Desenvolvimento Curricular e Didática

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

La integración curricular de contenidos científicos en la formación profesional de estudiantes cubanos de Ingeniería Agrónoma

The curricular integration of scientific contents in the professional training of cuban students of Agronomic Engineering

Jorge Luis Mena-Lorenzo
Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca, Pinar del Río, Cuba
Centro de Estudios de las Ciencias de la Educación
jorgel@upr.edu.cu
https://orcid.org/0000-0003-1364-6524

Juan Alberto Mena-Lorenzo
Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca, Pinar del Río, Cuba
Centro de Estudios de las Ciencias de la Educación
juan.mena@upr.edu.cu

Resumen:

El estudio realizado centra su atención en la integración curricular de contenidos científicos como cualidad esencial para la formación profesional de estudiantes cubanos de Ingeniería Agrónoma. Partimos de una aproximación a la evolución histórica del constructo hasta identificar sus tendencias fundamentales. Se declaran las potencialidades del currículo para la integración de las experiencias socio-científicas y socio-profesionales provenientes de las ciencias básicas (física, química, matemática y biología). Fueron empleados métodos teóricos (el histórico-lógico, la modelación, el sistémico-estructural-funcional, el analítico-sintético, el inductivo-deductivo); y la revisión de documentos como método empírico. La investigación tuvo carácter descriptivo y asumió un enfoque mixto. El análisis realizado permitió comprobar la tendencia creciente hacia la necesidad del fortalecimiento de este proceso, en tanto ha constituido un problema no resuelto en la formación integral de los profesionales de esta especialidad.

Palabras clave: Integración de contenidos científicos, Ingeniería Agrónoma.

Resumo:

O estudo concentra a sua atenção na integração curricular de conteúdos científicos como uma qualidade essencial para a formação profissional de estudantes cubanos de Engenharia Agronómica. Partimos de uma aproximação à evolução histórica do constructo até identificarmos as suas tendências fundamentais. As potencialidades do currículo para a integração de experiências sócio-científicas e sócio-profissionais provenientes das ciências básicas (física, química, matemática e biologia) são declaradas. Foram utilizados métodos teóricos (o histórico-lógico, o modelador, o sistémico-estrutural-funcional, o analítico-sintético, o indutivo-dedutivo); e a revisão de documentos como método empírico. A pesquisa foi descritiva e assumiu uma abordagem mista. A análise permitiu verificar a crescente tendência

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

para a necessidade de fortalecer este processo, uma vez que tem sido um problema não resolvido na formação integral de profissionais desta especialidade.

Palavras-chave: Integração de conteúdos científicos, Engenharia Agronómica.

Summary:

The study focuses its attention on the curricular integration of scientific contents as an essential quality for the professional training of Cuban students of Agronomic Engineering. We start from an approximation to the historical evolution of the construct until we identify its fundamental tendencies. The potentialities of the curriculum for the integration of socio-scientific and socio-professional experiences from the basic sciences (physics, chemistry, mathematics and biology) are declared. Theoretical methods were used (the historical-logical, the modeling, the systemic-structural-functional, the analytic-synthetic, the inductive-deductive); and the revision of documents as empirical method. The research was descriptive and assumed a mixed approach. The analysis made it possible to verify the growing trend towards the need to strengthen this process, since it has been an unsolved problem in the comprehensive training of professionals in this specialty.

Keywords: Integration of scientific content, Agronomic Engineering.

Introducción

Transcurridos casi cuatro lustros del siglo XXI resulta sorprendente que la enseñanza de los contenidos científicos en las carreras de ingeniería continúe siendo parcelada (Lara, 2016; Martin, Mena, J.L. & Valcárcel, 2018) y descontextualizada de las necesidades propias del profesional en formación (Santos, 2008; Fazenda, 2015; Mena, J.L., Cabrera & Navarro, 2017). Un análisis pausado sobre la temática devela, por una parte, que no hemos avanzado lo suficiente (Cabral, Rebelo & Lopes, 2017); y por la otra, que se cumplen las palabras de Mario Benedetti al profetizar: «Cuando creíamos que teníamos todas las respuestas, cambiaron todas las preguntas».

Válida aseveración del poeta pues sus criterios, interpretados desde nuestro contexto educativo, evidencian la contradicción dialéctica que se manifiesta entre las necesidades de la sociedad y el creciente desarrollo de las ciencias como fuerza productiva vital que da solución a problemas fundamentales del desarrollo científico, técnico y social. En tal sentido, y en definitiva, «preguntas y respuestas» conforman un par dialéctico indispensable en nuestras aulas universitarias.

Como soporte de estas ideas, consideramos que los currículos diseñados para la formación profesional de los ingenieros en las universidades requieren de una sólida, suficiente, integrada y siempre actualizada base científica que facilite el uso de conocimientos establecidos, su reconstrucción y transferencia a nuevos contextos socio-productivos. Estas constituyen cualidades que deberán acompañar a un buen ingeniero en su vida profesional, las que sin duda garantizarán el «aprendizagem ao longo da vida» que necesaria y oportunamente se preconiza en el ámbito europeo (Neves, 2010; Oliveira, 2010).

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

Sin embargo, en general los estudiantes que arriban a las carreras de ingeniería en todo el mundo llegan con conocimientos muchas veces obsoletos, confusos o incorrectos (Neumann, 2014; Redish, 2014), lo que requiere nivelar su estructura cognitiva, procedimental y actitudinal en ciencias como punto de partida para emprender la apropiación de nuevos aprendizajes. Esta regularidad fue determinada antes en el estudio realizado como parte de un proyecto financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). Investigadores como Pérez *et al.* (2013) concluyeron que los estudiantes de la carrera Ingeniería Agrónoma en la Universidad de Pinar del Río inician sus estudios con un nivel de razonamiento científico "todavía en transición al razonamiento formal" (p. 34), lo que limita la consecución "de los objetivos tradicionales del nivel universitario, como el aprendizaje de información y procedimientos relativamente complejos." (p. 34).

Paradójicamente, y como plantean Mena, J.L. & Mena, J.A. (2011), un Ingeniero Agrónomo debe aprender a discernir entre el carácter unificado, totalizador e integral con que existe y se percibe la naturaleza agronómica y lo incompleto, fragmentado e históricamente condicionado de los conocimientos científicos aprehendidos (necesarios y suficientes) para solucionar problemas profesionales.

De acuerdo con Repilado (2008), ésta es la contradicción esencial del proceso de integración de contenidos. Por tanto, aceptar este postulado implica reconocer el vínculo entre la formación del pensamiento integrador en los estudiantes y la integración de contenidos científicos como estrategia de enseñanza y estrategia de aprendizaje, insistimos, para toda la vida.

En el presente estudio nos proponemos identificar, en un primer momento, las tendencias fundamentales en el proceso de integración curricular de contenidos a partir de un acercamiento a su evolución histórica y actual en el contexto educativo internacional y cubano. Finalmente, trataremos las potencialidades de este proceso para la formación profesional del Ingeniero Agrónomo en Cuba, a partir ejemplos que lo tipifican de manera trascendente.

Lo haremos conscientes del desafío que representa para la educación universitaria romper el paradigma tradicional de impartir clases (Padilla, 2008), y por asumir a plenitud que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias son procesos de compromiso y acompañamiento, que deben tener a la mira su impacto en la educación científica y profesional de los ingenieros en formación.

Metodología

La investigación, de carácter descriptivo, se apoyó en el método dialéctico-materialista y asumió el enfoque mixto como orientación general. Para la búsqueda de los conocimientos que dieron respuesta al objetivo fueron utilizados un grupo de métodos teóricos como: el histórico-lógico, la modelación, el sistémico-estructural-funcional, el analítico-sintético y el inductivo-deductivo.

Como método empírico fundamental se analizó el contenido de documentos rectores como: Reglamento de Trabajo Docente Metodológico (RM 210/07 y RM 2/2018) del Ministerio de Educación Superior en Cuba, el Modelo del Profesional de la carrera Agronomía, sus Planes de

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

Estudio, programas de las disciplinas de ciencias básicas y de las asignaturas Práctica Agrícola I y II, informes sobre las actividades integradoras de evaluación de las Prácticas Laborales en la carrera, Tesis de Grado y Trabajos de las Jornadas Científico-Estudiantiles en la carrera.

La revisión de la literatura permitió ubicar, consultar y obtener la bibliografía y otros materiales de mayor utilidad para los propósitos del estudio, de donde se extrajo y recopiló la información relevante y necesaria que atañe al problema de la investigación (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2013).

Resultados

Como resultado del estudio empírico realizado se pudo constatar que en los artículos del Reglamento de Trabajo Docente Metodológico se aborda el tema de la integración, en sus acepciones relacionadas con los sujetos (profesores y estudiantes), con los componentes (académico, investigativo y laboral), con las formas de docencia (conferencias, clases prácticas, laboratorios, seminarios, talleres) y con los contenidos de las materias de estudio. En relación a la integración curricular de contenidos se expresa en el Capítulo II, Artículo 36, que los colectivos de disciplinas deben lograr enfoques coherentes en la integración y sistematización de contenidos de diferentes disciplinas o a partir de otras necesidades que surjan en el desarrollo del proceso de formación. En el Artículo 107 se consigna que en la conferencia se deben emplear métodos científicos y pedagógicos suficientes que ayuden a los estudiantes en la integración de los conocimientos adquiridos y en el desarrollo de las habilidades y valores que deberán aplicar en su vida.

En dichos artículos se concibe a la integración curricular de contenidos como una vía para potenciar la formación de un profesional de perfil amplio. Sin embargo, en la evolución histórica de los Planes de Estudio (A, B, C, C Perfeccionados y D)[1] no se explicita qué deberán hacer las ciencias básicas para formar un Ingeniero Agrónomo capaz de integrar contenidos durante la solución de problemas de perfil profesional.

Ello se afianza en el caso del actual Plan de Estudios E, donde la ubicación curricular de las asignaturas no siempre responde a un pensamiento integrador. Por ejemplo, la Fisiología Vegetal, reconocida en el Modelo del Profesional del Ingeniero Agrónomo como ciencia básica, aparece en el tercer año y no en los dos primeros años, con lo cual no garantiza la continuidad y secuencia al establecer la relación estructura-función: la estructura de la planta en primer año y su funcionamiento en segundo.

Al analizar la presencia de las ciencias básicas en el currículo del Ingeniero Agrónomo se observa que éstas, derivadas en asignaturas, ocupan el 22,9 % del total (4 202 horas) y el 60,2 % de la

1 A partir de la Reforma Universitaria cubana se han ido implementando distintos planes de estudio que han sido nombrados A, B, C, C Perfeccionados y D. Se diferencian fundamentalmente por su diseño curricular, por la disminución de horas presenciales y por la vinculación creciente de la teoría a la práctica socio-laboral soportada en el modelo de formación profesional compartida con el sector productivo y de servicios.

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

formación básica (1 600 horas). De ellas 654 horas están destinadas al componente académico y 296 horas al componente laboral-investigativo, lo cual denota el interés por formar a los estudiantes, desde las ciencias básicas para un mejor desempeño profesional constituyendo un acierto del nuevo Plan de Estudios.

No obstante, en el documento oficial elaborado por la Comisión Nacional de Carrera (CNC) se plantea que un elemento distintivo de este Plan de Estudios es «el aumento de las horas dedicadas al componente investigativo-laboral en las asignaturas», donde «el trabajo investigativo independiente cobra una gran importancia». Si se está proyectando la formación de un Ingeniero Agrónomo de perfil amplio, que sea capaz de satisfacer las demandas de la sociedad, ¿por qué fomentar la investigación desde cada disciplina y no integrada a la asignatura principal integradora, como responsable fundamental de la formación profesional en el año académico?

En los programas de las disciplinas se enfatiza más en el «qué» deberá ser transmitido, que en el «cómo» ha de ser integrado y transferido al objeto de la profesión. Ello impone limitaciones a las ciencias básicas para vencer las barreras que la profundización y especialización han provocado y trae consigo la existencia de un currículo donde estas materias quedan de manera constreñidas.

Por otra parte, las Prácticas Agrícolas I y II (propias del perfil profesional) no logran atraer a las ciencias básicas hacia la formación del profesional y quedan en el currículo como una asignatura más, lo que contribuye a acentuar la parcelación del ciclo básico y frena el desarrollo de la integración curricular de contenidos tomando como punto de mira a la profesión.

En la revisión de los informes sobre las actividades integradoras de evaluación de las Prácticas Laborales en la carrera (49 en total), los trabajos de las Jornadas Científico-Estudiantiles (55 en total) y las Tesis de Grado (69 en total), desarrolladas en el período 2009-2017, no se aprecia una tendencia marcada a tratar con profundidad los contenidos de las ciencias básicas. Además, resultan insuficientes las tesis tutoradas por los profesores de las ciencias básicas en esta etapa y, en contraposición se aprecian insuficiencias en el tratamiento matemático y estadístico de la data experimental procesada.

De todo ello pudiera inferirse que no se sistematiza en su sentido horizontal y vertical la integración curricular de contenidos científicos en las asignaturas principales integradoras y en el componente laboral-investigativo de la carrera. De este modo se limita la formación básica y la consecuente formación de un pensamiento profesional del Ingeniero Agrónomo desde el ciclo básico.

En el estudio teórico realizado se pudo comprobar la actualidad de la problemática, lo que nos condujo a un acercamiento a su evolución histórico-lógica.

Aproximación histórica a la integración de contenidos científicos

El modo fragmentado en que se organizan los currículos en la actualidad tiene sus raíces en el propio proceso de profundización y especialización de las ciencias. Estas experimentaron la necesaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

derivación hacia disciplinas científicas, "cada una con su marco conceptual correspondiente que pocas veces revela un origen común o una interrelación." (Peme *et al.*, 1984, p. 9).

Tales dificultades fueron reconocidas por Platón (427-347 a.n.e.), para quien la filosofía constituía una materia integradora por excelencia. A este precursor le siguieron otros como Bacon (1561-1626), Comenio (1592-1670), Descartes (1596-1650), Kant (1724-1804) y Comte (1798-1857), los que defendieron la cosmovisión o unidad del saber, al contemplar el conjunto de los objetos de aprendizaje como unidad, y la necesidad de su estudio integrado.

Estos criterios tuvieron sucesión en los planteamientos de Marx (1818-1883), Dewey (1859-1952) y Piaget (1896-1980). Dichos autores consideraban que las ciencias poseen principios que dinamizan su unidad, por ello se precisan esfuerzos comunes para trascender sus fronteras. Tales encuentros Engels (1982), los llamó "puntos de crecimiento de la ciencia, que son el resultado de sus interacciones." (p. 134).

La integración, vista desde esta perspectiva, requería de un currículo integrado, que partiera de reconocer las experiencias personales en el aprendizaje y que considerara el carácter activo del niño en las actividades, extrayendo conclusiones como resultado de la observación y la experimentación (Torres Santomé, 2006; Zanatta & Yurén, 2008).

Tomando estos criterios, la UNESCO desarrolló proyectos para la enseñanza integrada de las ciencias en países como España, Tailandia, Israel, Filipinas, Perú y Centro América, los que recibieron asistencia técnica del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) o del Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la infancia (UNICEF). En 1968 se celebró el Primer Congreso sobre la enseñanza integrada de la ciencia en Droujba-Varna, Bulgaria.

De esta manera la integración curricular de contenidos científicos bajo el sobrenombre de «enseñanza integrada de las ciencias» se convirtió en la década de los 70´, del siglo pasado, en una tendencia establecida. Emergió como necesidad de la propia ciencia de superar el positivismo implícito en sus fronteras desde una visión globalizadora y para revelar, como forma de desarrollo, los puntos de encuentro naturales entre las ciencias, emparentándolas unas con otras.

Kédrov (1968, p. 6) observaba que:

> *"Son precisamente aquellas orientaciones de la ciencia que presuponen la interacción de diferentes ciencias entre sí, la formación de un cierto tipo de grupos complejos de ciencias, el empalme entre ciencias que hasta hace poco parecían extrañas unas a otras, las que adquieren hoy una significación rectora."*

En Gutiérrez, Serrano & Juncosa (1977), se exponen ejemplos de proyectos con experiencia en su aplicación, como los de: la Universidad de Oviedo (1972-1973); la Universidad Complutense de Madrid (1972-1973); y los del Instituto Pedagógico Somosaguas (década de los 60´, del pasado siglo), cuya pretensión era ayudar a los estudiantes a insertarse en la sociedad como hombres responsables y libres.

La UNESCO intervino en América Latina en 1972 desarrollando en Montevideo la Reunión Consultiva sobre la Enseñanza Integrada de las Ciencias, como parte del programa destinado

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

a promover dicha práctica pedagógica. En ella se ratificó que esta modalidad contribuye a la educación general, pone el acento sobre la unidad fundamental de la ciencia y ayuda a encontrar su lugar en la sociedad contemporánea.

Del mismo modo, en la historia pedagógica cubana se atesora el pensamiento de personalidades ilustres que demostraron su interés por la problemática. Tales como Varela y Morales (1788-1853), Luz y Caballero (1800-1862) y Varona (1849-1933), entre otros, quienes resaltaron la necesidad de estudiar la naturaleza desde criterios distintos a la parcelación del conocimiento.

De este modo, Martí (1975, p. 164) advirtió sobre la importancia de una visión integrada de la naturaleza al plantear:

> *"Tortura la ciencia y pone el alma en el anhelo y fatiga de hallar la unidad esencial, en donde, como la montaña en su cúspide, todo parece recogerse y condensarse [...] El Universo es lo universo. Y lo universo, lo uni-vario, es lo vario en lo uno. La Naturaleza llena de sorpresas es toda una."*

No obstante, Vega (2007) considera que en la Educación Superior cubana la atomización de los aprendizajes prevalece sobre la integración curricular de contenidos. Ello constituye el resultado de no contar con colectivos de profesores preparados para captar la esencia del resto de las disciplinas, lo que impide establecer las relaciones esperadas, emplear métodos de enseñanza que se ajusten a las nuevas exigencias, elaborar guías y materiales apropiados y organizar el contenido para facilitar su integración.

Entre tanto, Repilado (2000), refiriéndose a la organización del currículo escolar en ciclo, año, disciplina y clase, plantea que si se consideran a esos niveles como entidades complejas, interconectadas, (mini)totalidades en sí mismas respecto a una totalidad mayor centrada en la formación del profesional, es posible atenuar el grado de atomización que aparentemente se manifiesta.

Frente a esta disyuntiva está la dicotomía en el tratamiento del constructo y su uso en determinados contextos de aprendizaje. El (re)unir los saberes disgregados en disciplinas aisladas con sentido para el que aprende, requiere de un análisis profundo en el plano didáctico, a nivel curricular y a nivel de las actitudes de los actores sociales implicados. Ello conduce a estudiar con detenimiento este concepto y su papel renovador en la enseñanza de las ciencias.

Tendencias en la integración curricular de contenidos científicos en la carrera Agronomía

Las críticas realizadas por los clásicos al excesivo academicismo trascendieron hasta la actualidad y mantienen su vigencia en la enseñanza de las ciencias. Se necesita de una educación científica para los estudiantes que garantice su visión integradora del mundo y la comprensión suficiente para garantizar su sostenibilidad y sustentabilidad.

De esta manera resulta urgente un cambio de paradigma de las ciencias para solucionar la fragmentación de contenidos en el currículo y la disociación de su aprendizaje en los

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

estudiantes. Además, que el nuevo paradigma considere el uso de estrategias de trabajo colectivo entre los profesores como vía para su formación más integral.

Según Perera (2004) y Ouellet, Romero & Sawchuk (2016), resulta imprescindible desarrollar una educación caracterizada por la estructuración curricular, el desarrollo metodológico del quehacer pedagógico, la integración de contenidos y por experiencias facilitadoras de una comprensión más reflexiva y crítica de la realidad.

Estos criterios fueron sistematizados por Fiallo (2001), al plantear que la penetración, las influencias recíprocas y los entrecruzamientos en las disciplinas científicas constituyen características principales del desarrollo de las ciencias. De esta manera, asumir el reto de entrecruzar disciplinas, significa reconocer en los saberes disciplinares una condición para su relacionamiento con otras áreas del saber que, por demás, constituyen campos específicos de competencias que han sido constreñidas a la parcialidad (Mena, J.L., 2012).

Bajo estos criterios se organiza y dirige la «enseñanza de la ciencia por la ciencia», como tendencia manifiesta en la actualidad, centrada más en el conocimiento disciplinar que en su relacionamiento interno y externo con las demás ciencias del currículo.

No se trata, refiere Machado (2008), de llegar a los extremos y anteponer antagónicamente la especialización versus la integración del conocimiento humano. La cuestión está en lograr una integración capaz de posibilitar que el sistema investigado, no continúe fragmentándose en las mentes y en sí mismo.

Un acercamiento al concepto de integración de contenidos científicos precisa tomar a la interdisciplinariedad como punto de partida (Pombo, 2005). Esta resulta de la interacción de dos perspectivas que en contrastación dialéctica se presuponen: una dirigida a la integración de conocimientos, es decir, al descubrimiento de sus nexos; y otra, a la precisión y delimitación de su alcance (Martínez, Ortiz & González, 2007).

Para Piaget (1978), la interdisciplinariedad es concebida como el segundo nivel de relacionamiento entre las disciplinas, donde se hacen reales las interacciones de reciprocidad entre éstas, lográndose el enriquecimiento mutuo. La interdisciplinariedad exige la búsqueda de un lenguaje común entre las disciplinas, en el orden de la complementariedad o la integración de conceptos, métodos y principios, así como en su epistemología y axiología.

Si bien la interdisciplinariedad permite la interrelación de diferentes campos de conocimiento con finalidades de investigación o de solución de problemas, la integración significa la unidad de las partes (Pring, 1977), lo cual se explica básicamente en la Teoría de los Sistemas y en el método sistémico estructural funcional (Sosa, García & Bueno, 2017).

Peme *et al.* (1984, op. cit.), reconocen la ambigüedad en el uso del término integración. En su lugar proponen una clasificación que contiene los conceptos de coordinación de disciplinas, combinación de disciplinas de una misma área del conocimiento, área común de ciencias e integración de disciplinas. Para los autores, la integración de disciplinas implica relaciones mucho más estrechas y profundas entre las materias del sistema educativo, alrededor de un objetivo integrador.

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

Los estudios realizados en torno a la integración de contenidos revelan, al menos, dos tendencias fundamentales. Por una parte, se asume como el fundamento esencial para un modelo didáctico de las ciencias, y por la otra, como una dimensión dentro de la teoría de diseño curricular.

Fumagalli (1993) considera que la integración enriquece los esquemas de conocimiento de los alumnos, lo que requiere promover la construcción de conceptos y de relaciones de significado entre los mismos: "Nos estamos refiriendo a una integración conceptual basada en relaciones de significado." (p. 46). Si lo aprendido puede entrar en relación e integrarse a conocimientos ya poseídos, es posible incorporarlo a las estructuras de conocimientos ya actuales. Por el contrario, cuando el que aprende encuentra contenidos casi sin sentido, ligados arbitrariamente entre sí y difíciles de relacionar con los contenidos de su actual estructura cognoscitiva, ocurre un aprendizaje memorístico.

Sivira (2008, p. 2), plantea que la integración curricular de contenidos científicos provenientes de las ciencias:

> *"Ofrece la oportunidad de crear procesos alternativos y creativos de aprendizaje que amerita la actualización del docente para [...] desarrollar las habilidades básicas de los estudiantes y romper las barreras de la cotidianidad e insertarse en la transdisciplinariedad de la ciencia en una forma holística e integral."*

Estas posibilidades de adaptación dependerán de la capacidad desarrollada por los estudiantes para entender que la integración curricular de contenidos es una tendencia inevitable en la actualidad, lo cual soluciona la incapacidad de las ciencias para controlar, prever y hasta concebir su papel social como resultado de integrar, articular y reflejar sus propios contenidos. Ello obliga a elevar la eficiencia de los procesos formativos y a evitar repeticiones innecesarias en la enseñanza y en elaprendizaje, e implica que los estudiantes descubran las propiedades, regularidades y nexos esenciales del objeto de estudio, para poder aplicar con creatividad, en situaciones disímiles, los conceptos aprendidos.

Lo planteado anteriormente, según Repilado (2008, op. cit.p. 4.),

> *"[...] supone el movimiento de contradicciones transformándose de explícitas o esenciales a implícitas o secundarias, de activas a potenciales, de evidentes a ocultas, apareciendo nuevas contradicciones, alternándose los lugares incesantemente según las circunstancias."*

Para Portela (2004), la integración de lo cognitivo, lo afectivo y lo valorativo debe constituir una premisa básica en la integración de contenidos, lo que promueve el pensamiento lógico, reflexivo e integrador, en correspondencia con la naturaleza integral y compleja del material seleccionado.

En un segundo grupo se encuentra Beane (2005), quien hace un estudio del fenómeno desde lo curricular y critica los discursos que desconocen la evolución histórica de la integración, confundiéndola con una reorganización de los contenidos de diversas asignaturas en torno a un tema. Para Beane, la integración curricular es una teoría del diseño curricular que se ocupa

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

de mejorar las posibilidades de la integración personal y social mediante la organización del currículum sin tener en consideración la separación por asignaturas.

Al referirse a la integración en el plano cognitivo, asume a los contenidos estructurados en conocimientos, habilidades y valores, e insiste en que las experiencias aprendidas favorezcan el hacer y el sentir en un plano de intercambio social, estableciendo puntos de coincidencia con el Enfoque Histórico-Cultural fundamentado por Vygotsky (1995) y sus seguidores.

Por su parte, Díaz (2005), considera que el tema de la integración de contenidos a nivel curricular se desprende de su estructura organizativa. La integración tiene que ver con el modo de conformar el currículo como una totalidad consistente y coherente, que incluya sus elementos constitutivos de forma coordinada e interdependiente.

En esta línea de pensamiento se encuentran Rosell, Dovale & González (2004), para quienes la integración debe ser interpretada como "la agrupación de los contenidos fundamentales de varias disciplinas, que se interrelacionan y pierden su individualidad para formar una nueva unidad de síntesis interdisciplinaria con mayor grado de generalización."(p.1).

Una organización del currículo de las ciencias, centrado en la integración de contenidos, según el autor, debe:

- Facilitar a los estudiantes la generalización, sistematización e integración de contenidos, manteniendo el orden lógico de las asignaturas.
- Reducir extraordinariamente el tiempo total de docencia y disminuir las prácticas enciclopedistas, al eliminar repeticiones y detalles innecesarios.
- Proporcionar a los profesores un marco apropiado para intercambiar experiencias y uniformar la terminología.
- Facilitar la coordinación e integración de contenidos de enseñanza con otras disciplinas docentes.
- Lograr una relación estudiante-profesor más favorable, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo.

Otros análisis acerca de la integración de contenidos conducen a su organización en el currículo, desde sus componentes horizontales y verticales, con el fin de contribuir a la formación de la lógica del pensamiento profesional en los estudiantes (Vidal & Sanz, 2001).

La integración curricular de contenidos, en su sentido horizontal, se realiza incluso con asignaturas de objetos distintos, a través de elementos comunes como los métodos lógicos del pensamiento, la caracterización sistémica o genética, el uso de metalenguajes y los lenguajes en sí mismo (Álvarez, 1999), lo que ayuda a esclarecer el entrecruzamiento entre las materias de estudio.

Se destaca la integración horizontal por sus posibilidades de coherencia e integración de contenidos, lo que incide directamente en su asimilación profunda, extensa y amplia. Además, por poner de manifiesto la relevancia personal, social y profesional de los aprendizajes logrados.

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

El proceso de integración curricular de contenidos científicos no supone en sí una tarea fácil. Por ello se precisa identificar aquellas áreas del conocimiento y las habilidades comunes para vencer de manera natural las barreras impuestas por la especialización. Este resultaría un importante paso inicial.

Potencialidades para la integración de contenidos científicos en Agronomía

De acuerdo con De Ferranti *et al.* (2003), lo que se necesita en la actualidad, a tenor de los acelerados cambios tecnológicos intensivos en destrezas, es la capacidad de aprender, de adaptarse, innovar, trabajar en equipo y relacionarse con una amplia variedad de actores. Son más importantes los conocimientos científicos básicos en sus áreas y el desarrollo de capacidades de resolución de problemas, que dominar técnicas específicas que pueden quedar obsoletas con suma rapidez.

El Ingeniero Agrónomo es un profesional que, haciendo uso racional de los recursos humanos, físicos, químicos, matemáticos, biológicos y sociales, debe dirigir el proceso de producción agropecuaria con una lógica que implica: diagnosticar, pronosticar, planificar, organizar, aplicar, ejecutar y controlar.

En su formación básica el Ingeniero Agrónomo debe incorporar un sistema de conocimientos, habilidades y actitudes hacia las ciencias básicas (física, química, matemática y biología) que le permita construir una cultura científica orientada hacia la profesión. Ello incide en su posterior desempeño laboral, el que se debe ir construyendo desde los primeros años de la carrera. Cada ciencia básica ha de justificar su presencia en el currículo, esencialmente, sobre la base de los principios de profesionalización, fundamentalización y sistematización.

La disciplina física al establecer leyes y principios básicos de la naturaleza contribuye a la comprensión de la biología vegetal y animal, a los fenómenos que ocurren en el suelo, en la planta y en la atmósfera. Fundamenta el funcionamiento de la maquinaria agrícola y establece las condiciones para asimilar el desarrollo de la ciencia y la técnica, permitiendo la incorporación de nuevas tecnologías a los procesos productivos y de optimización (Álvarez-Ude, 2003). La disciplina, al incorporar su método de trabajo científico, contribuye significativamente a la formación de actitudes hacia el quehacer investigativo del Ingeniero Agrónomo.

La disciplina química favorece el óptimo aprovechamiento de las capacidades bioproductivas de las especies objeto de su trabajo, en armonía con el ambiente, todo lo cual presupone, además, la evaluación sistemática de la calidad de los satisfactores producidos y la del estado del ecosistema sobre el que actúa. Su contenido abarca desde la estructura y las propiedades químicas de los elementos relacionados con los ecosistemas agrícolas, hasta los procesos metabólicos en que intervienen las biomoléculas esenciales para el desarrollo de la vida vegetal y animal. Incluye, además, los aspectos principales de aquellos métodos analíticos de mayor utilización en la caracterización química y fisicoquímica de los ecosistemas, la evaluación del estado nutricional de las especies y la determinación de los más importantes indicadores de la calidad de los satisfactores producidos (Triana, 2014).

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

La Matemática Aplicada en las ciencias agropecuarias permiten brindar criterios y herramientas básicas para manejar e interpretar cada vez mejor la actividad agrícola, satisfacer las demandas de nuevas tecnologías para producir en mercados globales altamente competitivos resguardando los recursos naturales y tomar decisiones a mediano y largo plazo en condiciones similares de experimentación (Ortega, 2000).

En particular, las técnicas estadísticas representan una novedosa alternativa ya que éstas permiten predecir el comportamiento de la calidad de los frutos durante su almacenamiento y exoneran a las agroindustrias de engorrosas tecnologías, que en su mayoría son costosas y requieren de un gran tiempo para monitorear los cambios que los productos suelen sufrir durante su almacenamiento. En diversas investigaciones el ingeniero agrícola necesita analizar si un aditamento a una maquinaria aumenta o no su tiempo de servicio sin roturas, optimizar recursos, transportación, teniendo en cuenta limitaciones reales (Callejas, 2008; Chávez *et al.,* 2013).

La disciplina biología, básica dentro del ciclo de formación, tiene el papel de introducir a los estudiantes en el campo de la Agronomía, familiarizándolos con el trabajo de la producción en condiciones reales. Para lograrlo aplica en el ejercicio de la profesión conocimientos y habilidades en los campos de la morfología, la fisiología, la genética y la microbiología relacionándola con la actividad metabólica de la plantas y animales, ofreciendo al profesional una sólida preparación en la integración conceptual al trabajar las características biológicas de las plantas, los animales y los microorganismos, desde un enfoque interdisciplinario (Olivares, Hernández & Hernández, 2017)

En los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias se debe revelar el carácter integrador de la naturaleza agronómica, toda vez que los fenómenos naturales (y su interpretación) no existen independientes los unos de los otros.

Según Feuman (1968), citado por Colectivo de Autores (1983, p. 52), la matemática no es solo el lenguaje de la física, "ésta es el lenguaje más el razonamiento." En la física los métodos matemáticos son los métodos principales de investigación, tanto en la elaboración del material experimental como para la elaboración de las teorías.

La física y la química coinciden en el estudio de determinados procesos, fenómenos, medios, conceptos y teorías. Ejemplo de ellos son los conceptos de sustancia, masa, peso, energía, entropía y leyes como la de conservación y transformación de la energía y de las cargas eléctricas. En el campo de lo procedimental coinciden en el desarrollo de habilidades experimentales relacionadas con el uso del equipamiento del laboratorio, las mediciones, la realización de cálculos y la elaboración de informes técnicos.

Al estudiar la biología los estudiantes utilizan conceptos físicos tales como: calor, temperatura, luz, humedad y otros y se familiarizan con las propiedades de los gases, líquidos y cuerpos sólidos. Durante el estudio de la electricidad en física se puede analizar con los estudiantes la función del campo eléctrico en la actividad viva de las células y cómo se invierte energía en la formación de diferencias de potencial entre las capas externas e internas en las células, al ser liberada dicha energía en el intercambio de sustancias. Se estudia, además, cómo en los organismos vivos existen constantemente biocorrientes cuyas intensidades no alcanzan

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

valores grandes. Ejemplo de ellos es que en las pequeñas raíces de las plantas la densidad de corriente es aproximadamente igual a 0,01μA/mm^2.

Entre las leyes de la física que son pertinentes a la biología están las correspondientes a la termodinámica. Mediante sus principios generales gobiernan todas las transformaciones energéticas, los procesos de transporte a través de las membranas celulares y las reacciones químicas. El paso a través de la membrana depende de las propiedades físicas y químicas que resultan de su estructura lipídica y proteica y de las sustancias que interaccionan con las membranas.

En general, resulta importante reconocer que los estudiantes necesitan dominar las leyes de las ciencias básicas para poder explicar cómo los sistemas vivos mantienen su ambiente interno, hecho que resulta trascendental para el Ingeniero Agrónomo, gestor de los procesos de producción agropecuaria y profesional imprescindible en el mejoramiento de la vida en la sociedad.

Resulta necesario abandonar el paradigma curricular cuya práctica pedagógica se identifica con la transmisión de conocimientos. Se precisa estimular el pensamiento creador, la investigación y el relacionamiento de las disciplinas y apuntar al aprendizaje de contenidos y métodos con mayor nivel de autonomía en los estudiantes, lo cual conduce a la determinación de la trascendencia de la integración curricular de las ciencias.

Conclusiones

Los análisis realizados sobre la integración curricular de contenidos científicos lo ubican en el marco epistemológico de la Didáctica Integradora, y facilitan el establecimiento de un conjunto de precisiones que aportan una visión monolítica del constructo hacia lo interno, sujeta a la dinámica y evolución de las ciencias.

Se reconoce así que la integración curricular de contenidos científicos:

- Como tendencia didáctica, revela la necesidad de solucionar la fragmentación de la enseñanza y la disociación del aprendizaje. Ello implica determinar los puntos de encuentro entre las ciencias en el orden de lo cognitivo, lo metacognitivo, lo procedimental y lo actitudinal, lo cual denota la importancia de un pensamiento integrador que trasciende a lo disciplinar y lo transforma dialécticamente.
- Exige la superación constante y dirigida del profesorado hacia los rigores de la profesión y la elevación sistemática del nivel de desarrollo intelectual de los estudiantes, en función de integrar los contenidos en la lógica de su pensamiento profesional en formación.
- Como tendencia curricular requiere del uso de estrategias de trabajo colectivo entre los profesores para lograr que los estudiantes descubran las propiedades, regularidades y nexos esenciales del objeto de estudio, lo que favorecería la aplicación creativa de los conceptos aprendidos en nuevos contextos de aprendizaje.

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

- Tales propósitos exigen la integración del currículo en torno a temas y problemas de significación para los estudiantes, los que han de ser identificados de forma colaborativa junto a los profesores. Ello permitiría romper las barreras entre las asignaturas y conducir la integración de contenidos hacia la transdisciplinariedad de las ciencias, soportada en las relaciones ciencia-tecnología-sociedad-ambiente y teoría-práctica.

Estas precisiones son válidas siempre y cuando el proceso de enseñanza y de aprendizaje que sustente a la integración curricular de contenidos científicos, desde su epistemología estimule la profesionalización de las ciencias a partir de identificar las necesidades socio-científicas y socio-profesionales de los estudiantes.

Referencias bibliográficas

Álvarez, C. M. (1999). Pedagogía como ciencia. La Habana: Academia.

Álvarez-Ude, J. (2003). Física en el trópico: Quince años de cooperación entre la universidad UNA de Nicaragua y la universidad de Alcalá UAH – España. [Disponible en http://www.campus-oei.org consultado en 6/06/2018].

Beane, J.A. (2005). La integración del currículum. (Trad. R. Filella). España: Morata.

Cabral, P., Rebelo, C. & Lopes, M. (2017). Práticas intergeracionais e interdisciplinares na Educação. Um exemplo prático no Ensino Básico. Revista Portuguesa de Pedagogia, [S.l.], n. 51-1, p. 63-82.

Callejas, J. C. (2008). Modelo de formación profesional de la carrera Ingeniería Agrícola de la universidad de Ciego de Ávila dirigido al desarrollo de habilidades en la solución de problemas profesionales utilizando las Competencias en las Unidades Básicas de Producción. Tesis de doctorado. España: Universidad de Granada. [Disponible en https://hera.ugr.es/tesisugr/17664664.pdfconsultado en 12/06/2018]

Chávez, D., Sabín, Y., Toledo, V. & Jiménez, Y. (2013). La Matemática: una herramienta aplicable a la Ingeniería Agrícola. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 22 (3), 81-84.

Colectivo de autores. (1983). Metodología de la enseñanza de la Física. 7º y 8º grados. Tomo I. La Habana: Pueblo y Educación, p. 52.

De Ferranti, D., Perry, G., Guasch, L. y otros (2003). Cerrando la brecha en educación y tecnología. Washington, D.C., Banco Mundial.

Díaz, F. (2005). Desarrollo del currículo e innovación: modelos e investigación en los noventa. Revista Perfiles Educativos, XXVII (107), 57-84.

Engels, F. (1982). Dialéctica de la Naturaleza. La Habana: Ciencias Sociales, p. 134.

Fazenda, I. (2015). Interdisciplinaridade: Didática e prática de ensino. Revista Interdisciplinaridade, 6, 9-17.

Fiallo, J. (2001). La interdisciplinariedad en la escuela: de la utopía a la realidad. Disertación presentada en Evento Internacional Pedagogía 2001. La Habana: Ministerio de Educación.

Fumagalli, L. (1993). El desafío de enseñar ciencias naturales. Buenos aires: Troquel, p. 46.

Gutiérrez, R., Serrano, T. & Juncosa, A. (Org.) (1977). La ciencia integrada en el programa escolar. España: Narcea, S. A. Ediciones.

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

Hernández Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2013). Metodología de la Investigación (6.a ed.). México, DF: MCGRAW-HILL.

Kédrov, B.M. (1968). Marx y la unidad de las ciencias naturales y sociales. VoprosiFilosoffi. (5), p. 6.

Lara, A. (2016). Desarrollo y aplicación de una estrategia didáctica para la integración del conocimiento a la enseñanza de la física en ingeniería. Revista Innovación Educativa, 16 (71), 1665-2673.

Machado, E. F. (2008). Textos y contextos de la investigación educativa. Revista Pedagogía Universitaria, XIII (1), 5-9.

Martí, J. (1975). Obras completas. Tomo 11. La Habana: Ciencias Sociales, p. 164.

Martin, J. C., Mena, J. L. & Valcárcel, N. 2018). Formación de habilidades de la Física en estudiantes de Agronomía. Revista Mendive, 16 (2), 204-221.

Martínez, F., Ortiz, E. & González, Q. (2007). Hacia una Epistemología de la Transdisciplinariedad. Revista Humanidades Médicas, 7 (2), 34p.

Mena, J. L. & Mena, J. A. (2011). Concepción didáctica para una enseñanza-aprendizaje de las ciencias básicas centrada en la integración de los contenidos, en la carrera de Agronomía. Revista Pedagogía Universitaria, 16 (4), 53-81.

Mena, J. L., Cabrera, J. S. & Navarro, J. I. (2017). Actitudes de los estudiantes de ingeniería hacia el aprendizaje de las ciencias. Revista Ciencia e Innovación Tecnológica, I, 1731-1741.

Mena, J. L. (2012). Didáctica de la Integración de los Contenidos (Primera Parte). SaarbrücK, Alemania: Editorial Académica Española.

Ministerio de Educación Superior (MES). (2007). Reglamento de trabajo metodológico. RM. 210/2007. La Habana, Cuba.

Ministerio de Educación Superior (MES). (2018). Reglamento de trabajo metodológico. RM. 2/2018. La Habana, Cuba.

Neumann, S. (2014). Three misconceptions about radiation – And what we teachers can do to confront them. The Physics Teacher, 52 (6), 357-359.

Neves, C. (2010). Aprendizagem ao Longo da Vida: das orientações comunitárias às estratégias de cinco Estados-membros. In M. Gaio Alves (ed.). Aprendizagem ao longo da vida e políticas educativas Europeias: tensões e ambiguidades nos discursos e nas práticas de estados, instituições e indivíduos (pp. 53-74). Lisboa: UIED, Colecção Educação e Desenvolvimento.

Olivares, K., Hernández, R. & Hernández, I. (2017). La integración conceptual en la disciplina Biología: una estrategia didáctica para la formación del Ingeniero Agrónomo. Revista Santiago, 143, 417-431.

Oliveira, A. L. (2010). Aprendizagem ao Longo da Vida, Ensino Superior e novos públicos: uma perspectiva internacional. In M. Gaio Alves (ed.). Aprendizagem ao longo da vida e políticas educativas Europeias: tensões e ambiguidades nos discursos e nas práticas de estados, instituições e indivíduos (pp. 107-138). Lisboa: UIED, Colecção Educação e Desenvolvimento.

Ortega, D. R. A. (2000). Perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la carrera de Agronomía. Tesis de maestría. Santa Clara: Universidad Central de Las Villas.

Ouellet, H., Romero, M. & Sawchuk, K. (2016). Promoting intergenerational participation through

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

game creation activities. In M. Romero, K. Sawchuk, J. Blat, S. Sayago, H. Ouellet, *Game-Based Learning Across The Lifespan* (pp. 79-89). New York: Springer.

Padilla, M. A. (2008). Un acercamiento a la comprensión del reto universitario ante la Generación Net y su integración al mundo laboral en México. Revista Hospitalidad-Esdai, 14, 27-54.

Peme, C. P., De Longhi, A. L. & Barmat, M. L. R. (1984). Coordinación, combinación e integración de disciplinas en el Nivel Medio de Enseñanza. Disertación presentada en Trabajos de Educación en Ciencias. Buenos Aires: FAMAF. UNC. 1, p. 9.

Perera, F. (2004). La práctica de la interdisciplinariedad en la formación de profesores. In M. Álvarez (ed.). Una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Interdisciplinariedad (pp. 53-74). La Habana: Pueblo y Educación.

Pérez, M. C., Fernández, R., Mena, J. L. & Seballos, S. (2013). Razonamiento y destrezas científicas de los alumnos que acceden a la universidad. In J. Benegas, Mª C. Pérez & J. Otero (eds.). El aprendizaje activo de la física Básica universitaria (pp. 7-20). Santiago de Compostela: Andavira Editora, S.L.

Piaget, J. (1978). Las estructuras cognitivas. Madrid: Siglo XXI.

Pombo, O. (2005). Interdisciplinaridade e integração dos saberes. Liincem Revista, 1(1), 3-15.

Portela, R. (2004). La enseñanza de las ciencias desde un enfoque integrador. In M. Álvarez (ed.). Una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Interdisciplinariedad. La Habana: Pueblo y Educación.

Pring, R. (1977). Currículum integration. In R. Hooper (ed.). The curriculum: Context, Design and Development Education. Edinburgh: Oliver and Boyd.

Redish, E. F. (2014). How should we think about how our students think? American Journal of Physics, 82 (6), 537-551.

Repilado, F. (2000). La integración de contenidos. Ideas preliminares. Disertación presentada en la Conferencia Científica. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.

Repilado, F. (2008). Algunas reflexiones respecto a la integración de contenidos. [Disponible en http://66.102.1.104/scholar?hl=es&lr=lang_es&q=cache:82P7q_twUoYJ:intervox.nce.ufrj.br/~elizabet/faustino.docconsultado en 5/07/2018].

Rosell, W., Dovale, C. & González, B. (2004). La enseñanza de las Ciencias Morfológicas mediante la integración interdisciplinaria. Revista Educación Médica Superior, 18 (1), p.1.

Santos, A. (2008). Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. Revista Brasileira de Educação, 13 (37), 71-83.

Sivira, Y. (2008). Holovisión de la Informática y su relación con la integración de las ciencias. [Disponible en http://www.upel.edu.ve/conteupel2008/planillas/ponencias/SiviraSuarezYaritza.doc consultado en 5/07/2018], p. 2.

Sosa, Y., García, S. & Bueno, Y. (2017). La dinámica del proceso enseñanza-aprendizaje de las asignaturas profesionales básicas del Técnico Medio en Agronomía: una propuesta didáctica. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, (2), 1-28.

Torres Santomé, J. (2006). Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado. 5ª edic. Madrid: Morata.

Indagatio Didactica, vol. 11 (1), julho 2019 ISSN: 1647-3582

Triana, B. M. (2014). La disciplina Química para la formación ambiental del ingeniero agrónomo. Revista Cubana de Química, 26 (3), 259-275.

Vega, R. V. (2007). La integración de los contenidos: un reto para un Plan de Estudios Disciplinar. Revista Educación Médica Superior, 23 (3), 89-97.

Vidal, G. & Sanz, T. (2001). La asignatura: ¿conjunto o sistema? Revista Cubana de Educación Superior, XXI (2), 6-7.

Vygotsky, L. S. (1995). Interacción entre enseñanza y desarrollo. Selección de Lecturas de Psicología Infantil y del Adolescente. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.

Zanatta, E. & Yurén, T. (2008). El currículo universitario y el enfoque centrado en competencias. Revista Electrónica Ide@s CONCYTEG, Año 3, n. 39, 29-52.