



Temática: **Calidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Informáticas y afines.**

Contribuciones a la didáctica de la Inteligencia Artificial en la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas

Contributions to didactics of Artificial Intelligence in Computer Science Engineer training

Yunia Reyes González^{1*}, Natalia Martínez Sánchez¹, Maidelis Milanés Luque¹, Bienvenido Hanley Roque Orfe¹

¹ Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio de los Baños Km 2^{1/2}, Torrens, Boyeros. La Habana. Cuba, {yrglez,natalia,mmilanes,bhroque}@uci.cu

* Autor para correspondencia: yrglez@uci.cu

Resumen

En la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas adquiere un rol de relevancia la disciplina de Inteligencia Artificial, la cual ha venido ganando especial importancia con la evolución de los planes de estudio de las ingenierías informáticas y afines. Es por ello que resulta de gran trascendencia el desarrollo de investigaciones que impacten en la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia. En este trabajo se presenta una propuesta metodológica que ilustra cómo se contribuye a la didáctica específica de la disciplina Inteligencia Artificial en la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas, específicamente desde uno de sus núcleos de conocimientos más importantes, como lo es el tratamiento de la incertidumbre. El objetivo es ofrecer un conjunto de orientaciones para instruir metodológicamente a los profesores en cómo abordar el contenido relativo al tratamiento de la incertidumbre en los Sistemas Basados en Reglas, para contribuir al cumplimiento de uno de los objetivos correspondientes al tema “Sistemas Basados en el Conocimiento” de la Inteligencia Artificial. Se utilizó para ello un sistema de clases incluyendo una clase metodológica instructiva de orientación al colectivo de profesores y luego se implementaron estas en una clase práctica y una práctica de laboratorio. Luego de poner en práctica las indicaciones metodológicas propuestas se alcanzan resultados significativamente superiores en los grupos docentes donde se comprobaron los

mismos. Con ello se aprecia una modesta contribución a la didáctica de la Inteligencia Artificial específicamente en un contenido de vital importancia para la formación del ingeniero en ciencias informáticas.

Palabras clave: ciencias informáticas, didáctica, inteligencia artificial.

Abstract

In the training of the Computer Science Engineer, the Artificial Intelligence discipline acquires a relevant role, as it has been gaining special importance with the evolution of the curricula of computer engineering and related fields. This is the reason why the development of research that has an impact on the quality of the teaching-learning process of this science has a paramount importance. This paper presents a methodological proposal that illustrates how to contribute to the specific didactics of the Artificial Intelligence discipline in the education of the Computer Science Engineer, specifically from the treatment of uncertainty, one of its most important nuclei of knowledge. The objective of the proposal is to offer a set of guidelines to methodologically instruct teachers on how to approach the content related to the treatment of uncertainty in Rules Based Systems, and therefore contribute to the fulfillment of one of the objectives corresponding to the topic Artificial Intelligence "Knowledge-Based Systems". A system of classes was used in order to achieve this purpose. It included an instructive methodological class for the teachers, with a further implementation in a practical class and a laboratory practice. After putting into practice the proposed methodological indications, significantly higher results were achieved in the students groups where these were verified. The results show a modest contribution to the didactics of Artificial Intelligence, specifically in a content of vital importance for the education of the engineer in computer science.

Keywords: computer science, didactics, artificial intelligence

Introducción

Los temas de Inteligencia Artificial en las carreras de Ingeniería Informática y afines, han estado presente en los diferentes planes de estudio, con una evolución creciente de acuerdo al vertiginoso desarrollo de esta ciencia. En particular, en la Ingeniería en Ciencias Informáticas de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), la inteligencia artificial se comienza a impartir como una asignatura y posteriormente, de acuerdo a las necesidades de profundización en el estudio de las diferentes técnicas se dividió en dos asignaturas reconocidas en el plan de estudio

D, en el cual se plantea que: “Esta disciplina le permitirá al egresado en Ciencias Informáticas abordar problemas que dependan fuertemente de la experiencia, presenten elementos de incertidumbre, sean adecuados para su solución por métodos deductivos, inductivos u otros procesos cognitivos, y sean de difícil solución descriptiva o de gran complejidad” (UCI, 2013). En 2019, con la defensa del plan E (UCI, 2019), se incorporan dos asignaturas de inteligencia artificial bajo la disciplina denominada Inteligencia Computacional, en la cual además se agrupan, con un nivel de precedencia coherente los contenidos de las matemáticas discretas, probabilidades y estadísticas e investigación de operaciones.

Debe señalarse que en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la actualidad, coexisten dos planes de estudio, el Plan D (vigente de 2do a 5to años) donde la Inteligencia Artificial constituye una disciplina integrada por dos asignaturas que se imparten en octavo y noveno semestres respectivamente y el Plan E (vigente en primer año) donde los contenidos de la Inteligencia Artificial se encuentran divididos en dos asignaturas dentro de la disciplina nombrada Inteligencia Computacional. Los temas relativos al tratamiento de la incertidumbre como contenido, están concebidos de igual modo en ambos planes.

Una de las principales problemáticas, precisamente ha radicado en el abordaje metodológico del núcleo de conocimientos relativo al tratamiento de la Incertidumbre, lo cual se evidencia en el diagnóstico realizado en esta investigación, para la cual se consultaron diversas fuentes de información del curso 2018-2019 tales como: Informes semestrales de asignatura, informes de controles a clases, actas de reuniones metodológicas, actas de las reuniones de colectivo de asignatura, plan de Trabajo Metodológico de la Disciplina, evaluaciones parciales y entrevistas a profesores y estudiantes.

El claustro de la asignatura se caracteriza por tener poca experiencia en la impartición de la asignatura según se muestra en la figura 1, donde se aprecia un bajo número de profesores con categorías docentes superiores.

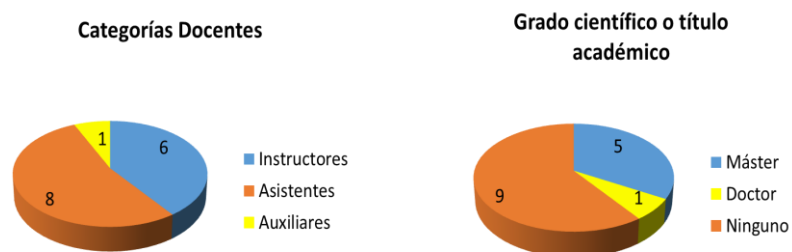


Figura 1. Caracterización del claustro de la disciplina Inteligencia Artificial. Curso 2018-2019



Las principales dificultades detectadas en los profesores están relacionadas con la existencia de problemas técnicos en la impartición del contenido; pobre control de la autopreparación que realizan los estudiantes; problemas con el ajuste al objetivo enunciado para la actividad docente; pobre planificación en cuanto al tipo de ejercicios que se escoge para resolver o se utiliza para aclarar las dudas de los estudiantes; bajo conocimiento sobre la didáctica específica de la disciplina y enfoque simplificado de los contenidos impartidos en la disciplina.

En el tratamiento metodológico de la incertidumbre como contenido se observan:

- ✓ Imprecisiones en la resolución de los ejercicios e insuficiencias en la ejemplificación del contenido.
- ✓ Poco énfasis en el significado de los operadores para el cálculo de los factores de certeza y su utilidad.
- ✓ Falta de profundidad en las explicaciones (descontextualizadas, sin relacionarlas con problemas familiares al estudiante ni cercanas a su profesión)
- ✓ Limitaciones para orientar la aplicación de este contenido a la solución de problemas que permitan al estudiante integrarlo, generalizarlo y observar su importancia en correspondencia con las esferas de actuación del profesional así como su contribución al componente investigativo y laboral.
- ✓ Insuficiente articulación de las relaciones intra e interdisciplinares desde el contenido para elevar la motivación y comprensión del mismo.
- ✓ Insuficiente orientación y control del trabajo independiente como autopreparación del estudiante.
- ✓ Insuficiente atención a las diferencias individuales, dejando de estimular a los estudiantes de alto aprovechamiento académico.
- ✓ Poca contribución a las estrategias curriculares desde el contenido y predominio de los métodos de enseñanza reproductivos sobre los productivos.

Por su parte en los estudiantes predomina el pensamiento reproductivo y memorístico sobre el análisis. Carecen de los sustentos teóricos para asimilar los contenidos. Se observa en muchos casos, insuficiente dedicación a la autopreparación. No aprecian suficientemente la importancia y aplicabilidad del contenido relativo al tratamiento de la incertidumbre en su profesión. Todo lo cual se refleja en los resultados docentes obtenidos al evaluar el objetivo de la incertidumbre donde se evidencia como se muestra en la figura 2, el mayor porcentaje de estudiantes evaluado de Mal y Regular.

Resultados del primer trabajo de control parcial de Inteligencia Artificial II,
Objetivo Incertidumbre

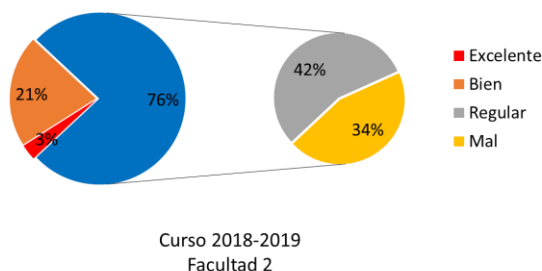


Figura 2. Resultados del primer trabajo de control parcial. Curso 2018-2019

Se puede afirmar que la comunión de estos elementos tiene un impacto desfavorable en los estudiantes y en consecuencia en los resultados docentes todo lo cual afecta el cumplimiento de los objetivos del programa de la asignatura relacionados con el contenido de la incertidumbre.

Los resultados arrojados en el diagnóstico anterior condujeron a la identificación de un problema metodológico en el colectivo de la asignatura, el cual se formula como: las insuficiencias en el tratamiento metodológico del contenido relativo a la Incertidumbre en los Sistemas Basados en Reglas, afecta el cumplimiento del objetivo correspondiente al tema Sistemas Basados en el Conocimiento de la asignatura Inteligencia Artificial.

En correspondencia con lo anterior, esta investigación tiene como objetivo: ofrecer un conjunto de orientaciones para instruir metodológicamente a los profesores en cómo abordar el contenido relativo al tratamiento de la incertidumbre en los Sistemas Basados en Reglas, para contribuir al cumplimiento del objetivo correspondiente al tema I “Sistemas Basados en el Conocimiento” de la asignatura Inteligencia Artificial II.

Materiales y métodos

Los autores se basaron en el método de análisis documental y la observación participante (Jociles Rubio, M. I., 2018) para realizar el diagnóstico, además de la experiencia de los autores como docentes de la universidad y se utilizaron como métodos de trabajo científico: el análisis, la explicación y las demostraciones durante el abordaje metodológico del contenido. Estos, resultaron de gran importancia porque devienen en habilidades pedagógicas



profesionales y a la vez recursos lógicos que garantizan la calidad de las actividades docentes si se utilizan consecuentemente.

El sistema de objetivos del año, la asignatura y del contenido, reflejados en el documento del Plan D (UCI, 2019):

- **Quinto Año:** Aplicar con eficiencia **técnicas avanzadas de Inteligencia Artificial** en los **procesos de informatización** acorde a las necesidades de incrementar su **valor agregado**.
- **Inteligencia Artificial II:** Caracterizar los **Sistemas Basados en el Conocimiento** para la construcción de aplicaciones de **alto valor agregado**.
- **Tema Sistemas Basados en el Conocimiento:** Ejecutar el proceso de **razonamiento basado en reglas**, donde el **conocimiento** modelado presente valores de **incertidumbre**, para obtener conclusiones.

Orientaciones metodológicas para abordar el contenido de la incertidumbre en contribución a la didáctica de la Inteligencia Artificial.

En la figura 3 se muestra un esquema de la propuesta de tratamiento metodológico del contenido relativo a la Incetidumbre en los Sistemas Basados en Reglas, el cual se compone de un conjunto de seis orientaciones metodológicas ofrecidas durante el desarrollo de una clase metodológica instructiva según lo planteado en (Ortiz & otros, 2004) impartida a los profesores del colectivo de la asignatura. En particular, se enfatiza cómo dotar a los docentes de “herramientas” para impartir el contenido, lo que los autores consideran un aporte a la didáctica, entendida según (Addine, Recarey, Fuxá, & Fernández, 2020), de la Inteligencia Artificial.

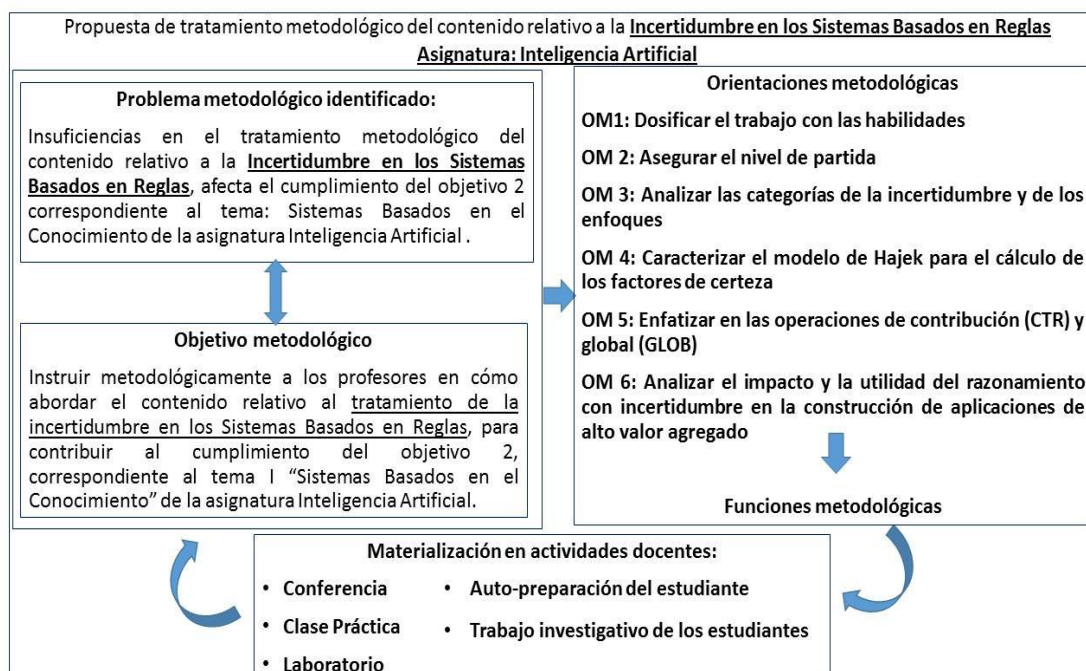


Figura 3. Propuesta de tratamiento metodológico del contenido relativo a la Incertidumbre en los Sistemas Basados en Reglas.

La primera de las orientaciones metodológicas está dirigida a la planificación del trabajo con las habilidades en el sistema de clases donde se aborda el contenido de la incertidumbre.

Orientación 1: Dosificar el trabajo con las habilidades en correspondencia con los objetivos y contenidos a abordar durante el desarrollo de las actividades docentes relacionadas con el tratamiento de la incertidumbre para lograr de manera progresiva la asimilación de los conocimientos por los estudiantes.

Las habilidades que deben lograr los estudiantes durante todo el sistema de clases son: caracterizar, la cual se trabaja fundamentalmente en la conferencia y clase práctica y *modelar, calcular y aplicar* que se manifiestan principalmente en la clase práctica y la práctica de laboratorio. Por su parte el docente, debe utilizar los métodos expositivos, elaboración conjunta y de trabajo independiente (Ávila, 2018), así como hacer corresponder los tipos de clase con los niveles de asimilación del contenido según se ilustra en la figura 4.

Con esta orientación se cumplen las funciones metodológicas:

- Establecer una correspondencia de los objetivos con los niveles de asimilación del contenido.
- Observar la asimilación de los contenidos en cada actividad correspondiente al sistema de clases.



Figura 4. Niveles de asimilación del contenido

Orientación 2: Asegurar el nivel de partida a través de situaciones reales donde se evidencie la incertidumbre, para lograr la motivación del estudiante hacia el nuevo conocimiento y la adecuada orientación hacia el objetivo de la actividad docente.

Se propone a los profesores que inicien la presentación del contenido a partir de la reflexión sobre los siguientes ejemplos. Las ilustraciones de las figuras 5 y 6, se sugieren sean utilizadas como medios de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje (Puig & Hourrutiner, 2012) pues demuestran situaciones reales donde se evidencia la incertidumbre. Deben enfocadas desde el punto de vista que esos pronósticos permiten al país prepararse para enfrentar situaciones de emergencias. Se contribuye a la estrategia curricular de preparación para la defensa (UCI, 2013):

- Ejemplo 1: resguardar personas y proteger objetivos económicos y sociales por donde pasará el fenómeno meteorológico.

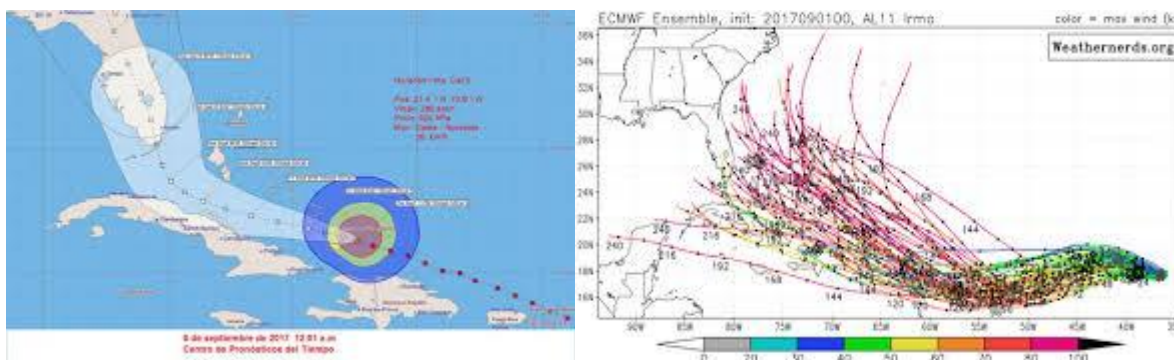


Figura 5. Ejemplo de la incertidumbre en el problema del pronóstico meteorológico. Tomada de periódico Granma 8 de septiembre 2017.

- Ejemplo 2: planificar cantidad de camas, hospitales, personal médico necesario para enfrentar la pandemia. (Destacar la solidaridad de Cuba con otros países a través de la brigada médica Henry Reeve, resaltar valores de Internacionalismo y Humanismo).

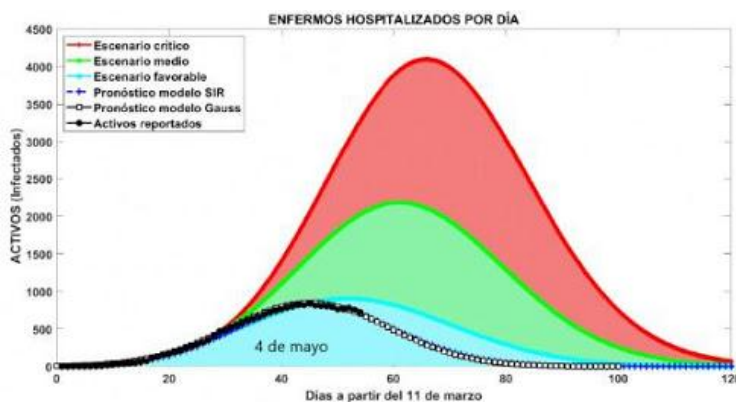


Figura 6. Ejemplo de la incertidumbre en el problema del comportamiento de la pandemia de Covid-19. Tomado de periódico Granma 5 de mayo 2020.

El profesor debe poner ejemplos de reglas como las siguientes para indicar cómo existe cierta incertidumbre en su cumplimiento.

Si hay nubes de lluvia entonces va a llover

Si presentas síntomas respiratorios entonces eres sospechoso de COVID-19

Se debe propiciar la participación activa de los estudiantes preguntando: ¿Se puede afirmar que estas reglas se cumplen siempre? ¿Qué es la incertidumbre? ¿Cuándo estamos en presencia de incertidumbre? Y anotar en la pizarra las principales ideas o auxiliarse de una nube de palabras como recurso digital para de conjunto obtener la definición de incertidumbre (Russell & Norvig, 2002),

Incetidumbre: Duda, inseguridad, vacilación. «Falta de seguridad, de confianza o de certeza sobre algo...»

Con esta orientación se cumplen como funciones metodológicas:

- Motivar a los estudiantes a través del análisis de situaciones reales ilustradas en medios de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Contribuir a la estrategia curricular de preparación para la defensa a través de la reflexión colectiva en torno a la necesidad de considerar la incertidumbre en las situaciones ilustradas.

Orientación 3: Analizar las categorías de la incertidumbre y de los enfoques que sirvieron como antecedentes al modelo de Hajek (Hajek & Valdés Ramos, 1994), a través de medios de apoyo y a partir del conocimiento de asignaturas precedentes para ilustrar la importancia y evolución de los métodos para el cálculo de los factores de certeza.

Para ilustrar las categorías de la incertidumbre (Russell & Norvig, 2002), el profesor puede auxiliarse de ejemplos como los siguientes y algunos medios de apoyo:

1) Incertidumbre provocada por conocimiento impreciso (por errores de medición, de transmisión, etc.) Precisar que esta será la categoría que se estudiará en esta conferencia. Utilizar termómetro como medio de apoyo. Ejemplo: cuando necesitamos realizar cálculos a partir de la temperatura de una persona. Puede que se introduzcan los datos y el resultado no de bien; debido a que esa temperatura la midieron mal:

- *El termómetro estaba roto; el termómetro lo pusieron mal*
- *La enfermera se equivocó y la midió mal; o cuando lo transmitió, lo transmitió mal*

2) Incertidumbre provocada por información incompleta (no se tiene toda la información o resulta muy costoso obtenerla o considerarla) Utilizar la gráfica de la dispersión de los modelos como medio de apoyo. Retomar el ejemplo del pronóstico meteorológico, el cual es un problema donde se deben considerar gran cantidad de variables y no siempre se tiene toda la información de estas.

3) Provocada por conceptos o palabras inexactos (se refiere al hecho de tener que usar en la inferencia conceptos vagos) Utilizar un estudiante de la clase como medio de apoyo. Ejemplo: al usar en la inferencia conceptos como alto, es necesario definir si el estudiante X es alto conociendo la altura de X. *Pedir a un estudiante que se ponga de pie y preguntar al resto si consideran que es alto o bajo.*

Para abordar los enfoques numéricos de la Incertidumbre: análisis bayesianos y redes Bayesianas, se sugiere recordar el Teorema de Bayes (Bárcena, Garín, Martín, A, Tusell, & Unzueta, 2017) que conocen de Probabilidades y Estadísticas para llegar de conjunto con los estudiantes a determinadas características como: la necesidad de conocer de antemano las probabilidades de ocurrencia de algunos eventos para ser usadas en la deducción de la probabilidad de que ocurran otros y que la suma de las probabilidades es igual a uno.



Con esta orientación se cumplen como funciones metodológicas:

- Favorecer la asimilación de las categorías de la incertidumbre a través de ejemplos utilizando medios de apoyo.
- Propiciar la participación de los estudiantes en la caracterización de los enfoques de incertidumbre mediante el conocimiento adquirido en asignaturas precedentes.
- Analizar la importancia de los enfoques que sirvieron como antecedentes al modelo de Hajek.

Orientación 4: Caracterizar el modelo de Hajek para el cálculo de los factores de certeza de los antecedentes de las reglas en el proceso de inferencia, profundizando en el significado de los operadores de Negación, Conjunción y Disyunción y utilizando el intervalo numérico definido para facilitar la interpretación de los valores de certidumbre.

El profesor debe presentar el intervalo de definición propuesto por Hajek para describir en términos matemáticos el concepto de certidumbre y poner ejemplos que ilustren su carácter comparativo según muestra la figura 7. La interpretación de los valores se facilita a partir de ilustrar el rayo numérico con valores positivos y negativos que se aprende en las matemáticas de niveles precedentes. En la explicación de los operadores se sugiere utilizar como fundamento la teoría de conjuntos que ya conocen los estudiantes de las matemáticas discretas.

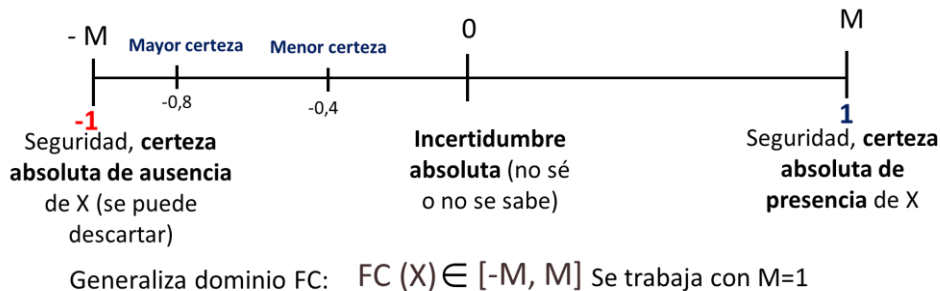


Figura 7. Intervalo numérico propuesto por Hajek en la definición de incertidumbre

Con esta orientación se cumplen como funciones metodológicas:

- Analizar desde el punto de vista matemático el significado de los valores de certeza a partir del intervalo numérico y destacar su carácter comparativo.
- Estimular el pensamiento analítico-deductivo sobre el memorístico al profundizar en el significado de los operadores de conjunción, disyunción y negación.

Orientación 5: Enfatizar en las operaciones de contribución (CTR) y global (GLOB) como principales aportes de Hajek, para el cálculo del factor de certeza de los consecuentes de las reglas en un proceso de inferencia, tomando

como referencia la regla del modus ponens y los desarrollos matemáticos que sustentan el modelo, para que los estudiantes puedan asimilar con mayor facilidad ambos procederes.

Explicar que el modelo de propagación de certidumbres de antecedente a consecuente se puede tomar como una metáfora útil de la regla de inferencia llamada Modus Ponens (Blanco Sánchez, 2015), perteneciente a la lógica formal y estudiada por los estudiantes en las Matemáticas Discretas.

La regla del Modus Ponens establece que si conoce:

- *Primero, que $A \rightarrow B$*
- *Segundo, que A es Verdadero*
- *Entonces se puede concluir: que B es verdadero.*

El modelo de certidumbre de Hajek permite la siguiente metáfora de la regla de Modus Ponens, si se conoce:

- Primero que la certeza absoluta de la presencia de A sugiere la presencia de B con certidumbre W, es decir $A \rightarrow B$ con $FC(B/A)$ Y segundo que, en un caso dado la certidumbre sobre A como $FC(A)$
- Entonces se puede concluir: que la certidumbre sobre B en este caso particular estará dado por $CTR(FC(A), FC(B/A))$

El docente debe aclarar que para el cumplimiento de B (consecuente) se exige el cumplimiento de A, es decir del antecedente. El profesor, de conjunto con los estudiantes, debe resolver un ejercicio de baja complejidad como ejemplo para ilustrar el proceso de cálculo de factores de certeza de antecedentes y consecuentes en un proceso de razonamiento basado en reglas. Se debe orientar el Trabajo Independiente a los estudiantes vinculándolo con su práctica profesional en el centro productivo o línea de investigación.

Ejemplos:

- No.1. Pedir a los estudiantes identificar un problema en el proyecto o línea de investigación donde realizan su práctica profesional en el que ellos aprecien que está presente la incertidumbre y se puedan aplicar los operadores del modelo de Hajek estudiados en la conferencia. (Para debatir en la próxima clase y su formalización pueda ser presentada en la jornada científica y para publicar en la serie científica.)
- No.2: Realizar una búsqueda en bases de datos referenciadas en idioma inglés de artículos científicos donde se abordan problemas con incertidumbre. Entregar como informe del estado del arte.

Con estos ejercicios se propicia la inter-disciplinariedad a través de la vinculación con la práctica profesional como asignatura, desarrolla habilidades adquiridas en la asignatura Metodología de la Investigación Científica en la búsqueda de información y la redacción del resumen en idioma Inglés. Se tributa a los objetivos del año resaltando el

valor agregado a los software y se estimula la cultura científica y la contribución al componente investigativo y laboral.

Se cumplen las funciones metodológicas:

- Propiciar de manera natural las relaciones de interdisciplinariedad con asignaturas precedentes como Matemática Discreta, Práctica Profesional, Metodología de la Investigación Científica e Inglés.
- Incidir en la asimilación de los contenidos a partir de los fundamentos matemáticos que los sustentan.

Orientación 6: Analizar el impacto y la utilidad del razonamiento con **incertidumbre** en la construcción de aplicaciones de **alto valor agregado** como contribución a la Política de Informatización del país, al ahorro de recursos y a la soberanía tecnológica.

Para ello se propone realizar diferentes acciones de reflexión y debate con los estudiantes a lo largo del sistema de clases.

Ejemplo 1. Colocar a los estudiantes en la siguiente situación problemática.: ¿Creen ustedes que será posible aplicar el cálculo de la incertidumbre en el problema del diagnóstico y tratamiento de la covid-19? (por ejemplo: *predecir pacientes que pueden desarrollar formas graves*) ¿Cuáles serían los pasos a seguir que ud. propone como Ingeniero del conocimiento? (por ejemplo: *modelar el conocimiento, asignar factores de certeza, establecer encadenamientos*) ¿Qué utilidad tendría al país? (valorar el *impacto económico y social*). Con este ejemplo se pone de manifiesto el método de la enseñanza problémica(Leyva, Roque, & Martínez, 2005).

Ejemplo 2. Debatir con los estudiantes sobre el trabajo independiente orientado en la conferencia. Los estudiantes debieron identificar una situación o problema donde es posible aplicar el cálculo de los factores de certeza según los métodos estudiados en clases. Deben traer el conocimiento modelado en forma de reglas y si es posible con el factor de certeza que le otorgan los expertos. Se sugiere desarrollar esta actividad en la **Clase Práctica** al final de la misma. Con esta actividad se tributa a la formación de valores como la creatividad e independencia y constituye un ejemplo de construcción de aplicaciones de valor agregado y para la informatización de la sociedad en correspondencia con los objetivos del año.

Ejemplo 3. Comentar sobre los sistemas Porter@ y Pesquisador virtual(Pierra Fuentes, A., Vazquez Cruz, Hernandez Heredia, & Montesino Perurena, 2020) para el enfrentamiento a la COVID-19, desarrollados con la participación de profesores y especialistas de la Universidad de Ciencias Informáticas. Reflexionar sobre el impacto social y económico para el país, además de la contribución a la informatización de la sociedad.



Ejemplo 4. Debatir con los estudiantes sobre los principales elementos del *Decreto-Ley No. 370 del 17 de diciembre de 2018 sobre Informatización de la Sociedad Cubana*: " Su objetivo es elevar la soberanía tecnológica en beneficio de la sociedad, la economía, la seguridad y la defensa nacional, así como contrarrestar las agresiones cibernéticas, salvaguardar los principios de seguridad de nuestras redes y servicios, y defender los logros alcanzados por nuestro Estado socialista". Con esta actividad se tributa a la estrategia curricular de formación jurídica y se debe aprovechar para la formación de valores como el patriotismo y el antiimperialismo.

Ejemplo 5. El profesor debe explicar como cierre del tema que al tener en cuenta la **incertidumbre** en los Sistemas Basados en Reglas, como un tipo de Sistema Basado en el Conocimiento, se incorpora **valor agregado** a los sistemas o aplicaciones que se desarrollan en nuestros centros productivos para la **Informatización del país**. (Esto tributa a los objetivos del Plan de Estudio, del año, de la asignatura)

Con esta orientación se cumplen como funciones metodológicas:

- Enfatizar en la contribución del tema tratado, a los objetivos de la asignatura, disciplina, año y objetivos generales del profesional de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.
- Reflexionar sobre el impacto social y económico para el país de las soluciones desarrolladas como parte de la informatización de la sociedad desde el ejercicio de su profesión.
- Contribuir a la formación de valores en los estudiantes de manera general y en particular a la estrategia de formación jurídica.

Resultados y discusión

Una vez analizadas las orientaciones metodológicas, estas deben materializarse en el Sistema de clases conformado por una Conferencia, una Clase Práctica y un Laboratorio. Para ello los profesores deben diseñar ejercicios para el trabajo independiente, graduando su complejidad de manera tal que permita a los estudiantes desarrollar las habilidades de modelar el conocimiento en forma de reglas y calcular los factores de certeza de antecedentes y consecuentes en el proceso de razonamiento basado en reglas.

Como resultado de las anteriores orientaciones se comprobó en el colectivo de profesores de la facultad 2 la concreción de estas, a través de un ciclo de clases abiertas, impartidas por un profesor con categoría docente superior de Profesor Auxiliar. Se constató la aplicación efectiva de las indicaciones recibidas a través de las actividades docentes clase práctica y práctica de laboratorio planificadas por el profesor. Se exponen, a partir de lo reflejado en el

plan de clases del docente y de la participación en las clases abiertas, los ejercicios y actividades desarrolladas para cumplir las orientaciones metodológicas.

Durante el desarrollo de la Clase Práctica, el profesor desarrolló las actividades que se relacionan:

- Aseguramiento del nivel de partida, a partir de preguntas de comprobación a los estudiantes y trabajó la motivación a partir de un fragmento de video del parte del tiempo donde Dr.C. José Rubiera explica los modelos de pronóstico y la incertidumbre en estos. El profesor explicó cómo se tributa a la estrategia de preparación para la defensa.
- Revisión del estudio independiente, solicitando que cada equipo presente el recurso educativo que elaboró los cuales sirven como medios de apoyo al proceso. Se mantuvo la organización del grupo manteniendo los mismos equipos para desarrollar la mayor cantidad de ejercicios en la clase práctica.
- Planificación de ejercicios en orden creciente de complejidad, de los más simples a los más complejos y para resolverlos dar protagonismo a los estudiantes.
- Práctica de la co-evaluación y promoción de valores como la honestidad, responsabilidad y modestia.

Se desarrollaron los siguientes ejercicios teniendo en cuenta las orientaciones anteriores:

Ejercicio 1: Ejercicio de complejidad baja. El estudiante debe calcular factores de certeza de antecedentes y consecuentes. El profesor utilizó el intervalo numérico y realizó atención diferenciada a los estudiantes de bajo aprovechamiento académico.

• Clase Práctica Ejercicio 1 (Baja complejidad)

Suponga que se tiene la siguiente base de reglas y se trabaja según Mycin [-1,1]:

• R1: $A \rightarrow B$	$CF(A \rightarrow B) = 0.5$	FW:
• R2: $B \rightarrow D$	$CF(B \rightarrow D) = 0.8$	$CF(A) = 0.9$
• R3: $D \wedge E \rightarrow F$	$CF(D \wedge E \rightarrow F) = 0.9$	$CF(E) = 0.7$
• R4: $H \rightarrow J$	$CF(H \rightarrow J) = 0.6$	$CF(M) = 0$
• R5: $J \wedge K \rightarrow L$	$CF(J \wedge K \rightarrow L) = 0.5$	$CF(H) = -0.1$
• R6: $M \rightarrow F$	$CF(M \rightarrow F) = 0.2$	$CF(K) = 0.4$

a) ¿Con qué certeza se obtiene F?

b) Adicione la regla $A \rightarrow -F$ con factor de certeza 0.2 ¿Con qué certeza se obtiene F?

Figura 8. Ejemplo de ejercicio 1 utilizado en la clase práctica

Ejercicio 2: Ejercicio de complejidad media. El estudiante debe modelar el conocimiento en forma de reglas, y calcular los factores de certeza, además debe mostrar el proceso de inferencia mediante la

activación de las reglas. El profesor destacó el carácter comparativo de los resultados calculados por Global de MYCIN y de PROSPECTOR. El docente utilizó el texto del ejercicio para comentar sobre la necesidad de las prácticas medioambientales desde nuestra profesión y así tributar a la estrategia de formación medioambiental.

Clase Práctica Ejercicio 2 (Media complejidad)

- *Green computing o Tecnologías Verdes se refiere al uso eficiente de los recursos computacionales minimizando el impacto ambiental, maximizando su viabilidad económica y asegurando deberes sociales. Promueve el desarrollo de productos informáticos ecológicos y el reciclaje computacional. Algunas tecnologías clasificadas como verdes debido a que contribuyen a la reducción del consumo de energía o emisión de dióxido de carbono, son computación en la nube, virtualización de servidores y las prácticas de trabajo remoto.*
- *En una empresa de desarrollo de software se implementan prácticas de green IT para contribuir al desarrollo sostenible de la organización. Sus expertos han expresado el conocimiento en forma de reglas de la siguiente manera:...*

Figura 9. Ejemplo de ejercicio 2 utilizado en la clase práctica

Ejercicio 3: Ejercicio de complejidad media superior al anterior. El estudiante debe modelar el conocimiento en forma de reglas, y calcular los factores de certeza. El estudiante debe además razonar para dar la respuesta final, sobre la metodología con mayor factor de certeza. Comentar cómo este ejercicio permite trabajar la inter-disciplinariedad desde el contenido. Se les puede pedir formular otras reglas a partir de sus conocimientos de Ingeniería de Software.

Clase Práctica Ejercicio 3 (Media – alta complejidad)

Un colectivo de estudiantes ha desarrollado un sistema para asesorar a los líderes de proyectos de los centros de desarrollo de la Universidad, en qué metodología seleccionar de acuerdo a las características de los proyectos. Para ello han expresado su conocimiento en forma de reglas de acuerdo a lo aprendido en la asignatura de Ingeniería de Software.

- *En el 80% de los casos si el tamaño del proyecto es grande y la documentación es exhaustiva se debe adoptar un enfoque tradicional.*
- *Si el enfoque es tradicional y el modelo iterativo/incremental entonces utilizar metodología RUP con un 60% de certeza. ...)*

Figura 10. Ejemplo de ejercicio 3 utilizado en la clase práctica

Ejercicio 4: Ejercicio de complejidad alta. El estudiante debe modelar el conocimiento en forma de reglas, y calcular los factores de certeza. Estudiante debe además explicar el orden en que se activan las reglas. El docente debe resaltar cómo no se activa una de las reglas por resultar el $FC(ant) \leq 0$. Comentar cómo este ejercicio permite trabajar la

intra-disciplinariedad desde el contenido pues el estudiante debe distinguir cuáles son los algoritmos de solución de problemas frente a los de búsqueda. El estudiante debe además razonar para dar la respuesta final, sobre las conclusiones con menor y mayor certeza. Para ello se sugiere auxiliarse del gráfico del intervalo numérico.

Clase Práctica Ejercicio 4 (Alta complejidad)

• *Un grupo de especialistas en Métodos de Solución de Problemas han recogido su conocimiento en forma de reglas de producción que brindamos a continuación. "...Si la búsqueda es heurística y no hace falta el camino a la solución o tampoco una solución óptima entonces utilizar recocido simulado con una certeza de (0.7). En caso de que la búsqueda sea heurística y se desee el camino a la solución pero además no se necesita que la solución sea óptima entonces utilizar primero el mejor con una certeza de (0.5). En cambio se selecciona el algoritmo A* con una certeza de (0.6) si la búsqueda es heurística y se desea la solución óptima. Ahora, si el problema brinda conocimiento entonces la búsqueda es a ciegas con una certeza de (-0.9) o en cambio debe ser una búsqueda heurística con una certeza de (0.7)... "*

Figura 10. Ejemplo de ejercicio 4 utilizado en la clase práctica

Para el trabajo independiente de la clase práctica se orientó:

- No.1. Resolver los ejercicios de la guía propuesta.
- No.2. Escribir en prolog las reglas de los dos primeros ejercicios del laboratorio.
- No.3. Escribir en pseudocódigo un algoritmo para razonamiento con incertidumbre en los Sistemas Basados en Reglas (para alumnos aventajados).
- No.4. Estudiar Decreto Ley No.370 de 2019 sobre Informatización de la Sociedad, Capítulo II.

Durante el desarrollo de la Práctica de Laboratorio el docente realizó las siguientes acciones:

- Al presentar el software de prolog, WIN-PROLOG, preguntó a los estudiantes sobre las características del mismo, ya lo conocen de la asignatura precedente. Destacó que este software se ejecuta sobre Sistema operativo Windows, y aprovechó para comentar sobre: la necesidad de patentes para su utilización, la importancia de los registros de software y la necesidad de la utilización del software libre.
- Estimuló a los estudiantes a indagar sobre las normas jurídicas para la utilización de los sistemas. Se tributa a estrategia de formación jurídica.
- Comentó sobre el software **ExpertLab** como alternativa sobre software libre, que es una aplicación Web que le permite a los Ingenieros del Conocimiento crear, actualizar y generar diferentes bases de conocimiento.



- Estimuló un posible tema de tesis o de investigación que consiste en desarrollar una herramienta informática que permita crear bases de conocimientos, modelar el conocimiento en forma de reglas y manejar la incertidumbre.
- Revisó el trabajo independiente sobre los algoritmos en pseudocódigo al inicio del laboratorio en la pizarra. Los estudiantes debían explicar como si estuvieran impartiendo una clase (vinculación con Formación Pedagógica y Estructura de Datos). Realizó demostraciones con un alumno ayudante.

Sobre los ejercicios

- Los dos primeros ejercicios consistieron en seleccionar el tipo de encadenamiento correcto y ejecutarlo sobre el software de PROLOG, que previamente conocen los estudiantes de la asignatura Inteligencia Artificial I. En el primer ejercicio el estudiante debe seleccionar el Encadenamiento hacia delante y en el segundo el Encadenamiento hacia atrás. Con ellos enfatizó en que estos se corresponden con las estrategias de búsqueda en las estructura de árboles, recorridos a lo ancho y primero en profundidad respectivamente, de esta forma vinculó este contenido con Estructura de Datos.
- El Ejercicio 3 consistió en definir las reglas a partir de la descripción que se brinda en el problema a resolver. El estudiante debe introducir las reglas en el software y los factores de certeza y dar como respuesta todas las predicciones que brinda el sistema como resultado. El profesor una vez más utilizó el intervalo numérico para destacar los valores de mayor y menor certeza y utilizó como base la regla del Modus Ponens para recordar cómo calcular la certeza de los consecuentes de las reglas.
- Como ejercicio final del laboratorio el profesor creó un espacio para el intercambio con los estudiantes sobre diferentes temáticas, donde además se revisó el trabajo independiente que quedó pendiente de la conferencia y sirvió para comprobar el cumplimiento de los objetivos en el sistema de clases.

Durante estas dos actividades se pudo apreciar el cumplimiento de varias funciones metodológicas en correspondencia con lo orientado: Se fomentó el trabajo en equipo para promover valores como la consagración al trabajo, solidaridad, responsabilidad. Se trabajó la intra e interdisciplinariedad y la contribución a las estrategias curriculares desde los contenidos. Se evidenció la atención a las diferencias individuales a través de orientaciones específicas a estudiantes aventajados. Se realizó una adecuada orientación del trabajo independiente como auto-preparación del estudiante para consolidar los contenidos impartidos.

Al concluir el trabajo de control parcial en el curso 2019-2020 (posterior al analizado en la figura 2), en un grupo de 32 estudiantes del docente que impartió la clase práctica y práctica de laboratorio, los resultados obtenidos en el

objetivo que evaluaba la incertidumbre, fueron superiores a los ya comentados en el diagnóstico inicial, según se muestra en la gráfica de la figura 11. Además, fueron mejores con respecto a otros grupos de la misma facultad, donde no se impartió el contenido según las indicaciones aquí presentadas.

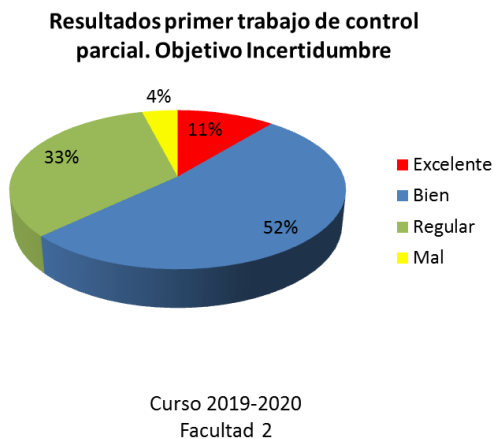


Figura 11. Resultados del primer trabajo de control parcial. Curso 2019-2020

A partir de los resultados observados, los autores consideran importante resaltar las siguientes ideas:

- Es importante trabajar la motivación en los estudiantes a partir de situaciones y ejemplos reales en proyectos productivos que los acerquen a las esferas de actuación del profesional de las ciencias informáticas.
- Las características del modelo de Hajek para el cálculo de los factores de certezas de antecedentes y consecuentes en los Sistemas Basados en Reglas, deben ser abordadas a partir de los fundamentos matemáticos que los sustentan, construyéndolos en función de conocimientos de disciplinas precedentes.
- Se deben planificar actividades docentes en orden ascendente de complejidad para lograr el progresivo desarrollo de las habilidades y la asimilación de los contenidos, así como trazar acciones para fomentar el trabajo político ideológico y la formación de valores así como la contribución a las estrategias curriculares desde los contenidos de las clases.
- Se debe enfatizar en la importancia de incorporar las técnicas estudiadas para el cálculo de la incertidumbre como valor agregado a los sistemas o aplicaciones que se desarrollan para la informatización de la sociedad en contribución a los objetivos del año.



Conclusiones

Las orientaciones expuestas garantizaron el cumplimiento del objetivo trazado al instruir metodológicamente a los profesores en cómo abordar el tema correspondiente a la Incertidumbre en los Sistemas Basados en Reglas, para resolver el problema planteado sobre las insuficiencias en el tratamiento de este contenido.

Se profundizó en elementos que constituían carencias metodológicas tales como: la ejemplificación del contenido a partir de situaciones reales, contextualizándolas y relacionándolas con problemas familiares al estudiante cercanos a su profesión. Se enfatizó en el significado de los operadores para el cálculo de los factores de certeza resaltando su utilidad. Se evidenciaron acciones dirigidas a la aplicación del contenido a la solución de problemas que facilitaron al estudiante integrarlo, generalizarlo y observar su importancia en correspondencia con las esferas de actuación del profesional así como su contribución al componente investigativo y laboral. Se apreció una articulación natural de las relaciones intra e interdisciplinarias desde el contenido abordado y se manifestó una intencionada contribución a las estrategias curriculares desde el contenido.

Además se evidenció en una muestra de estudiantes seleccionada para este estudio, que los resultados docentes fueron superiores. Aunque para obtener conclusiones de mayor aval científico debe ampliarse la muestra y realizar otros experimentos de rigor superior. No obstante, los autores aprecian una modesta contribución a la didáctica de la Inteligencia Artificial específicamente en un contenido de vital importancia para la formación del ingeniero en ciencias informáticas.

Referencias

- Addine, F., Recarey, S., Fuxá, M., & Fernández, S. (2020). *Didáctica: teoría y práctica*. Editorial Pueblo y Educación.
- Ávila, P. M. G. (2018). Criterios de conceptualización, clasificación, selección y caracterización de los métodos de enseñanza (revisión). *Olimpia: Publicación científica de la facultad de cultura física de la Universidad de Granma*, 15(47), 168-182.



- Bárcena, M., Garín, A., Martín, A., Tusell, F., & Unzueta, A. (2017). Un simulador para asistir en la enseñanza del teorema de Bayes. In In-Red 2017. III Congreso Nacional de innovación educativa y de docencia en red. (pp. 15-23). Editorial Universitat Politècnica de València.
- Blanco Sánchez, J. M. (2015). Postulados semánticos correspondientes para el axioma Modus Ponens, el axioma Modus Tollens y otras tesis semejantes en el contexto de la lógica relevante DW.
- Hajek, P., & Valdés Ramos, J. J. (1994). An analysis of MYCIN-like expert systems. *Mathware & Soft Computing*, 1994 Vol. 1 Núm. 1.
- Jociles Rubio, M. I. (2018). La observación participante en el estudio etnográfico de las prácticas sociales. *Revista colombiana de antropología*, 54(1), 121-150.
- Leyva, A. L., Roque, D. F., & Martínez, C. C. (2005). La enseñanza problemática y sus potencialidades didácticas. *Revista cubana de educación superior*, 17-23.
- Ortiz, E., & Otros. (2004). La clase metodológica instructiva en la Educación Superior cubana. *Revista Pedagogía Universitaria*. Vol.9. No.1.
- Pierra Fuentes, A., Vazquez Cruz, Y., Hernandez Heredia, Y., & Montesino Perurena, R. (2020). Pesquisador Virtual: solución informática para la detección de casos sospechosos de COVID-19. *Revista Cubana de Informática Médica*, 12(2).
- Puig, W. R., & Hourruitiner, A. G. (2012). Criterios de clasificación y selección de los medios de enseñanza. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 26(2), 343-349.
- Russell, S., & Norvig, P. (2002). *Artificial intelligence: a modern approach*.
- UCI. (2013). Plan de Estudios “D” Ingeniería en Ciencias Informáticas. Universidad de las Ciencias Informáticas – Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba.
- UCI. (2019). Plan de Estudios “E” Ingeniería en Ciencias Informáticas. Universidad de las Ciencias Informáticas – Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba.