

# **LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: LIBRO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NUCLEARES**

**Levy, D.<sup>1,2</sup>, Levy, P.J.<sup>2</sup>, Villavivencio, A.L.C.H.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, Brazil

<sup>2</sup> Omicron PG, São Paulo, Brazil

## **RESUMEN**

La Base Nacional Común Curricular (BNCC) es un documento de carácter normativo que define el conjunto de aprendizajes esenciales, competencias y habilidades de la escolaridad básica para todas las escuelas brasileñas. El documento que define las etapas de la educación infantil y enseñanza fundamental fue homologado en 2017, y en 2018 se aprobaron las etapas para la Enseñanza Secundaria. La BNCC contempla cuestiones relacionadas con las ciencias nucleares, buscando el desarrollo de habilidades y competencias para una comprensión justa sobre reacciones nucleares y sus aplicaciones. Sin embargo, los propios profesores no fueron preparados para discutir el tema con profundidad y, generalmente, el tema se aborda de forma superficial a fin de cumplir el contenido mínimo requerido. El presente trabajo presenta el desarrollo de una propuesta pedagógica interdisciplinaria pasible de ser incorporada en la Enseñanza Básica, de forma transversal e integradora, desmitificando la irradiación de alimentos y la generación de energía nuclear, estos controvertidos temas que afectan a la vida humana en escala local, regional y global. El material consiste en una colección de libros ilustrados para los estudiantes, libros para docentes y un manual con actividades que se pueden desarrollar en diferentes disciplinas: portugués, matemáticas, ciencias, inglés, historia y geografía. Los libros son elaborados con alto rigor científico y articulan la tecnología nuclear con temas de interés a la sociedad en los más diversos aspectos, como el social, sanitario y económico, entre otros. El objetivo de esta propuesta pedagógica, a ser sometida al Ministerio de Educación de Brasil, es auxiliar a profesores y estudiantes en la construcción colectiva del conocimiento, incentivando la investigación de las ciencias nucleares, imprimiendo nuevos sentidos a la vida cotidiana, ampliando los horizontes de elecciones personales y profesionales de las nuevas generaciones.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La alfabetización científica es una necesidad y un desafío. En años anteriores (2016 a 2018), nuestro grupo de trabajo en el Centro de Tecnología de Radiación CTR-IPEN estructuró una propuesta basada en tecnología educativa para la difusión de información científica [1], considerando las crecientes posibilidades de Internet que permitirían promover información de calidad, bajo costo de producción y actualización y un amplio alcance incluso para poblaciones geográficamente distantes. Al mismo tiempo, llevamos a cabo encuestas cara a cara con diversos públicos para comprender las percepciones de los consumidores y los responsables de la toma de decisiones sobre la aceptación de los alimentos irradiados [2]. En 2017, el 50% de la audiencia entrevistada consistió en maestros y educadores de nivel universitario. La investigación detallo una información errónea sobre las aplicaciones beneficiosas de la tecnología nuclear y la falta total de conocimiento sobre sus aplicaciones en la alimentación y la agricultura. De igual forma, la investigación también mostró que, realizando una breve explicación sobre los beneficios de la radiación utilizados para la salud y seguridad alimentaria, despertó la curiosidad y la intención de saber más sobre la irradiación de los alimentos.

---

<sup>1</sup> E-mail del primer autor: denise@omicron.com.br

De hecho, gran parte de la investigación realizada durante la última década [3, 4] arroja resultados similares: (i) la distancia entre la comunidad científica y la población sigue siendo amplia, y (ii) la educación y la comunicación son clave para ampliar el conocimiento sobre el uso pacífico de la radiación, ya que la opinión pública se basa en la información disponible sobre riesgos y beneficios. Se pretende con este trabajo lanzar un proyecto interdisciplinario para capacitar a los maestros e informar a los estudiantes de manera más amplia y articulada con otras áreas del conocimiento. De hecho, a pesar de que el plan de estudios nacional brasileño aborda cuestiones relacionadas con la ciencia nuclear en la escuela primaria y la escuela secundaria, los propios maestros no están preparados para discutir el tema en profundidad. La motivación de este proyecto es, por lo tanto, desarrollar material didáctico para estudiantes y docentes de secundaria y primaria, de acuerdo con los parámetros y recomendaciones del gobierno brasileño, en su Programa Nacional de Libros Didácticos (PNLD) que establece y recomienda libros para escuelas públicas brasileñas.

El desarrollo de este proyecto tiene por objeto poner a disposición del sistema público una introducción a la ciencia nuclear, articulada con dos grandes temas de nuestro país: la “irradiación de alimentos” y la “generación de energía nuclear”. Es probable que el tema de los alimentos sea bien aceptado por la comunidad académica, ya que cumple con los nuevos paradigmas de atención médica, que incluyen educación nutricional, seguridad alimentaria y buenas prácticas en la lucha contra el desperdicio de alimentos. La generación de energía eléctrica a partir de fuentes limpias es otro tema de mucha actualidad en Brasil, donde más del 60% de la matriz eléctrica se origina a partir de recursos hídricos, y que en los últimos años ha enfrentado condiciones climáticas adversas, evidenciando la necesidad de fuentes alternativas para compensar la generación de energía eléctrica. Esta colección es un núcleo inicial que pueda en un futuro próximo se extenderá a otras áreas de la tecnología nuclear.

## **2. INSERCIÓN DE LAS CIENCIAS NUCLEARES EN LA EDUCACIÓN BÁSICA**

La colección titulada "Ciencia, tecnología e innovación en la vida cotidiana" consta de dos libros ilustrados para estudiantes, dos libros para maestros y un manual con actividades interdisciplinarias de asistencia para el docente. Estos materiales educativos son altamente didácticos y detallados desde el punto de vista científico y vinculan la tecnología nuclear con las perspectivas sociales actuales. En cuanto a la irradiación de alimentos la temática de la seguridad alimentaria, la salud pública, el suministro de alimentos y las políticas de comercio exterior. En cuanto a la generación de energía nuclear, el contenido apunta el creciente consumo de energía, la necesidad de diversificación de la matriz energética brasileña y el desarrollo tecnológico que impacta en la calificación profesional y generación de futuros empleos. El propósito de esta colección es acercar a los jóvenes a la ciencia nuclear, demostrar los impactos de los avances tecnológicos en la vida cotidiana, incentivar la investigación e inspirar el protagonismo ciudadano. La vida escolar es una preparación para la participación en la sociedad, como sujeto competente y ciudadano activo. Los estudiantes tienen derecho a participar en la toma de decisiones, opinar en consultas públicas o participar en manifestaciones. Sin conocimiento no hay elección y sin elección no hay ciudadanía.

### **2.1. Irradiación de alimentos**

El Fondo Nacional de Desarrollo de la Educación - FNDE - invierte en acciones dirigidas a la calidad de los alimentos. El FNDE valora y alienta proyectos interdisciplinarios que cumplen con su Programa Nacional de Alimentación Escolar (PNAE), que ofrece alimentación escolar

y acciones de educación alimentaria y nutricional a estudiantes de todas las etapas de la educación pública básica. Con este programa, el gobierno federal pasa a los estados, municipios y escuelas federales, valores financieros de carácter suplementario, de acuerdo con el número de inscritos en cada sistema escolar. El programa es monitoreado y supervisado directamente por la sociedad, a través de los Consejos de Alimentación Escolar (CAE), el FNDE, por el Tribunal Federal de Cuentas (TCU), por la Controladora General de la Unión (CGU) y por el Ministerio Público.

Cabe señalar que el tema de los alimentos es un tema que va más allá de la esfera comercial y familiar y que hoy merece la atención del gobierno en acciones dirigidas a la escuela en todas sus esferas. La educación básica puede contribuir a informar a la población, incluidos los estudiantes y sus comunidades, desmitificar paradigmas y fomentar prácticas que contribuyan a la seguridad alimentaria y la lucha contra el desperdicio. Se sabe que una gran parte de los alimentos producidos se desperdician incluso antes de llegar a la mesa del consumidor. Además, muchos alimentos destinados al consumidor se deterioran rápidamente debido a insectos, bacterias y hongos. En varios países del mundo, los investigadores se dedican a estudios sobre irradiación de alimentos, lo que ayuda a la conservación y desinfección de los alimentos, eliminando insectos y reduciendo significativamente la carga microbiana y los patógenos para la salud humana. Además, el proceso de irradiación de alimentos evita la germinación, retrasa la maduración de frutas, verduras y legumbres, prolongando la vida útil de los alimentos.

Además de los beneficios para la salud de los consumidores, la técnica de irradiación de alimentos también aporta beneficios tangibles a la economía nacional, ya que extiende la vida útil de los alimentos, evitando pérdidas y desperdicios. Cuando se trata del mercado extranjero, Brasil es un importante exportador de alimentos, como naranjas y plátanos, entre otros. Los acuerdos bilaterales implican la eliminación de plagas ajenas a otras naciones y los productos que no cumplen con los requisitos internacionales eventualmente son vetados, retenidos, devueltos o destruidos, causando grandes pérdidas económicas. Esta técnica de irradiación de alimentos, practicada y aceptada en muchos países, no está muy aceptada entre la población brasileña. Gran parte de la población, perteneciente a los niveles socioeconómicos y culturales más diversos, no tiene claros los conceptos de alimentos irradiados y alimentos radiactivos. Algunos fabricantes que usan alimentos irradiados evitan la palabra "irradiación" que puede desanimar a los consumidores, prefiriendo, por ejemplo, decir "esterilización en frío". Se observa claramente que la aceptación pública es negativa y la población a menudo no está informada.

Este libro propone acciones efectivas para traer nuevas perspectivas sobre la irradiación de alimentos a la escuela, educar a las nuevas generaciones, combatir la fragmentación de la información, promover la descentralización de los prejuicios y el fortalecimiento de la opinión pública.

## **2.2 Generación de energía**

La generación de energía eléctrica atiende la propuesta de prácticas de implementación de los temas transversales contemporáneos de la BNCC, en el programa para el 8º y 9º grados de la escuela primaria, en tres unidades temáticas, a saber: "materia y energía", "generación de energía y medio ambiente" y "ciudadanía y educación cívica". Los tres temas se encuentran textualmente en la Ley nº 9.394 -LDB, Ley de Directrices y Bases de la Educación Nacional [5]. Se espera que a través de estos temas los estudiantes amplíen sus horizontes sobre fuentes

y tipos de energía; matrices energéticas y sustentabilidad ambiental; y consumo consciente de energía eléctrica.

Brasil es un país rico en recursos hídricos, utiliza predominantemente energía hidroeléctrica y las crisis de abastecimiento de agua impactan fuertemente en el abastecimiento de la población. Históricamente, Brasil enfrenta condiciones climáticas y de agua desfavorables, principalmente en la región noreste. Sin embargo, hace unos años el tema comenzó a afectar a otras regiones. En 2021, el volumen de lluvia registrado fue el más bajo de los últimos 91 años, a nivel nacional, lo que generó preocupación por el suministro de energía eléctrica y un aumento en las tarifas de energía para el consumidor. La situación de las represas llevó al gobierno federal a movilizarse para evitar la falta de energía en el país. Hubo una amenaza de racionamiento de energía y los precios subieron sustancialmente para los consumidores. En un mundo con una demanda energética creciente, donde la población adquiere cada vez más equipos eléctricos y electrónicos, es necesario garantizar el suministro de energía eléctrica, y ampliar otras fuentes para complementar el suministro energético.

Cabe señalar que la matriz energética de Brasil difiere mucho de la matriz energética mundial. En primer lugar, porque más del 40% de nuestra matriz energética está compuesta por energías limpias, mientras que casi el 80% de la matriz energética mundial está compuesta por combustibles fósiles, que emiten contaminantes. En Brasil existe una gran preocupación con la generación de energía eléctrica a partir de fuentes consideradas limpias, que no impacten negativamente el medio ambiente. En 2021, cuando la crisis del suministro de agua golpeó a Brasil, los medios televisivos discutieron ampliamente la necesidad de complementar con fuentes limpias, pero no hablaron de la energía nuclear. El tema de la energía nuclear es un tema desconocido para gran parte de la población.

En el tema social, el libro demuestra la posibilidad real de esta matriz energética, como complemento de las centrales hidroeléctricas, para garantizar energía en tiempos de sequía, siendo una opción segura, limpia e independiente de las condiciones climáticas. Además de la generación de energía eléctrica, el libro apunta las contribuciones económicas y sociales de la tecnología nuclear, contribuciones al desarrollo tecnológico de nuestro país, calificación profesional de los brasileños y creación de empleo en el mercado de trabajo.

### **3. METODOLOGÍA DIDÁCTICA Y PEDAGÓGICA**

El material didáctico se elaboró en base al análisis de documentos normativos que definen los requisitos esenciales de aprendizaje, competencias y habilidades en educación básica para todas las escuelas en Brasil [5 - 7]. La propuesta metodológica se elaboró de acuerdo con las mejores prácticas para mejorar los procesos de aprendizaje, favoreciendo las técnicas educativas constructivistas, con énfasis en el proceso de aprendizaje activo, el aprendizaje colaborativo y la enseñanza por investigación.

#### **3.1. Desarrollo del libro didáctico**

Para promover un aprendizaje interesante y significativo, todo el contenido se presenta con la ayuda de cómics, textos, propuestas de investigación y ejercicios. En el caso de la irradiación de alimentos, el protagonista de este proyecto educativo es una de las frutas más populares en Brasil y uno de nuestros grandes productos de exportación: el mango. El mango puede irradiarse para diversos fines, como una mayor vida útil, desinfección y fitosanitarios para

el comercio exterior. Desde este enfoque es posible introducir técnicas nucleares y explicar sus conceptos, procesos y aplicaciones industriales.

Se decidió aplicar una metodología de aprendizaje activo. El plan de estudios nacional informa sobre las competencias básicas que se deben desarrollar, como el trabajo en equipo, el aprendizaje colaborativo y la educación para la ciudadanía. Por lo tanto, todas las actividades fueron diseñadas para fomentar la investigación, la reflexión y el desarrollo del pensamiento crítico. A partir de situaciones problemáticas, siempre dentro de la capacidad de respuesta del alumno, se invita a los jóvenes a formular hipótesis, desarrollar argumentos y desarrollar nuevos conocimientos.

Un ejemplo de la metodología de aprendizaje activo es el enfoque propuesto para la aparición de enfermedades de salmonella. La actividad requiere investigación sobre brotes recientes, alimentos causantes importantes y acciones que mejoran su ocurrencia en la vida cotidiana (como la contaminación cruzada, por ejemplo). En esta etapa del trabajo colaborativo, cada estudiante pone su experiencia previa en beneficio de su equipo, conectando el conocimiento, estimulando nuevas investigaciones y colaborando en la construcción colectiva del conocimiento. En las fases posteriores del trabajo, discusión y presentación de resultados, el maestro está orientado a promover el cuestionamiento reconstructivo de los estudiantes, discutiendo las muchas técnicas de conservación de alimentos y sus contribuciones para reducir la incidencia de salmonella en la carne cruda, aves o pescado. El ejemplo de salmonella muestra situaciones en las que los resultados obtenidos en el proceso de irradiación son cuantitativa y cualitativamente superiores a los resultados obtenidos con otras técnicas. La problematización de la vida cotidiana conduce a nuevas perspectivas y la capacidad de desarrollar el pensamiento crítico con fundamento científico. Se espera que estas acciones capaciten al estudiante ciudadano, que puede extender su conocimiento más allá de los muros de la escuela, informando a colegas y miembros de la familia, convirtiéndose en un agente de cambio en su comunidad, contribuyendo a la aceptación pública de la tecnología nuclear.

### **3.2. Cambios en la base curricular mediante la inserción de las TIC**

La Encuesta sobre educación en TIC (Tecnología de la Información y Comunicación) [8], realizada por el Comité Directivo de Internet en Brasil y publicada en 2017, presenta contribuciones de expertos académicos, representantes gubernamentales y organizaciones internacionales que discuten aspectos clave para comprender las políticas de adopción de TIC en el sector. Este fue el caso de la discusión sobre las TIC en la propuesta de la Base Nacional Común Curricular (BNCC) de Brasil, que dio lugar a cambios en las directrices para el desarrollo del contenido didáctico [9]. Se espera que los cambios introducidos por la BNCC despierten el interés de los jóvenes en la escuela, estimulando de alguna manera la innovación en el aula, con la adopción de nuevos enfoques pedagógicos, como el aprendizaje por proyectos, que integra diferentes disciplinas y un mayor uso de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje, entre otros aspectos [9]. Sin embargo, según la investigación TIC Education [8], la integración de las TIC en el aprendizaje en el país se encuentra con varios obstáculos, que van desde el acceso restringido a Internet en las escuelas (especialmente en las públicas) hasta la falta de capacitación de docentes para utilización de las TIC, considerados los principales agentes de cambio en este contexto. Por esta razón, nuestro grupo estudia las posibilidades de facilitar el acceso del material a educadores, multiplicadores y formadores de opinión. Durante la pandemia del COVID-19, en escuelas y

universidades se interrumpió las clases presenciales y se adoptaron estrategias de educación a distancia para cumplir con el calendario escolar. La mayoría de las escuelas comenzaron a adoptar recursos basados en tecnologías digitales y redes educativas invertidas en la formación de docentes para continuar con las actividades educativas y promover la interacción entre educadores, estudiantes y sus familias [10]. El uso de plataformas educativas y redes sociales en la práctica pedagógica se intensificó durante la pandemia, como alternativas para ofrecer contenidos y realizar actividades educativas con estudiantes a distancia. El envío de actividades realizadas por los alumnos a los docentes, la aplicación de pruebas y ejercicios y el uso de videoconferencias para que los alumnos puedan realizar consultas fueron recursos citados por la mayoría de las escuelas [10]. La pandemia ha acelerado la transformación digital en la educación y después de esta situación, las instituciones educativas están aprovechando cada vez más los recursos digitales en el aula.

Cabe puntar que, es cierto que las tecnologías de instrucción digital pueden ampliar la experiencia de aprendizaje al mejorar la interacción y el compromiso de los jóvenes. Para motivar y desafiar a los estudiantes de todas las edades, esta propuesta educativa optó por la integración de *Quick Response Codes* (códigos QR), que vinculan el contenido impreso a Internet, con acceso instantáneo a videos, sitios web y actividades interactivas. Un ejemplo es la investigación sobre irradiación de alimentos, efectiva en muchos casos, pero desaconsejable para otros. A los estudiantes se les enseña que elegir una técnica de preservación depende de lograr los mejores resultados donde otras técnicas no pueden. La carne cruda y los pétalos de flores son ejemplos innegables de la efectividad de la irradiación. Sin embargo, la irradiación de alimentos no está indicada para alimentos ricos en grasas. Para aprender este tema, se dirige al alumno a un ejercicio interactivo a través de Internet, donde se encuentra con diferentes tipos de alimentos (frutas, verduras, carne, nueces, jugos, helados e incluso alimentos para perros). Los estudiantes aprenden caso por caso sobre las posibilidades y limitaciones de la irradiación de alimentos. El ejercicio se puede realizar con gran calidad en el teléfono celular del estudiante.

### **3.3. Material educativo digital para el apoyo pedagógico del docente**

Según lo requerido para los libros didácticos, además del material del estudiante, es necesario desarrollar el manual del docente, proporcionando orientación teórico-metodológica y articulación de los contenidos del libro entre sí y otras áreas de conocimiento, discusión de la evaluación de aprendizaje propuesta, lecturas e información adicional sobre el libro del alumno, la bibliografía, así como sugerencias de lectura que contribuyen a la formación y actualización de los docentes. El manual del docente tiene más de 200 hojas, con propuestas interdisciplinarias para trabajar en clases de matemáticas (como cuadros y estadísticas de alimentos irradiados en diferentes continentes); trabajar en clases de portugués (como leer e interpretar la legislación brasileña sobre irradiación de alimentos); para trabajar en clases de inglés (como comprender y discutir los informes del OIEA).

Nuevamente, para la preparación de este manual, se utilizan tecnologías digitales. Todo el contenido está disponible a través de CD-ROM o Internet. En el caso del contenido interdisciplinario, al que acceden varios docentes de diferentes grados y de diferentes materias, sería financieramente inviable que la escuela proporcione una copia a cada docente. El contenido digital, una vez adquirido por la escuela, puede ser accedido sin ninguna restricción. Además, el formato digital facilita la preparación de clases. El material en formato digital facilita la búsqueda de la asignatura, el intercambio de clases con otros

profesores y ayuda a la preparación de planes de lecciones (incluidos textos y hojas de actividades que cada maestro puede copiar y / o imprimir según sea necesario).

### **3.4. Entrenamiento de docentes en persona**

Durante la fase de desarrollo del material didáctico, se ofrece capacitación presencial a los docentes de Educación Básica, que constituye una herramienta de apoyo en el desarrollo del proceso educativo, a fin de garantizar la articulación de las dimensiones de la ciencia, la investigación y la tecnología. La capacitación complementaria generalmente se lleva a cabo a través de conferencias y talleres organizados en semanas temáticas, como la Semana Nacional de Ciencias Nucleares. En esta ocasión, 40 docentes fueron recibidos en el Instituto de Investigación de Energía y Nuclear (IPEN / CNEN-SP) durante 8 horas de capacitación, que incluyeron conferencias, talleres, visitas al radiador de electrones y al acelerador y análisis sensoriales de frutas irradiadas. El suministro de información puntual tiene como objetivo difundir información científica sobre las contribuciones de la tecnología nuclear, lo que lleva a los docentes a reflexionar sobre los impactos de los avances tecnológicos en los procesos sociales. En este contexto, se desarrollan contenidos específicos para la enseñanza de las ciencias nucleares, articulados a las competencias y habilidades específicas descritas en el currículo escolar de Educación Básica. La propuesta para la formación continua de docentes responde a las aspiraciones de una educación multidisciplinaria, alentada por el Ministerio de Educación (MEC). Con respecto a las ciencias nucleares, de acuerdo con la Ley Brasileña de Directrices y Bases para la Educación Nacional [5] y las Directrices Curriculares Nacionales para la Educación Básica [6], las escuelas son responsables de proporcionar el currículo mínimo a los estudiantes para permitir el desarrollo desde habilidades y competencias hasta una comprensión justa de las reacciones nucleares y sus aplicaciones. Sin embargo, los docentes no están preparados para discutir el tema en profundidad y, la mayoría de las veces, el tema se aborda de manera reduccionista para cumplir con el contenido mínimo requerido. El hecho de que los conceptos importantes de la ciencia nuclear permanezcan en un nivel superficial no está exento de consecuencias: los prejuicios infundados y la información errónea llevan al público a asociar las técnicas nucleares con accidentes, efectos nocivos para la salud o contaminación ambiental. Además del contenido escolar mínimo requerido, se debe promover la alfabetización científica, preparando a los docentes y estudiantes para el desarrollo de un pensamiento crítico más profundo, lo que les permite discutir la ciencia relacionada con los problemas reales de la vida cotidiana [7]. Corresponde a la comunidad científica promover el diálogo entre el discurso de la ciencia y el público. Si pretendemos introducir la tecnología nuclear como un proyecto interdisciplinario en las escuelas, primero debemos invertir en la aceptación de los docentes, ampliando sus horizontes, proporcionando información de calidad, preparándolos para nuevos enfoques y nuevas perspectivas en el campo nuclear.

## **4. DESARROLLO DEL CONTENIDO**

Toda la investigación para la elaboración del contenido y desarrollo de los materiales didácticos se desarrolló para atender los intereses plurales de la sociedad, proporcionando una información más global y sólida, articulando tecnología y vida cotidiana, además de la articulación explícita con otras asignaturas que componen el currículum escolar, tales como física, ciencias de la vida y de la tierra, y química. Con objetivos didácticos bien definidos, cada libro se desarrolló de acuerdo con las mejores prácticas pedagógicas, considerando las características y especificidades de cada tema tratado, como se muestra a continuación, para el programa de irradiación de alimentos.

- Aspectos conceptuales
  - Introducción al concepto de irradiación de alimentos.
  - Introducción a técnicas y procesos (haz de electrones / rayos gamma / rayos X)
  - Etiquetado y requisitos reglamentarios
  - Impactos de la tecnología nuclear en el medio ambiente.
- Aspectos sociales
  - Seguridad alimentaria
  - Salud del consumidor
  - Contribuciones de las técnicas nucleares a la agricultura
  - Lucha contra el desperdicio
- Aspectos económicos
  - Posibilidades y limitaciones en el mercado interior
  - Exportación y importación de alimentos en Brasil y en todo el mundo
  - Acuerdos bilaterales y requisitos fitosanitarios
  - Prevención de plagas cuarentenarias.

El trabajo implicó una extensa investigación para desarrollar en detalle cada uno de los temas. Por ahora, se presentan dos libros, con progresión didáctica articulada con los componentes curriculares de las distintas etapas de la Educación Básica. Un núcleo inicial que podrá extenderse en el futuro cercano a otras áreas de la tecnología nuclear, como la medicina nuclear y la conservación del patrimonio histórico y cultural, entre otros temas.

## 5. CONSIDERACIONES FINALES

Esta producción responde a un importante desafío contemporáneo: el desarrollo de propuestas pedagógicas innovadoras para la educación científica de manera transversal e interdisciplinaria. El curso se ha desarrollado completamente de acuerdo con los requisitos de BNCC. Se recomienda que las ciencias naturales y la tecnología se presenten de manera integradora e interdisciplinaria:

*“La contextualización social, histórica y cultural de la ciencia y la tecnología es fundamental para su comprensión como empresas humanas y sociales. En el BNCC, por lo tanto, también se propone debatir el papel del conocimiento científico y tecnológico en la organización social, los problemas ambientales, la salud humana y la formación cultural, es decir, analizar las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente. La contextualización del conocimiento del área va más allá de la simple ejemplificación de conceptos con hechos o situaciones cotidianas. Por lo tanto, el aprendizaje debe valorar la aplicación del conocimiento en la vida individual, en los proyectos de la vida, en el mundo del trabajo, favoreciendo el papel del estudiante para abordar los problemas de consumo, energía, seguridad, medio ambiente, salud, entre otros”. [7]*

El tema de la ciencia nuclear sigue siendo un misterio para gran parte de la sociedad brasileña, incluidos los padres y los docentes, que no tienen información apropiada y, en su mayor parte, no pueden discutir el tema. La tecnología nuclear es parte de nuestra vida cotidiana y es necesario acercarse a los jóvenes a esta realidad de una manera natural e investigativa, desmitificando el tema, deconstruyendo prejuicios y temores infundados. Este material innovador fue desarrollado para responder a los desafíos contemporáneos de la

educación científica, abordar la ciencia y la vida, promover el aprendizaje significativo, contribuir a la aceptación pública de la tecnología nuclear, alentar a los jóvenes estudiantes brasileños a la investigación y la tecnología.

## 6. REFERENCIAS

1. Levy, D.S., Villavicencio, A.L.C.H., "Web-Based Tools to Increase Public Understanding of Nuclear Technology and Food Irradiation, in *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index*, Vol. 11(01), 70 - 74 (2017).
2. Levy D. S., Sordi G. M. A. A., Villavicencio A. L. C. H.. "Construindo pontes entre ciência e sociedade: divulgação científica sobre irradiação de alimentos", in *Brazilian Journal of Radiation Sciences*. Vol. 06 (01), 01-13 (2018).
3. Wieland P., Lustosa L. J., "Pesquisa de opinião sobre os fatores de influência na indústria de tratamento de alimentos com radiação no brasil", in *IX Latin American IRPA Regional Congress on Radiation Protection and Safety – IRPA*, Rio de Janeiro, Brasil (2013).
4. Behrens J. H.; Barcellos M.N.; Nunes T. P.; Landgraf M., "Brazilian consumer views on food irradiation" in *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Elsevier, Vol 10(3), 383 -389 (2009).
5. "Diretrizes e bases da educação nacional", Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, Brasil [http:// www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm) (2013).
6. "Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica", Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Brazil. <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file> (2013)
7. "Base Nacional Comum Curricular" <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/> (2018).
8. Comitê Gestor da Internet no Brasil. *Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas escolas brasileiras - TIC Educação 2016*. NIC.BR / CETIC.BR, Brasília, Brasil (2017)
9. Paiva, D.L., "A base nacional comum curricular (BNCC) e a utilização das TIC na educação" in *Pesquisa TIC Educação 2016*, NIC.BR / CETIC.BR, Brasília, Brasil (2017)
10. Comitê Gestor da Internet no Brasil. *Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas escolas brasileiras - TIC Educação 2020*. NIC.BR / CETIC.BR, Brasília, Brasil (2021)