

08

**PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO**  
**BASADO EN REGLAS PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE**  
**INTELLECTUAL EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

# PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO

BASADO EN REGLAS PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE INTELECTUAL EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

## RULE-BASED EXPERT SYSTEM PROTOTYPE TO DETERMINE THE INTELLECTUAL COEFFICIENT IN UNIVERSITY STUDENTS

Azucena Monserrate Macías Merizalde<sup>1</sup>

E-mail: [azumacias@yahoo.com](mailto:azumacias@yahoo.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4517-2175>

Zoila Zenaida García Valdivia<sup>1</sup>

E-mail: [zenagv59@gmail.com](mailto:zenagv59@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8448-1128>

Bryan Patricio Aguirre Chacha<sup>2</sup>

E-mail: [aguirre66@hotmail.com](mailto:aguirre66@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0166-4525>

<sup>1</sup> Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Cuba.

<sup>2</sup> Universidad Metropolitana. Ecuador.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Macías Merizalde, A. M., García Valdivia, Z. Z., & Aguirre Chacha, B. P. (2021). Prototipo de Sistema Experto basado en reglas para determinar el coeficiente intelectual en estudiantes universitarios. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(1), 62-69.

### RESUMEN

La escala Wechsler de inteligencia para adultos-III (WAIS-III) basada en 14 subpruebas se utiliza en la Universidad Metropolitana del Ecuador para evaluar el coeficiente intelectual (CI) en estudiantes. Cada subprueba mide una faceta diferente de inteligencia, produciendo las tres puntuaciones del CI: escala verbal, de ejecución y total, al igual que cuatro puntuaciones índices: velocidad de procesamiento, organización perceptual, memoria de trabajo y comprensión verbal. El desarrollo de un sistema experto (SE) que evalúe el CI según WAIS-III puede ayudar en la tabulación de estos resultados ya que el proceso es manual. La metodología KLIC facilitó la creación del SE y un shell permitió el desarrollo de las bases de conocimiento (BC). El SE está integrado por 14 BC, que se encargan de realizar la función correspondiente de cada una de las subpruebas. Las reglas de producción en las BC determinan qué conoce el estudiante examinado sobre figuras incompletas, vocabulario, diseño de cubos, matrices, entre otros aspectos.

### Palabras clave:

Escala Wechsler de inteligencia para adultos, sistemas expertos, sistemas basados en conocimiento, ingeniería del conocimiento.

### ABSTRACT

The Wechsler scale of intelligence for adults-III (WAIS-III) is based on 14 subtests. It is used in the Metropolitan University of Ecuador to evaluate the students' intellectual coefficient (IQ). Each subtest measures a different facet of intelligence, producing the three IQ scores: verbal, performance, and total scales, as well as four index scores: processing speed, perceptual organization, working memory, and verbal comprehension. The development of an expert system (ES) that evaluates the IQ, according to WAIS-III can help in the tabulation of these results, since the process is manual. The KLIC methodology facilitated the creation of the ES and a shell allowed the development of knowledge bases (KB). The ES is composed of fourteen KB, which are responsible for performing the corresponding function of each of the subtests. The rules of production in the KB investigate what the student knows about incomplete figures, vocabulary, cube design, matrices, among other aspects.

### Keywords:

Wechsler adult intelligence scale, expert systems, knowledge based systems, knowledge engineering.

## INTRODUCCIÓN

En pleno siglo XXI las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) no sólo se ocupan de manipular datos para convertirlos en información, sino que también trabajan con conocimientos, experiencia y saber hacer. Dentro del área de la Inteligencia Artificial, los Sistemas Expertos pueden desarrollar esta labor, ellos intentan simular las respuestas que daría un experto humano en un dominio de conocimiento determinado, por lo que pueden ayudar, aunque no sustituir, a estos expertos. Entre sus aplicaciones se hallan: la medicina, la psicología, el sector financiero e industrial, la educación, la gestión, la agricultura, etc (Jabbar & Khan, 2015) and we can say it is system that it has performance and work like a human expert in some good matters so we can say it is a system that will use the human knowledge captured in a computer to solve problems that usually required human expertise. The developments of expert systems are done in different areas. In this paper we will survey on different works have been done earlier in different ways using Expert System (ES).

Edward Feigenbaum, profesor de la Universidad de Standford, considerado el padre de los SE y galardonado por estos resultados con el premio Turing, definió este tipo de sistema como *“un programa de computadora que razona usando conocimiento para resolver problemas complejos”*. El conocimiento empleado en el SE utiliza algún formalismo para representar el conocimiento, conocido como forma de representación del conocimiento. El nombre SE deriva del término Sistema Basado en Conocimiento, muchos autores consideran estos dos términos sin distinción (Feigenbaum, 1992, p.1).

Para Turban, citado por Badaró, et al. (2013), *“un Sistema Experto es un sistema que emplea conocimiento humano capturado en una computadora para resolver problemas que normalmente requieran de expertos humanos. Los sistemas bien diseñados imitan el proceso de razonamiento que los expertos utilizan para resolver problemas específicos. Dichos sistemas pueden ser utilizados por no-expertos para mejorar sus habilidades en la resolución de problemas. Los SE también pueden ser utilizados como asistentes por expertos. Además, estos sistemas pueden funcionar mejor que cualquier humano experto individualmente tomando decisiones en una específica y acotada área de pericia, denominado dominio”*.

Los sistemas expertos eran comunes y exitosos a finales de 1980 en gran parte porque fueron capaces de incorporar conocimiento específico de dominio y tareas, sus máquinas o motores de inferencia eran relativamente simples y, en consecuencia, estos sistemas podrían implementarse con el hardware de la computadora disponible en ese momento (Smith & Eckroth, 2017). En la actualidad se siguen construyendo SE para utilizar en diferentes áreas del saber, algunos de ellos se mencionan a continuación.

Sistema experto basado en regla para recomendar cursos para estudiantes de pregrado y sugerir becas para esos estudiantes en función de su elegibilidad. La necesidad de crear este tipo de sistema en Estados Unidos (EE.UU) se debe a que el asesoramiento académico para cursos y becas normalmente lo realizan asesores humanos, lo que genera una inmensa carga de trabajo gerencial para los miembros de una facultad, así como para el resto del personal de las universidades, teniendo en cuenta que hay más de 15 millones de estudiantes universitarios en este país (Engin, et al., 2014).

Sistema experto para la elección del tipo de recuperación en canteras de materiales de construcción, el sistema apoya la selección del tipo de recuperación en áreas dañadas por la minería en canteras de materiales de la construcción. Facilita la introducción de la dimensión ambiental en los proyectos mineros de explotación de materiales de la construcción para contribuir al logro de una minería responsable (Rosario Ferrer, Jiménez Roché, Argüelles Castillo, & Montes de Oca Risco, 2015).

Sistema experto para ayudar a los usuarios a obtener el diagnóstico correcto del problema de salud relacionado con las adicciones a los videojuegos que van desde problemas músculo esqueléticos, problemas de visión y obesidad. Además de proporcionar información sobre el problema dice cómo puede resolverse.

Sistema experto para la identificación de plásticos, su primera versión se desarrolló en 1990 y luego en el 2015 se le realizan mejoras. En el proceso de inferencia utiliza búsqueda dirigida por objetivos, debido a las características del conocimiento contenido en las bases, en las cuales el proceso de inferencia comienza sin la existencia de datos preliminares. La ampliación de las bases de conocimiento, adaptadas a nuevas situaciones, incide en la obtención de respuestas más fundamentadas y mejores; la implementación del nuevo sistema sobre UCShell, versión 3.0 proporciona una mejoría notable en la interfaz, que incluye la posibilidad de ofrecer imágenes y videos durante el proceso de inferencia y admite bases de conocimientos de cualquier tamaño (Lezcano & Rodríguez Ríos, 2016).

Prototipo de un sistema experto para la detección de distintas enfermedades visuales que presenta un paciente, de acuerdo a los síntomas reportados. El prototipo muestra la enfermedad visual que padece de acuerdo con la base de conocimiento. Además, contiene un apartado de recomendaciones para prevenir ciertas enfermedades que son regularmente ocasionadas por mala higiene personal o por malos hábitos (Herrera Suiry, et al., 2019).

Sistema Experto Fungi, para el diagnóstico presuntivo de enfermedades fúngicas en los cultivos. Permite realizar un diagnóstico rápido y fiable de los hongos que afectan a los cultivos de arroz, frijol, tabaco, plátano, ajo, cebolla, maíz, cafeto y cacao (Quintero Domínguez, et al., 2019).

La Ingeniería del conocimiento (IC), constituye un área de la Inteligencia Artificial, que facilita la creación de un SE ya que ofrece técnicas para adquirir, formalizar y representar el conocimiento específico de un problema. La IC ha desarrollado diversas metodologías que facilitan el desarrollo de SE, entre ellas se encuentran IDEAL, Buchanan, CommonKADS, Protégé-II, MIKE, KLIC, entre otras. Para la creación del prototipo del SE que se presenta fue seleccionada la metodología KLIC (siglas de KBS life cycle, que significa en español Ciclo de Vida para SBC). KLIC incluye un ciclo de vida integrado por seis fases que se ocupan del diseño, producción y mantenimiento del SE, en Guida & Tasso (1995), se explican cada una de las fases, las cuales se resumen en la Tabla 1 (Delgado Montenegro, et al., 2015; Amatriain, et al., 2017; González, et al., 2017).

Las razones por las cuales se decide desarrollar un sistema experto, para el diagnóstico de un estudiante de la Universidad Metropolitana del Ecuador (UMET) en cuanto a su coeficiente intelectual, son las siguientes.

Alumnos, de las diferentes carreras con sede en Quito, acuden a consultas de psicología por orientación del departamento de Bienestar Estudiantil. La psicóloga realiza el estudio de cada uno de estos alumnos a partir de la aplicación de la prueba WAIS-III que incluye catorce subpruebas, encargadas de medir un aspecto diferente de inteligencia para obtener las tres puntuaciones del coeficiente intelectual (escala de ejecución, verbal y total), así como también cuatro puntuaciones índices (organización perceptual, comprensión verbal, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento). La aplicación de estas pruebas se realiza de forma manual sin el uso de la tecnología, lo cual provoca que el proceso para diagnosticar el desempeño de un alumno sea lento, empleándose un tiempo considerable de trabajo, pues la psicóloga debe interrogar al estudiante, valorar las respuestas, mostrarle imágenes y realizar operaciones. Como puede observarse es una tarea compleja y provoca retraso en la obtención de resultados. Son estas las razones por las cuales se decide comenzar el desarrollo de un sistema experto de manera que facilite la obtención de resultados rápidos y confiables en el diagnóstico de cada estudiante.

Tabla 1. Fases de la metodología KLIC para el desarrollo de SE.

Número de la fase	Nombre de la fase	Función
0	Análisis de posibilidades	Incluye un plan maestro para la organización donde se especifica los beneficios que recibe al utilizar un sistema experto (SE).
1	Análisis de viabilidad	Se redacta un informe sobre la viabilidad, el cual contiene las primeras versiones del diseño técnico del SE.

2	Construcción del demostrador	Desarrollo de la primera versión, muy limitada del SE.
3	Desarrollo del prototipo	Se amplía el resultado de la fase 2, de manera que el prototipo de SE cumpla con todas las especificaciones funcionales, se especifica el conjunto de herramientas de desarrollo que han servido de ayuda para la construcción de la o las Base de Conocimiento y el informe sobre el prototipo, donde se presenta un resumen de las actividades desarrolladas y los resultados alcanzados.
4	Implementación, instalación y entrega del producto final	Creación del SE en su totalidad, con un comportamiento similar la prototipo pero instalado en un entorno real de operación y verificado con datos reales.
5	Mantenimiento y extensión	Después que el SE es utilizado por los usuarios finales comienza esta fase que se extiende durante el resto del ciclo de vida del SE para realizar correcciones y su mantenimiento.

Fuente: Guida & Tasso (1995).

En este artículo se describen los resultados de las cuatro primeras fases (de la cero hasta la 3) de la metodología KLIC aplicadas al problema de determinación del coeficiente intelectual en adultos (estudiantes universitarios) donde se ha obtenido el prototipo del SE, la penúltima fase (fase 4) está también concluida. Ambos resultados constituyen trabajos de titulación previos a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas de Información de la UMET (Aguirre Chacha, 2018; Echeverría & Basurto, 2019).

## MATERIALES Y MÉTODOS;

En esta sección se presentan cada una de las fases (desde la cero hasta la tres) de la metodología KLIC empleadas en el desarrollo del prototipo de sistema experto, en Aguirre Chacha (2018), aparece una explicación detallada, seguidamente se resumen esos resultados.

Análisis de posibilidades: Los docentes de las diferentes carreras de la Universidad Metropolitana, sede Quito, envían informes escritos a su Director de Carrera acerca de estudiantes que presentan problemas de conducta o rendimiento escolar. El Director a su vez comunica de la situación al departamento de Bienestar Estudiantil, el cual analiza la información, localiza al alumno, revisa los resultados académicos junto a otros datos del estudiante para posteriormente remitir el caso a la psicóloga de la UMET. La psicóloga, al recibir al estudiante en su primera consulta, dialoga con él para ir conformando el expediente y en una segunda actividad de consulta comienza la aplicación de las pruebas de Escala Wechsler de Inteligencia

para Adultos – III (WAIS-III) que ya se ha comentado que consta de catorce subpruebas. La aplicación de cada una de estas subpruebas requiere de tiempo de trabajo por parte de la psicóloga, ya que ella debe interrogar al estudiante, mostrar imágenes, realizar cálculos y anotar lo que responde.

Desarrollar este proceso manualmente es engorroso. Por último, la psicóloga analiza y tabula manualmente los resultados de las pruebas, diagnostica el caso, extrae sus conclusiones y emite las respectivas recomendaciones, entre las que pueden constar terapias psicológicas, terapias familiares y seguimiento periódico al estudiante.

Una vez observado el proceso manual que se realiza para dar un diagnóstico por parte de la psicóloga, se le comenta los beneficios que tendrá al utilizar un software del tipo sistema experto, pues podrá tener un ahorro de tiempo, motivar a los estudiantes con el uso de recursos digitales en consulta, de manera que las pruebas ya no se tabularán manualmente sino que gracias al empleo de un sistema experto, se obtendrán los resultados en forma eficiente, rápida y oportuna, con la finalidad de que la psicóloga de la universidad pueda diagnosticar el caso, extraer conclusiones y emitir las posibles recomendaciones a los estudiantes a quienes aplicó las pruebas. Existirán varios beneficiarios con los resultados de este trabajo: la psicóloga, los estudiantes, los docentes, el departamento de Bienestar Estudiantil y en general la comunidad educativa de la UMET.

**Análisis de viabilidad:** Se cuenta con los recursos materiales y humanos para el desarrollo del sistema experto, porque se dispone del personal académico preparado para llevar a cabo esta investigación y por otra parte es posible el uso de los equipos de cómputo con que cuenta la institución. Integran el colectivo de trabajo los autores de este artículo:

Psicóloga de la UMET, que tendrá la función de ser la experta en el dominio de aplicación, la cual dispone de toda la información necesaria.

Estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UMET que realiza la investigación como una vía de titulación, su labor es ser ingeniero del conocimiento.

Profesora de la carrera de Ingeniería de Sistema de la UMET, especialista en Inteligencia Artificial y tutora de la tesis como una vía de titulación.

El ingeniero del conocimiento dispone de la información (suministrada por la psicóloga) que necesita para crear las bases de conocimiento, además utilizará una herramienta computacional específicamente un shell que lo asiste en estructurar, depurar y modificar el conocimiento extraído desde el experto. El shell se denomina UCShell 3.0 (López León, 2014).

**Construcción del demostrador:** Se analizan las catorce subpruebas de la Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos-III (WAIS-III) y se concluye que para cada subprueba se crea la base de conocimiento correspondiente. Después se realiza un análisis para determinar cuál de las catorce bases de conocimiento que se desarrollarán es la seleccionada para que sea parte del demostrador, determinándose que fuera la subprueba que emplea figuras incompletas, en primer lugar se decidió que el demostrador incluyera una sola base de conocimiento para así acelerar la demostración que se le haría a la psicóloga y por otra parte la elegida debía cumplir un conjunto de características como son el uso de imágenes y otros aspectos que pudieran facilitar la evaluación de las facilidades de la herramienta seleccionada para crear el prototipo del sistema experto.

Otro de los aspectos analizados en esta fase 2 fue cómo organizar el conocimiento extraído del experto y del manual de WAIS-III; después de una revisión se decide emplear el esquema de modelado de conocimiento basado en mapas conceptuales (Rodríguez-Lora, Henao-Calad, & Valencia Arias, 2016). Para facilitar la construcción de los mapas conceptuales se utilizó el software CmapTools, herramienta que surgió cuando en una investigación realizada por sus propios autores, tuvieron la necesidad de realizar ingeniería del conocimiento para desarrollar un sistema experto (Novak & Cañas, 2007) Joseph D. Novak y Alberto J. Cañas. El Dr. Novak dirigió el proyecto de investigación en la Universidad de Cornell (Estados Unidos). En la Figura 1 aparece un fragmento del mapa conceptual de las subpruebas de WAIS-III, donde puede observarse que cada nodo del mapa tiene otro mapa conceptual asociado en el cual se organiza el conocimiento relacionado con esa subprueba.

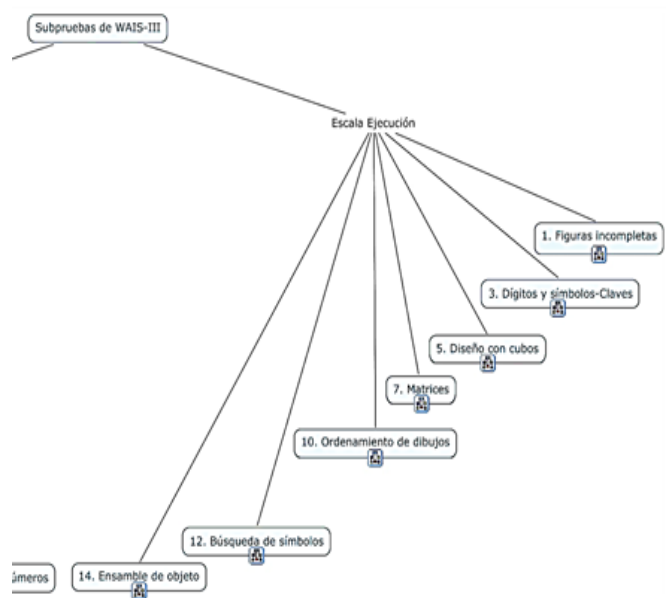


Figura 1. Fragmento del mapa conceptual de las subpruebas de WAIS-III.

La base de conocimiento, figuras incompletas, para cada uno de los reactivos de la subprueba le muestra al examinado una imagen para que señale o nombre la parte importante que falta en éste. La persona debe responder a cada reactivo y cada pregunta tiene una calificación de un punto. Algunos de los 25 reactivos y respuestas admisibles en la subprueba figuras incompletas se muestran en la Tabla 2. A través de esta base de conocimiento el SE realiza 25 preguntas que incluyen imágenes de la subprueba, para poder llevar a cabo la inferencia utiliza 50 reglas de producción, la máquina de inferencia de UCShell utiliza el método de búsqueda no informada primero en profundidad dirigida por objetivos; esta BC tiene un total de 534 líneas de código. Con esta BC se evalúan algunos aspectos de la escala de ejecución.

A continuación se muestran fragmentos de la base de conocimiento, en la Figura 2 se observa una de las preguntas, seguidamente en la Figura 3 se observa una regla de producción, luego en la Figura 4 se visualiza una ventana de ejecución donde aparece una pregunta que se le realiza al estudiante contemplada en la subprueba sobre figuras incompletas. Por último, en la Figura 5 se muestra la ventana de inferencia donde se pueden observar los valores que han tomado las variables (atributos).

Una vez construida la base de conocimiento, compilada y verificado su correcto funcionamiento se realiza una reunión del equipo de trabajo (experto humano, especialista en inteligencia artificial e ingeniero del conocimiento) con el objetivo de observar en qué consiste la labor de un sistema experto. El resultado fue satisfactorio dado que la psicóloga de la universidad pudo comprobar, que a través de la utilización de un sistema experto, se facilita su trabajo en consulta.

Tabla 2. Algunos reactivos y respuestas admisibles en una base de conocimiento.

N°	Reactivo	Parte faltante
1	Peine	Diente
2	Mesa	Pata; Pata de la mesa
3	Rostro	Nariz
9	Jarra	Chorro de agua
16	Espejo	Cepillo; Peine en la mano del hombre
17	Cuchillo	Parte de la orilla de sierra del cuchillo
22	Bote	Horquilla
23	Zapatos tenis	Orificio para la agujeta
24	Mujer	Sombra de la mujer

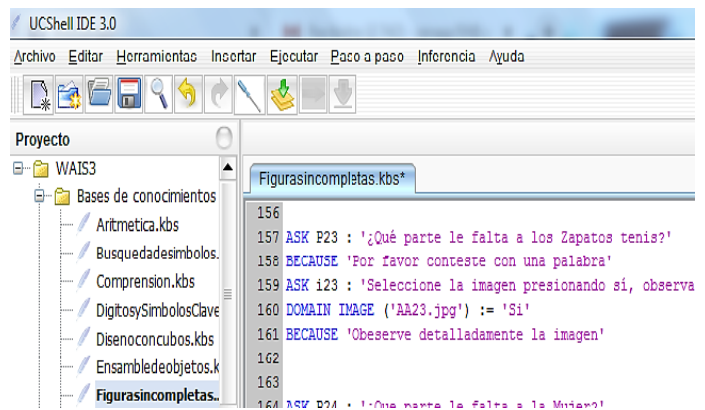


Figura 2. Una pregunta de una base de conocimiento.

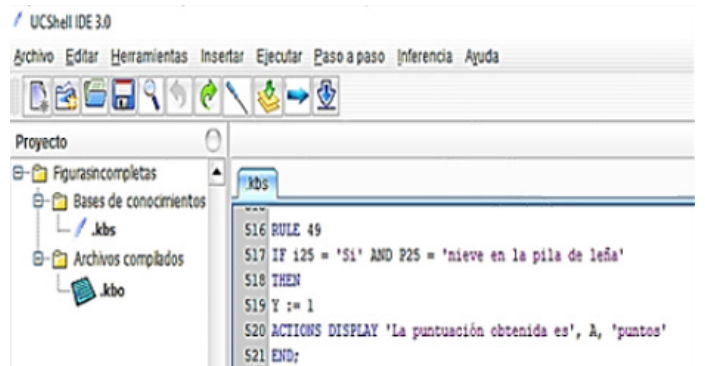


Figura 3. Regla de producción de una base de conocimiento.

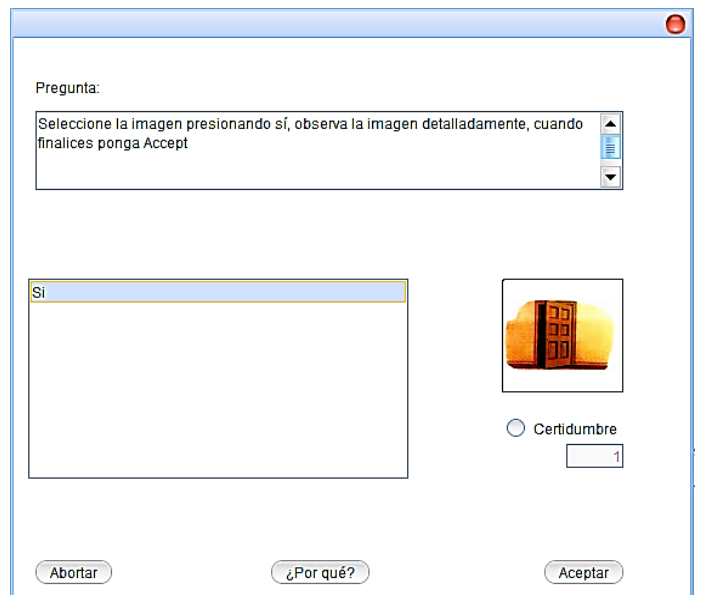


Figura 4. Presentación de una pregunta al estudiante.

Variable	Valor	Certidumbre
i6	Si	1
P1		1
i7	Si	1
P2		1
i1	Si	1
P3		1
i2	Si	1

Figura 5. Valores de algunas variables después del proceso de inferencia.

A partir de lo expuesto se decide continuar con el desarrollo del prototipo de sistema experto, se puntualiza que con su implementación y validación se obtendrá posteriormente un sistema que es el deseado para ser utilizado en un entorno real de trabajo, en este caso lo constituye la consulta de la psicóloga con un estudiante.

La cantidad de preguntas y reglas en la base de conocimiento, que implementa a cada una de las restantes subpruebas, se especifica en la Tabla 3 (Wechsler, 2003).

Tabla 3. Cantidad de preguntas y reglas en la BC correspondiente a cada subprueba.

Nombre de la subprueba	Preguntas en BC	Reglas en BC
Vocabulario	33	132
Dígitos y símbolos claves	35	83
Semejanzas	19	71
Diseño de cubos	14	28
Aritmética	20	41
Matrices	26	58
Retención de dígitos	30	60
Información	28	56
Ordenamiento de dibujos	11	33
Comprensión	18	69
Búsqueda de símbolos	20	40
Sucesión de letras y números	7	42
Ensamble de objetos	5	15

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se caracterizan cada una de las subpruebas de la escala Wechsler WAIS-III para facilitar la adquisición del conocimiento necesario en la creación del prototipo del sistema experto. Así como también se realizan diversas entrevistas a la psicóloga de la UMET y al personal de Bienestar Estudiantil.

El prototipo de SE está formado por 14 BC relacionadas con cada subprueba, además de otra BC, la número 15, que se encarga de ofrecer un diagnóstico final al estudiante evaluado a partir del resultado que ofrecen las 14 subpruebas aplicadas. El total de reglas de producción que contiene el prototipo de sistema experto creado es de 818 y la cantidad de preguntas que se le pueden realizar a un estudiante examinado es de 291. Un esquema de este sistema puede observarse en la Figura 6.

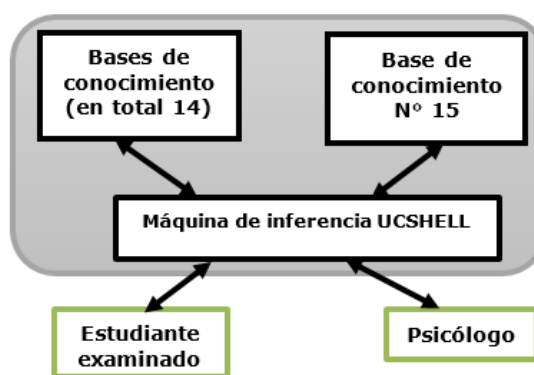


Figura 6. Estructura del Prototipo de Sistema Experto de WAIS-III.

El prototipo de sistema experto fue sometido a una prueba de verificación donde se tuvo en cuenta el cumplimiento de las especificaciones y consistencia de las 14 bases de conocimiento, de manera que cada una de ellas cumpliera con la realización de la subprueba correspondiente de la escala WAIS-III. Específicamente se realizaron las pruebas de verificación de consistencia y de integridad. Para la verificación de consistencia se analizaron las 15 bases de conocimiento, para buscar la existencia de reglas redundantes, conflictivas, contenidas en otras y cíclicas, se realizaron pruebas a las catorce bases de conocimiento que se corresponden con cada una de las subpruebas de WAIS-III, para lo cual se ingresaron respuestas correctas, incorrectas y en blanco, al finalizar estos procesos se obtuvieron los resultados esperados. En cuanto a la verificación de la integridad se construyeron tablas correspondientes a las bases de conocimiento para facilitar el análisis de los atributos y poder buscar la posible existencia de alguno sin referencia, valores ilegales, conclusiones inalcanzables y reglas sin salida.

El trabajo realizado muestra la aplicación de una de las metodologías existentes para la creación de sistemas expertos en un problema específico, de manera que puede constituir una guía para el desarrollo de otros prototipos

de sistemas expertos que pudieran ser temas de tesis o proyectos de investigación.

## CONCLUSIONES

Para el desarrollo del prototipo de sistema experto se empleó de la metodología KLIC sus cuatro primeras fases: Análisis de Posibilidades, Viabilidad, Construcción del Demostrador y Desarrollo del Prototipo. Cada una de estas fases guiaron las tareas a desarrollar y permitieron que se alcanzaran los objetivos propuestos. Debe destacarse que a partir de la obtención del demostrador de SE, con una sola base de conocimiento correspondiente a la subprueba Figuras incompletas, fue posible desarrollar cada una de las restantes bases de conocimiento que conforman el sistema, en total 15.

A partir del prototipo de sistema experto desarrollado fue posible la creación del SE en su totalidad, con un comportamiento similar al del prototipo pero instalado en un entorno real de operación y verificado con datos reales, solo falta la última fase de la metodología KLIC que aborda mantenimiento y extensión del sistema experto elaborado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Chacha, B. P. (2018). *Prototipo de Sistema Experto para determinar el coeficiente intelectual en estudiantes de la Universidad Metropolitana del Ecuador*. (Tesis de ingeniería). Universidad Metropolitana.
- Amatriain, H. G., Merlino, H., Martins, S., & Bianco, S. (2017). Modelo de proceso de gestión para proyectos de ingeniería del conocimiento. (Ponencia). *XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. La Plata, Argentina.
- Badaró, S., Ibañez, L. J., & Agüero, M. (2013). Sistemas expertos: Fundamentos, metodologías y aplicaciones. *Ciencia y Tecnología, 1(13)*, 349-364.
- Delgado Montenegro, L., Cortez Vásquez, A., & Ibañez Prentice, E. (2015). Aplicación de metodología Buchanan para la construcción de un sistema experto con redes bayesianas para apoyo al diagnóstico de la Teatralogía de Fallot en el Perú. *Industrial Data, 18(1)*.
- Echeverría Valencia, D. F., & Basurto Vergara, D. D. (2019). *Sistema Experto para determinar el coeficiente intelectual en estudiantes de la Universidad Metropolitana del Ecuador*. (Tesis de ingeniería). Universidad Metropolitana.
- Engin, G., Aksoyer, B., Avdagic, M., Bozanlı, D., Hanay, U., Maden, D., & Ertek, G. (2014). Rule-based Expert Systems for Supporting University Students. *Procedia Computer Science, 31*, 22-31.
- Feigenbaum, E.A. (1992). *Sistemas Expertos: Principios y Práctica*. CiteSeer. <https://citeseerx.ist.psu.edu>
- González, Y. R., Sánchez, N. M., Sardiñas, A. D., & Luque, M. M. (2017). De la extracción al modelado del conocimiento en un Sistema Basado en el Conocimiento. Un enfoque desde el agrupamiento conceptual lógico combinatorio. *GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, 5(2)*, 41-57.
- Guida, G., & Tasso, C. (1995). *Design and Development of Knowledge-based Systems: From Life Cycle to Methodology*. John Wiley & Sons, Inc.
- Herrera Suiryt, L. B., Rodríguez, L., Rico, R., & Gutiérrez, D. (2019). Prototipo de un sistema experto para la detección de enfermedades visuales. *Revista Aristas: Investigación Básica y Aplicada, 7(14)*, 223-230.
- Jabbar, H. K., & Khan, R. Z. (2015). Survey on development of expert system in the areas of Medical, Education, Automobile and Agriculture. (Ponencia). *2015 2nd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*. Nueva Delhi, India.
- Lezcano, M., & Rodríguez Ríos, L. (2016). Expert System for the identification of Plastic Materials. *Ingeniería Solidaria, 12(20)*, 33-41.
- López León, H. (2014). *Implementación de la versión 3.0 de la herramienta UCShell*. (Tesis de licenciatura). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2007). *Del origen de los Mapas Conceptuales al desarrollo de Cmap-Tools*. Eduteka. <https://eduteka.icesi.edu.co/modulos/4/90/543/1?url=4/90/543/1>
- Quintero Domínguez, L. A., Ríos Rodríguez, L. R., Quintana Sánchez, D., & León Ávila, B. Y. (2019). Sistema Experto para el diagnóstico presuntivo de enfermedades fúngicas en los cultivos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 13(1)*, 61-75.
- Rodríguez-Lora, V., Henao-Cálad, M., & Valencia Arias, A. (2016). Taxonomías de técnicas y herramientas para la Ingeniería del Conocimiento: Guía para el desarrollo de proyectos de conocimiento. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 24(2)*, 351-360.
- Rosario Ferrer, Y., Jiménez Roché, K., Argüelles Castillo, D., & Montes de Oca Risco, A. (2015). Sistema experto para la elección del tipo de recuperación en canchales de materiales de construcción. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 9(3)*, 33-48.
- Smith, R. G., & Eckroth, J. (2017). Building AI Applications: Yesterday, Today, and Tomorrow. *AI Magazine, 38(1)*, 6-22.
- Wechsler, D. (2003). Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos - III. El Manual Moderno.