sup>, eminentemente llana. Su población se concentra en el sector urbano, solo el 32,8 % de su total está ubicada en el sector rural. Solo el 19,3 % de su superficie está cubierta de bosques.

En el territorio tunero se encuentran 270 cooperativas pertenecientes a los sectores agropecuario y de la industria azucarera, que constituyen los los sistemas de producción agropecuaria, más probable donde tengan su ubicación los futuros Ingenieros Agrónomos.

Los principales indicadores del clima son los siguientes: la lluvia alcanza un promedio anual en los últimos 32 años de 965 mm, lo cual clasifica como moderadamente lluvioso con una ligera tendencia al aumento, sobre todo en el intervalo 2005-2020. El promedio de días lluviosa asciende a 157.

En el intervalo 2005-2020 la temperatura media máxima es de 31,2°C y la media mínima toma un valor de 21,8°C. Los vientos que predominan tienen dirección este noreste (ENE) con una velocidad de 14,9 Km/h y la nubosidad media es de 4 octavos con una humedad relativa del 77,0 %. En resumen, es un clima muy cálido, con lluvia moderada, cielo mayormente despejado con vientos provenientes del este noreste.

En la atmósfera terrestre, para el análisis los fenómenos meteorológicos que determinan el clima e impactan en su transformación, la capa más esencial es la que está en contacto con la superficie, la troposfera, en tanto contiene el aire que respiramos y su espesor fluctúa entre seis y 20 Km. Aun cuando en la provincia de Las Tunas no hay estaciones de monitoreo, el realizado a nivel de país muestra bajos niveles de gases de efecto invernadero en la troposfera.

No obstante, en el caso del Metano (CH<sub>4</sub>) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra es responsable del 57,9 % y el 87,4 % de sus

emisiones respectivamente. Sin embargo, en relación con la emisión del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) estas actividades se comportan como sumidero del 37,0 % del CO<sub>2</sub>, en tanto el 90,7 % su emisión recae la responsabilidad directa en el 90,7 % de la actividad relacionada con la energía.

El agua es escasa por las características de la provincia: ríos de pequeña longitud y de bajo caudal, con pocos embalses por lo cual no se cuenta con la necesaria para abastecer los cultivos y las necesidades humanas. Ello implica que una buena parte de la agricultura la obtiene de la lluvia, que posee un PH medio de 7,2 y se caracteriza por ser desarrollase en seco y dependiente de la incidencia de los fenómenos meteorológicos que inciden en el clima.

La clasificación genética de los suelos muestra que el 67,6 % son: fersialítico, pardos y vertisuelos hidromórficos. Según su productividad el 63,3 % del total se catalogan como medianamente y poco productivos; este último representa el 44,0 %. Los principales factores limitantes edáficos presentes son: el incremento de la salinidad, baja contenido de materia orgánica y de retención de la humedad.

Del total de gastos de inversión para la protección del medio ambiente el 5,2 % se refiere a la actividad económica de la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca y el 12,3 % a la industria azucarera. Por sectores ambientales el 85,0 % se concentra en el agua y por lo regular centraliza en el municipio de Las Tunas.

- Identificar los problemas agrofísicos.

De la caracterización realizada con anterioridad se infiere que los principales problemas ambientales que afectan la provincia de Las Tunas son: degradación de los suelos; afectaciones a la cobertura forestal; contaminación; pérdida de la diversidad biológica y deterioro de los

ecosistemas; carencia y dificultades con el manejo, la disponibilidad y calidad del agua; impactos del cambio climático; entre otras.

Los cambios que se manifiestan en el clima del territorio tunero son: el aumento de la temperatura, modificaciones del régimen de lluvias, la elevación del nivel medio del mar y el incremento de la frecuencia y extensión de las sequías, entre otros efectos. Su identificación, análisis, valoración e impacto desde las dimensiones ambientales, sociales y económica a través de los contenidos físicos es una insuficiencia, aun presente en el PEA de la DF.

Se reconoce la acción del hombre como la causa del cambio climático observada hoy, a partir del uso de combustibles fósiles como principal fuente de la matriz energética y emisor de los gases de efecto invernadero. La actividad agrícola a nivel mundial es la responsable del 25,0 % de los mismos.

Segunda etapa: Implementación del contenido agrofísico en la disciplina Física.

Objetivo: Organizar por el profesor los contenidos agrofísicos a insertar en el sistema de contenido de la DF para dar tratamiento a los problemas agravados o derivados del cambio climático y potenciar la cultura ambiental en los estudiantes. Esta etapa permite seleccionados y secuenciados Esta etapa permite seleccionar, organizar y transponer los contenidos agrofísicos que sustentan los problemas agrofísicos identificados en la etapa anterior e integrarlo a la DF sin necesidad de incrementar contenido en el currículo de la disciplina.

Procedimiento II: Selección, secuenciación y transposición del contenido agrofísico.

Se procede al análisis de los contenidos que constituyen la base del cambio climático, su selección está en correspondencia con las ciencias físicas, las cuales permite su inserción en el sistema de contenidos en la



disciplina Física en la carrera de Agronomía. En esencia se trata de determinar los contenidos agrofísicos que permitan relacionarse con los problemas presentes en los SPA y su posterior secuenciación.

Para ello, el profesor:

- Busca, estudia y resume los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).
- Determinar de las bases físicas del cambio climático, que contenidos son necesarios que el estudiante asimile para adaptarse y mitigar los problemas presentes en los SPA, o sea contenidos agrofísicos.
- Transposición didáctica de estos contenidos para su inserción en el sistema de contenidos en la disciplina Física en la carrera de Agronomía.
- Secuenciación de los contenidos agrofísicos en el programa de la disciplina Física.

Adoptar decisiones para definir los contenidos agrofísicos, parte de determinar criterios pedagógicos que faciliten su selección, entre ellos:

- El carácter formativo: posibilita la formación integral de un profesional de perfil amplio y en consecuencia dotarlo de una sólida cultura ambiental.
- La interdisciplinariedad: los problemas agravados o derivados del cambio climático son complejos, su comprensión, enfrentamiento y solución demandan la relación entre varias disciplinas.
- La contextualización: el cambio climático es multiescalar, se presenta a nivel global, regional y local; es en los SPA locales donde se delinear su mayor impacto.
- La esencialidad: aquellos conocimientos sobre cambio climático

que desde los sistemas de conocimiento de la DF pueden ser tratados para contribuir a su formación básica en las diferentes esferas de actuación.

- Los problemas: ambientales, sociales, económicos y energéticos, con énfasis presentes en los SPA, cuya identificación y solución favorezcan el aprendizaje desarrollador.
- La significación: contenidos de alto grado de trascendencia para la comprensión del impacto del cambio climático en los SPA que posibilitan la asimilación duradera del conocimiento y el desarrollo de habilidades, actitudes y valores en los estudiantes.

Como resultado los contenidos seleccionados sobre cambio climático a tratar en la DF de la carrera Agronomía se encuentran:

I. Fácticos: aumento de la temperatura mundial (atmósfera, la superficie del suelo y de los océanos); calentamiento del mar; aumento del nivel de los océanos; disminución de las capas de nieve y hielo eventos meteorológicos extremos (olas de calor y de frío, frecuencia huracanes o tifones de gran intensidad); variabilidad en las precipitaciones, sequías; alteración de la estructura térmica y de la calidad del agua de los ríos; cambios en los sistemas biológicos terrestre, marinos y de agua dulce, agrícolas y forestales y en los sistemas sociales.

II. Conceptos: tiempo; clima, sistema climático; variabilidad climática; cambio climático; huella ecológica; composición atmosférica; efecto invernadero; efecto invernadero natural; efecto invernadero antropogénico; gases de efecto invernadero; vapor de agua; aerosoles; albedo, vapor de agua; evo transpiración; ciclo hidrológico; pérdida de hábitad; sumidero de carbono; energías renovables y no renovables;

densidad energética; tasa de retorno energético; radiación solar; efecto albedo; seguridad alimentaria; desarrollo sostenible; innovación y cambio tecnológico.

III. Relacionales: principio de la Termodinámica y ley de conservación energía que rigen el flujo energético en los SPA y en la radiación del sol-atmósfera-tierra; ley de Wien en la emisión de radiaciones del sol hacia la tierra; las leyes de Newton en funcionamiento de la maquinaria agrícola y su impacto sobre los SPA; la teoría cinético molecular comportamiento de los fluidos y electromagnética de la luz; entre el cambio climático y los componentes de los SPA; entre los componentes que constituyen la biosfera y entre los componentes del sistema climático.

Los contenidos agrofísicos como instrumentos para alcanzar los objetivos propuestos en la DF, no van a depender sólo de su adecuada selección, sino también de la secuenciación de los mismos que facilite el aprendizaje. Se mantiene el que propone el programa de la DF, acorde con la evolución histórica de la disciplina y su lógica: el estudio de los hechos y fenómenos, luego se modelan, ello permite establecer hipótesis y de estas derivar principios, leyes y teorías, que una vez aplicadas permiten arribar a nuevos hechos.

La Física que explica las causas y consecuencias del cambio climático, en especial su incidencia en los SPA, es compleja; por tanto, luego de establecido los criterios de selección y asegurando una adecuada secuencia lógica y pedagógica, se necesita transformar ese saber científico sobre cambio climático en contenidos de enseñanza agrofísicos, con una perspectiva ambiental, o sea transponer los contenidos físicos que están en la base del cambio climático.

Se propone que durante el proceso de transformación del saber científico a contenidos de enseñanza se realice teniendo en cuenta los siguientes requerimientos:

- Reconocer los contenidos básicos y la lógica que rigen la disciplina a partir de los cuales se diseña el programa.
- Identificar los contenidos con mayor vínculo a la formación básica de la profesión que propicien el interés y motivación por la disciplina.
- Identificar los contenidos que permitan el desarrollo de una formación integral del futuro profesional.
- Diseñar estrategias para facilitar la comprensión y el aprendizaje desarrollador.

Para la solución de los problemas agrofísicos se hace necesario el dominio por parte de los estudiantes de operaciones que le permitan hacer supuesto de la situación física dada, aplicar diferentes principios y leyes física y calcular el resultado final. A continuación, se ejemplifica la propuesta de operaciones:

I Etapa: organización e interpretación de la situación problemática.

- Lea detenidamente el enunciado del ejercicio varias veces y determine las incógnitas léxicas, y las condiciones iniciales.
- Dibuje la situación física expresada en el enunciado, si es necesario, o complete la situación graficada.
- Extraiga los datos que se le ofrecen explícita e implícitamente y las incógnitas en forma algebraica.

II Etapa: solución de las incógnitas.

- Escriba las ecuaciones fundamentales que se relacionan con la situación descrita en el problema.
- Seleccione y plantee la ecuación que permita solucionar la incógnita;

despeje si es necesario; recuerde trabajar con las unidades de medida de cada magnitud física en el SI.

III Etapa: control y evaluación de los resultados.

- Rectifique la veracidad de la ecuación a partir del trabajo con las unidades de medida de cada magnitud física.
- Revise los valores particulares de la solución, compare los resultados con los que esperaba intuitivamente; pregúntese ¿es lógico el resultado?
- Analice el impacto de la tecnología o ley del conocimiento científico, que se corresponden con el problema, en el desarrollo de la sociedad, el medio ambiente y la economía. ¿Cómo contribuye a la concepción científica del mundo?

La selección, secuenciación y transposición de los conocimientos agrofísicos posibilita que se realicen valoraciones sobre el impacto del cambio climático en los SPA locales y en consecuencia identificar y solucionar problemas presentes en estos: degradación de los suelos, el incremento de las temperaturas, variabilidad de las precipitaciones, modificaciones de la calidad del agua; intrusión salina; deforestación; pérdida de la biodiversidad y cambios en los sistemas biológicos en los sistemas sociales, entre otros.

En la dosificación del contenido de la DF se determinan los temas y su correspondiente sistema de clases a través del cual se le dará salida a los conocimientos agrofísicos acorde con el problema y los objetivos del programa; insistiendo en la identificación y solución de problemas agrofísicos presentes en los SPA.

## DISCUSIÓN

La metodología propuesta se adhiere al criterio dado por De Armas et al. (s.f., como se citó en Alonso et al. (2019), que en el plano específico implica: "un sistema de métodos, procedimientos y técnicas que regulados por determinados requerimientos nos permiten ordenar mejor nuestro pensamiento y nuestro modo de actuación para obtener determinados propósitos cognoscitivos" (p. 17).

Lo antes expuesto, permite a partir de las características de la metodología, contar con una herramienta que facilite la selección, secuenciación y transposición del contenido sobre cambio climático desde la DF. Ello facilita fortalecer la formación integral de los futuros ingenieros agrónomos con énfasis en una cultura ambiental que les permita adaptarse y mitigar los efectos derivados del cambio climático.

La entrevista realizada a los profesores de Física en la Universidad de las Tunas revela que cultura ambiental en los estudiantes es baja en tanto se demuestra en sus modos de actuar baja responsabilidad con el cuidado del medio ambiente; baja noción de reciclar, ahorrar y reutilizar; asumen criterios de consumo propios de la sociedad capitalista y es insuficiente el conocimiento que poseen de los problemas derivados del cambio climático a escala local.

Se coincide con Francisco et al. (2021), que una cultura ambiental implica: preparar al estudiante para desarrollar su futura labor profesional, resolver problemas profesionales sin perjudicar el medio ambiente y la salud del hombre; concientizar al estudiante sobre los principios que sustentan la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, así como el trabajo con los valores espirituales y materiales con respecto al medio ambiente.

La metodología ofrecida enaltece lo axiológico, en tanto permite asumir un significado y sentido al conocimiento físico que está en la base del cambio climático; contribuye a la formación, el desarrollo y la modificación de valores ambientales, de respeto a la naturaleza, de austeridad en el uso de los recursos naturales, de respeto a las diferentes formas de vida, y al propio ser humano de armonía con en el medio ambiente sin lo cual es imposible mitigar y adaptarse al cambio climático.

Es por ello que se concuerda con el criterio de Licea (2006, como se citó en Santa Cruz y Mesa, 2015) que el estudiante en su proceso de adquisición de la cultura ambiental manifiesta:

- Conocimientos sobre el concepto medio ambiente y sus componentes; los requerimientos del desarrollo sostenible y los problemas ambientales globales, nacionales y locales.
- Identificación de influencias humanas positivas y negativas en el medio ambiente global, nacional y local y de sus causas en los problemas ambientales e impactos que generan.
- Indagación de alternativas para la solución a problemas ambientales a escala local.
- Actuación responsable en el medio ambiente: estudiantil, productivo-laboral, familiar, y recreativo.
- Defensa de convicciones que demuestran el compromiso con las generaciones actuales y futuras para la preservación y mejoramiento del medio ambiente.
- Expresión de sentimientos y posturas de inconformidad con las conductas irresponsables ante el medio ambiente.

La entrevista a los profesores desvela que al definir cambio climático el 64,0 % se centra en las consecuencias, o las causa que lo

originan y los problemas ambientales que identifican se quedan a escala global o de país y no a nivel de la localidad.

El 100 % coincide que el texto básico guarda muy poco vínculo con los problemas ambientales en especial con el cambio climático, a pesar de su excelente nivel académico y la lógica de la disciplina. El programa de la DF en la carrera de Agronomía está organizado desde la lógica de la ciencia, pero con pobre relación con los problemas de la profesión

A partir de la revisión documental texto básico de la DF se concluyó que se sustenta en la enseñanza basada en la resolución de problemas, estructurado en: ejemplos resueltos con enfoque basado en cuatro pasos: identificar, plantear, ejecutar y evaluar; preguntas al final del capítulo para reafirmar la comprensión de los conceptos y ejercicios que son problemas organizados por niveles de asimilación.

De los 2 775 problemas y preguntas revisadas, que se corresponden con los sistemas de conocimiento determinado en el programa de la DF solo 60, que representa el 2,2 %, se relacionan con los problemas más frecuentes y generales de la carrera Agronomía.

De los 60 que se relacionan con la carrera Agronomía 37 se vincula a situaciones relacionadas con la maquinaria agrícola; 16 con el sistema climático; 11 con la atmósfera; tres con la hidrósfera entre otros. Solo dos de ellos directamente con el cambio climático.

Lo antes expuesto expresa el carácter disciplinar de los mismos al relacionarse esencialmente con la disciplina Matemática. Su contextualización se ajusta al desarrollo de la ciencia en cuestión y los adelantos tecnológicos de la primera década del siglo XXI: la Astronomía, la industria automovilística y electrodomésticos.

Los talleres de opinión crítica y construcción colectiva permitieron socializar la Metodología para el tratamiento al contenido sobre cambio climático en la disciplina Física en la carrera de Agronomía a partir de lo cual se emitieron recomendaciones para su perfeccionamiento; entre ellas:

- Perfeccionar la caracterización del medio físico en función de exponer su relación con las dimensiones social, económica y energética.
- Profundizar en los problemas agrofísicos presentes en los sistemas de producción agropecuarios que luego se constituyen en nodos cognitivos para el establecimiento de redes de aprendizaje entre las diferentes asignaturas del año académico.
- Argumentar la relación entre los contenidos agrofísicos y los métodos a emplear en el PEA de la DF para contribuir a la formación de una cultura ambiental.

La caracterización de los factores físicos que componen los sistemas de producción agropecuarios de la provincia, se ajusta a lo publicado en las series medioambientales de la provincia (ONEI, 2018). La caracterización refleja los principales problemas agravados o generados por el cambio climático presentes en los sistemas de producción agropecuarios locales donde se insertan los estudiantes.

El análisis de la situación actual revela insuficiente dominio de los contenidos sobre cambio climático en los estudiantes, que demuestran las inconsistencias en la concepción y ejecución del proceso de tratamiento a estos en la identificación y resolución de problemas.

La metodología para el tratamiento al contenido sobre cambio climático en la disciplina Física en la carrera de Agronomía constituye el instrumento que permite la concreción del modelo didáctico elaborado;

parte del objetivo general, y se estructura en tres etapas con sus procedimientos y respectivas acciones para corroborar en la práctica el tratamiento al contenido sobre cambio climático en la enseñanza de la disciplina Física por los profesores y el aprendizaje de conocimientos, el desarrollo de habilidades y valores y actitudes en los estudiantes que les permita apropiarse de una cultura ambiental que les posibilite adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático en los sistemas de producción agropecuarios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, R. (2016). Universidad innovadora por un desarrollo humano sostenible: mirando al 2030. Conferencia inaugural del ministro de Educación Superior de la República de Cuba, Dr. Rodolfo Alarcón Ortiz, en el 10mo. Congreso Internacional de Educación Superior Universidad 2016, La Habana.
- Alonso, L. A., Leyva P. A., y Mendosa, L. L. (2019). La metodología como resultado científico: alternativa para su diseño en el área de ciencias pedagógicas. *Opuntia Brava*, 11(número especial 2), 231-247.  
[https://redib.org/Record/oai\\_articulo2980320-la-metodolog%C3%ADa-como-resultado-cient%C3%ADfico-alternativa-para-su-dise%C3%B1o-en-el-%C3%A1rea-de-ciencias-pedag%C3%B3gicas](https://redib.org/Record/oai_articulo2980320-la-metodolog%C3%ADa-como-resultado-cient%C3%ADfico-alternativa-para-su-dise%C3%B1o-en-el-%C3%A1rea-de-ciencias-pedag%C3%B3gicas)
- Amado, C., Pérez, J., y Sierra, J. (2019). Educación ambiental con enfoque integrador. Una experiencia en la formación inicial de profesores de matemática y física. *Revista*

- electrónica Educare* 23(1), pp 1-22  
doi:  
<http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-1.10>
- Blanco, A. (2001). *Introducción a la Sociología de la Educación*. La Habana: Pueblo y Educación.
- CITMA. (2016). *Estrategia Ambiental Nacional 2016/2020*. La Habana: CITMA [Archivo PDF].  
[http://repositorio.geotech.cu/jsui/bitstream/1234/2727/1/Estrategia %20Ambiental%20Nacional%202016-2020.pdf](http://repositorio.geotech.cu/jsui/bitstream/1234/2727/1/Estrategia%20Ambiental%20Nacional%202016-2020.pdf)
- Diez, M., Mandón, M. J., Torres, P., y Recalde, S (2013). *Cambio Climático*. 1ª Ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.  
<https://cpmarketingnews.com/9789500009898/cambio-climatico/>
- Francisco, C., Amador, E., y Lombillo, I. (2021). Mirada CTS a la formación de una cultura ambientalista en estudiantes de secundaria en Angola. *Roca*, 17(2), 355-371.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis(eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>
- Kalmus, P. (2018). Cambio climático: la humanidad en la encrucijada. En *¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente*. Madrid: BBVA.  
<https://www.bbvaopenmind.com/libros/hacia-una-nueva-ilustracion-una-decada-trascendente/>
- MES. (2017). *Plan de Estudio "E" carrera Agronomía*. La Habana: MES [Documento digital].
- ONEI. (2018). Series Ambientales. La Habana: ONEI [Documento PDF].  
<https://www.onei.go.cu/>
- Santa Cruz, D., y Mesa, W.R. (2015). ¿Cómo fomentar una cultura ambiental con enfoque sostenible en las instituciones educativas? *Ecociencia* 2(6).  
<https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-cientifica-ecociencia/articulo/como-fomentar-una-cultura-ambiental-con-enfoque-sostenible-en-las-instituciones-educativas>
- Zaldívar, H., Vázquez, N., Abeleira, J. L., & Zaldívar, Y. (2019). Estrategia didáctica de educación ambiental durante el proceso de enseñanza de la Física. *Pertinencia Académica. Publicación Trimestral*, 3(3), 51-62.  
<https://zenodo.org/record/3516308>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:**

Los autores han participado en el diseño y redacción del trabajo, y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional  
Copyright (c) Eduardo Felipe Domínguez Nápoles, Rolando Borrero Rivero, Víctor Manuel Cortina Bober