

ANÁLISIS DE TUTORES INTELIGENTES COMO SUSTENTO EN LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

**Analysis of Intelligent Tutorial System used as Complement at the
Universidad Mayor de San Andrés**

Rios Miranda, Bhylenia Yhasmyna
Docente Investigador – CEPIES UMSA
bhylenia.rios@gmail.com

Portugal Durán, Willy Ernesto
Docente Investigador – CEPIES UMSA
pwilly_ernesto@hotmail.com
La Paz - Bolivia

Resumen

La educación en las universidades cada día exige más habilidades en los docentes que tienen que estar involucrados con la tecnología actual y utilizar estos medios para complementar sus clases, siendo esta una opción muy innovadora; los sistemas tutores inteligentes que actúan con los estudiantes como complemento del contenido de la materia donde el estudiante puede ir aprendiendo a su ritmo realizando diferentes actividades de las unidades básicas de aprendizaje. Estos sistemas tienen un seguimiento de aprendizaje muy estructurado permitiendo dar reportes del aprendizaje de los estudiantes. Este concepto fue aplicado en la materia de Idioma I en la Carrera de Informática de la Universidad Mayor de San Andrés obteniendo excelentes resultados con los estudiantes.

Palabras Clave:

STI, modelo, tutor, aprendizaje, agente.

Abstract

Education in universities demands, day by day, more skills of teachers involved with the actual technology and it demands that they use these resources to complement their classes, this being a very innovative option; the intelligent tutoring systems work with the students as a complement to the content of the subject in which the student can learn at his own pace by performing different activities of the basic learning units. These systems have a very structured learning follow-up allowing reports of student learning. This concept was applied in the subject of Language I in the Computer Science Department of the Universidad Mayor de San Andrés, obtaining excellent results with the students.

Keywords:

ITS, model, tutor, learning, agent.

1. Introducción

Una de las nuevas áreas de aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) son los Agentes Inteligentes. Sin embargo, los beneficios se aumentan con el uso de estos sistemas, ha llevado a la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial que puedan hacer frente a mayor complejidad, ya que los métodos tradicionales no son capaces de conseguir la satisfacción y flexibilidad.

Existen sistemas que utilizan un solo agente y varios agentes, a estos últimos se los denomina Sistemas Multi-Agentes, se caracterizan por interactuar con otros agentes, cada agente se encarga de resolver un problema mediante técnicas particulares y el resultado de todos los agentes resolvería por partes el problema global.

En la era del siglo XXI la educación utiliza Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para optimizar los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje (PEA), utilizando todo tipo de recursos para una educación más equitativa.

Hoy en día la formación de los estudiantes y docentes usando la tecnología actual¹ a favor de la educación se considera un avance importante en la sociedad de tal manera que mejora los procesos de enseñanza y aprendizaje de docentes y estudiantes respectivamente.

1.1. Objeto de estudio

En la investigación el objeto de estudio son los Tutores Inteligentes en la enseñanza.

1.2. Campo de acción

Tutores inteligentes en la enseñanza en la materia de Idioma I en la Carrera de Informática de la Universidad Mayor de San Andrés.

1.3. Modelo de enseñanza-aprendizaje

El modelo de enseñanza aprendizaje que se aplica es el modelo constructivista que indica: “La comprensión de la enseñanza como una tarea dinámica, participativa, en la que se brinda al alumno las herramientas para que desarrolle

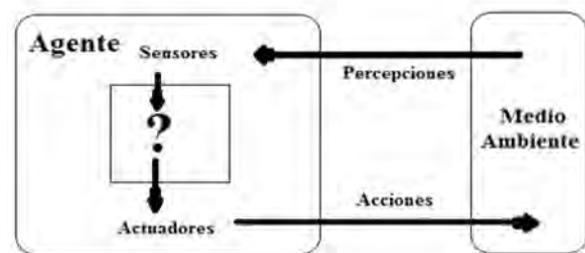
por sí mismo las resoluciones a los problemas que se le presentan” (Raffino, 2018).

1.4. Agente

Russell y Norving (2018, p. 37) afirman: “Un agente es cualquier cosa capaz de percibir su medioambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores”.

Por lo tanto, se entiende por agente o agente de software a todo aquello que es capaz de percibir cambios en su medio ambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores o efectores.

Figura No. 1: Agente interactuando con su medio ambiente



Fuente: Extraído del libro de Russell y Norving, 2018

Los agentes pueden identificarse (existen) en diferentes sistemas, Russell y Norving (2018) afirman:

Un agente humano tiene ojos, oídos y otros órganos sensoriales además de manos, piernas, boca y otras partes del cuerpo para actuar. Un agente robot recibe pulsaciones del teclado, archivos de información y paquetes vía red a modo de entradas sensoriales y actúa sobre el medio con mensajes en el monitor, escribiendo ficheros y enviando paquetes por la red. (p. 38)

1.5. Multi-Agente

Russell y Norvig (2018) precisan que los Sistemas Multi-Agentes conocidos como SMA o MAS son un conjunto de agentes que trabajan de forma que se cooperan entre ellos para llevar a cabo objetivos comunes, interactúan en el mismo entorno, deben ser hábiles de compartir sus conocimientos sobre los problemas y soluciones que poseen. Para interactuar satisfactoriamente, los agentes

¹ La tecnología actual en la educación es favorecida con el uso de computadoras, Internet, tecnología móvil, software, plataformas virtuales, sistemas tutores inteligentes y aplicaciones educativas en su formación.

necesitan las habilidades de cooperación, coordinación y negociación.

Los agentes autónomos trabajan juntos y cada de ellos posee información parcial o incompleta de tal manera que su objetivo principal es solucionar el problema. Los agentes deciden qué tareas serán ejecutadas y qué agente realiza esa tarea.

1.6. Sistemas Tutores Inteligentes

Wolf (1984) define a los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) como: “sistemas que modelan la enseñanza, el aprendizaje, la comunicación y el dominio del conocimiento del especialista y el entendimiento del estudiante sobre ese dominio”.

El propósito del tutor inteligente es proveer un ambiente más flexible y agradable para el estudiante.

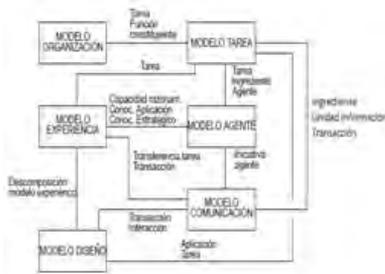
Los Sistemas Tutores Inteligentes pretenden capturar el conocimiento de los expertos en pedagogía, crear interacciones en forma dinámica, y así poder tomar decisiones como los docentes las tomarían en una clase presencial.

1.7. Metodología CommonKADS

Schreiber, Wielinga y Van de Velde, (1999) afirman: “CommonKads es una metodología diseñada para el análisis y la construcción de Sistemas Basados en Conocimiento denominado SBC de forma análoga a los métodos empleados en Ingeniería de Software”.

Hay seis modelos definidos en la metodología CommonKADS expuestos por Iglesias (1998) que se describen a continuación aplicando en el desarrollo de un Sistema Multi-Agente para el aprendizaje del idioma Inglés (Materia de la carrera de Informática).

Figura No. 2: Modelos de CommonKADS



Fuente: Extraído de la tesis de Iglesias, 1998

1.7.1. Modelo de Agente (MA)

Este modelo especifica las características del agente, tales como: capacidad lógica, habilidades, servicios, sensores, efectores, grupos de agentes a los que pertenece y clase de agente.

- **Agentes Humanos.** Estos actores son llamados agentes externos (humanos) que son: Aprendiz o estudiante, Tutor, Experto y Administrador.
- **Agentes Software.** Los programas (agentes) a desarrollar están definidos por los agentes: Contenido, Acciones, Tutor, Estudiante, Colaborativo, Interfaz, Pedagógico y Evaluador.

Figura No. 3: Interacción de los módulos del STI



Fuente: Extraído del artículo de Cataldi, Z. y Lage, F., 2009

1.7.2. Modelo de Tarea (MT)

El modelo permite describir los objetivos de una tarea a través de métodos de resolución de problemas para presentarla al estudiante. A continuación, se muestra un ejemplo de descomposición de las tareas.

Figura No. 4: Tarea Validar Usuario

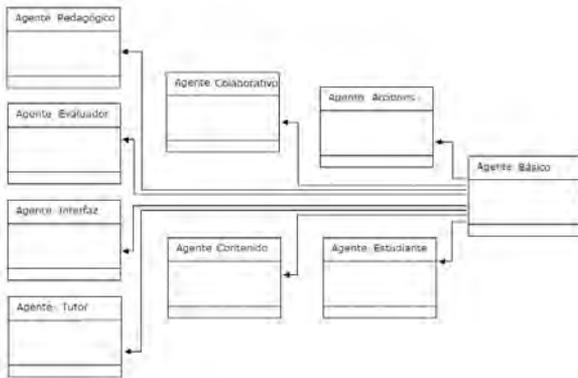


Fuente: Elaboración Propia

1.7.3. Modelo de la Organización (MO)

Es una herramienta que permite analizar la información que se encuentra en el SMA describiendo las características de los agentes de software, la relación entre ellos y su entorno, identificando las relaciones de herencia, las clases, objetos y la estructura organizativa jerárquica.

Figura No. 5: Estructura Jerárquica de Clases



Fuente: Elaboración Propia mostrando las clases

1.7.4. Modelo de la Experiencia (ME)

Comprende las habilidades del experto y su experiencia en el diseño del STI para relacionar entre los diferentes agentes de tal manera que identifica, describe y muestra la estructura del conocimiento para realizar las diversas tareas.

Figura No. 6: Agentes distribuidos en módulos

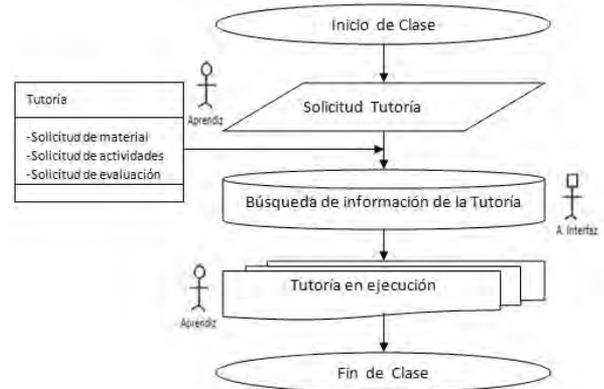


Fuente: Elaboración Propia

1.7.5. Modelo de Comunicaciones (MC)

Describe la manera de comunicación del agente humano y el agente de software, tomando en cuenta la forma de comunicarse mediante interacciones genéricas (secuencia de mensajes) que muestran paso a paso las intervenciones o conversación entre el agente humano y el agente de software. A continuación, se muestra la conversación del Aprendiz (Humano) y el agente Interfaz (Sistema) en una sesión de aprendizaje.

Figura No. 7: Interacción genérica entre el Aprendiz – Interfaz



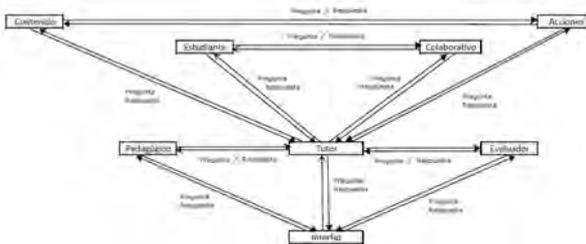
Fuente: Elaboración Propia

1.7.6. Modelo de Diseño (MD)

El modelo describe la arquitectura y el diseño de la base de conocimiento antes de su implementación, Pajares y Santos (2006) afirman:

“El modelo de diseño proporciona la especificación técnica del sistema en términos de arquitectura, plataforma de implementación, módulos de software, construcciones de representación y mecanismos de computación requeridos para implementar las funciones propuestas en los modelos de conocimiento y comunicación.” (p. 120)

Figura No. 8: Canales básicos de comunicación y flujo de conversaciones entre agentes de software



Fuente: Elaboración Propia

Después del análisis realizado con la metodología CommonKads y con toda esta información se procede a realizar el diseño y la aplicación mediante la cual los estudiantes pueden acceder al Sistema Tutor Inteligente mediante un celular o computadora.

Figura No. 9: Pantalla para introducir datos personales



Fuente: Elaboración Propia

Figura No. 10: Pantalla de las unidades e historial



Fuente: Elaboración Propia

2. Materiales y Métodos

Hernández, Fernández y Baptista (2014) distinguen la validez interna y externa.

Definiendo a la validez interna como el grado de confianza que se tiene de que los resultados de experimento se interpreten adecuadamente y sean válidos, esto se logra cuando hay control en el experimento que significa saber qué está ocurriendo realmente con la relación entre las variables independiente y dependiente. La validez externa es ideal alcanzar una vez que se consigue la validez interna, permite la posibilidad de generalizar los resultados a la población, otros experimentos y situaciones no experimentales. (p. 144)

Para la validación del modelo se realiza un diseño cuasiexperimental, conformado por dos grupos: un grupo control RG_1 y un grupo experimental RG_2 , en el primer grupo RG_1 se manipulará la variable independiente, por medio de este diseño se pretende comparar el nivel de conocimiento de dos grupos de características similares; en ambos grupos se aplica una pre prueba y pos prueba. “En los diseños cuasiexperimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

A continuación, se presenta las características del diseño:

Tabla No. 1: Variables para el diseño cuasiexperimental

Grupo	Pre prueba	Experimentación	Pos prueba
Control (RG ₁)	O ₁	X	O ₂
Experimental (RG ₂)	O ₃	—	O ₄

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

O₁ = Aplicación del pre prueba al grupo control.O₂ = Aplicación del pos prueba al grupo controlO₃ = Aplicación del pre prueba al grupo experimental.O₄ = Aplicación del pos prueba al grupo experimental.

X = Presencia de la variable independiente.

— = Ausencia de la variable independiente.

2.1. Población

La población que se tomó en el experimento fueron los estudiantes de la materia de Idioma I que corresponde a tercer semestre de la Carrera de Informática de la Universidad Mayor de San Andrés del segundo semestre de la gestión 2017, tomando para este experimento dos paralelos de tres, para así conformar los grupos RG₁ grupo de control que tiene un total de 87 estudiantes y RG₂ grupo experimental que tiene un total de 95 estudiantes.

2.2. Muestra

Dado que la asignación de la población de estudio no es al azar se considera una muestra de distribución no aleatoria y no representativa, puesto que los sujetos de estudio pertenecen a grupos preestablecidos por la inscripción voluntaria de los estudiantes. Por otro lado, los estudiantes que no se tomarán en cuenta son aquellos en cuya asistencia no es frecuente, tomando como grupo final quince estudiantes regulares que asisten a clases.

La información resumida de la población y muestra se detalla en la siguiente tabla.

Tabla No. 2: Muestra de los estudiantes

Grupo	Población	Muestra
RG ₁	87	15
RG ₂	95	15
Total	182	30

Fuente: Elaboración Propia con los datos de los estudiantes

2.3. Procedimiento de la investigación

El proceso de investigación se desarrolla en tres fases:

- **Primera fase:** La fase consiste en la aplicación de la pre prueba, en los dos grupos de estudio, tanto el grupo experimental RG₂ como en el control RG₁. El tiempo empleado para la pre prueba es de noventa minutos que es tomado en un periodo de clases denominados O₁ y O₃, seleccionando al azar cuatro Unidades Básicas de Aprendizaje (UBA, en inglés que viene de las palabras Basic Unit Learning BUL) que son: Greeting, The Alphabet, Transportation y Family, dicha prueba se toma sobre un valor de cien por ciento.
- **Segunda Fase:** La fase consiste en la aplicación de la variable independiente al grupo de control RG₁, llegando a implementar la estrategia didáctica de planificación, organización y evaluación del proceso de aprendizaje de los estudiantes, el material se les proporcionó enfocándose en sus habilidades, evaluaciones continuas que permiten detectar de forma rápida, oportuna el aprovechamiento de los estudiantes para luego reforzarlos. Este proceso se realizó en ocho sesiones que son los mismos periodos de sus clases del grupo.
- **Tercera Fase:** Se aplicó la pos prueba, evaluando los aprendizajes respecto a las unidades básicas que se enseñaron en ambos grupos. Concluida la intervención del modelo, se procederá a la aplicación del instrumento de medición a ambos grupos, el tiempo empleado para la pos prueba es de noventa minutos que es tomado en un periodo de clases denominado O₂ y O₄, dicha prueba se toma sobre un valor de cien por ciento.

3. Resultados

En los resultados generales de la pre prueba y pos prueba que se llevaron a cabo en ambos grupos de control RG₁ y experimental RG₂, se detallan en la tabla siguiente donde la ponderación de las notas está en el rango de cero a cien.

Tabla No. 3: Resultados de la pre prueba y Pos prueba

Nro.	RG ₁		RG ₂	
	Pre prueba	Pos prueba	Pre prueba	Pos prueba
1	34	68	28	55
2	23	63	9	40
3	31	68	29	35
4	24	53	31	65
5	15	46	14	50
6	37	67	19	50
7	46	78	27	35
8	24	76	26	50
9	29	33	21	60
10	31	65	31	50
11	15	71	54	65
12	46	58	37	60
13	35	57	16	50
14	15	67	27	75
15	35	79	11	80
PROMEDIO	29	63	25	55

Fuente: Elaboración Propia con los datos de los resultados

Se tomó en cuenta para la experimentación el conocimiento que tiene los estudiantes tomando tres tipos de conocimiento: el básico, medio y avanzado según se detalla a continuación.

Tabla No. 4. Criterios de conocimiento

Criterio	Rango de Notas
Conocimiento Básico	0 - 30
Conocimiento Medio	31 - 60
Conocimiento Avanzado	61 - 100

Fuente: Elaboración Propia

En las siguientes figuras se muestran gráficamente los resultados de pre prueba y pos prueba tomando en cuenta los criterios de conocimiento de los estudiantes de los dos grupos, el de control RG₁ y el grupo de experimental RG₂.

Figura No. 11: Evaluación de pre prueba



Fuente: Elaboración Propia

Interpretando la Figura No. 11 “Evaluación de pre prueba” se puede visualizar que el conocimiento previo del idioma inglés en las UBA utilizadas, para esta prueba se diferencia en los grupos: el conocimiento del grupo de control RG₁ tienen un conocimiento básico de 46.7%, un conocimiento medio en un 73.3% y un conocimiento avanzado de 0% y el grupo experimental RG₂ tiene un conocimiento básico de 53.3%, un conocimiento medio de 26.7% y un conocimiento avanzado de 0%, por lo tanto en ambos grupos tiene un conocimiento básico y medio.

Figura No. 12: Evaluación de pos prueba



Fuente: Elaboración Propia con los datos obtenidos

Interpretando la Figura No. 12 “Evaluación de pos prueba” se puede visualizar que después de pasar ocho sesiones de clases en ambos grupos impartiendo el conocimiento de las UBA utilizadas en el grupo de control RG₁: tiene un conocimiento básico de 0%, un conocimiento medio de 33.3% y un conocimiento avanzado de 66.7% y el grupo experimental RG₂ tiene un conocimiento básico de 0%, un conocimiento medio de 73.3% y un conocimiento avanzado de 26.7%, por lo tanto

en ambos grupo el conocimiento pos prueba se puede evidenciar que optimizaron en ambos grupos obteniendo como resultados en los estudiantes conocimiento medio y avanzado.

Analizando, la enseñanza más efectiva después de la pos prueba en los dos grupos O_2 y O_4 respectivamente se tiene que el promedio de aprendizaje es $O_2=63$ y $O_4=55$ por lo tanto $O_2 > O_4$ lo que implica que en el grupo que se usó el Sistema Tutor Inteligente se obtuvo un mayor nivel de aprendizaje en el Idioma Inglés.

También en el grupo de control RG_1 se verificó la usabilidad del sistema tutor tomando en cuenta los criterios de Aprendizaje y Satisfacción.

Tabla No. 5: Criterios de usabilidad

<i>Criterios de usabilidad</i>	<i>Justificación</i>
Aprendizaje	El aprendizaje es un proceso de adquisición de habilidades y conocimientos, que se produce a través de la enseñanza, razonamiento, la experiencia o el estudio (Portugal y Rios, 2015).
Satisfacción	Sentimiento de bienestar o placer que se tiene cuando se ha colmado un deseo o cubierto una necesidad (DLE, 2014).

Fuente: Elaboración propia

Se aplicó el siguiente cuestionario para medir la usabilidad del sistema tutor aplicado al grupo de control RG_1 tomando en cuenta los atributos de usabilidad descritos anteriormente.

Tabla No. 6: Preguntas del cuestionario

<i>Nro.</i>	<i>Descripción de las preguntas</i>
1	¿Cómo le parece el enfoque de enseñanza del Sistema Tutor inteligente?
2	¿Qué le parece las unidades temáticas utilizadas para el inglés básico?
3	¿Son entendibles las instrucciones e información de las unidades?
4	¿Recomendarías el sistema tutor inteligente a otros estudiantes?
5	¿Cómo te parece la ayuda que brinda el sistema tutor inteligente?
6	¿El sistema tutor inteligente permite reforzar el proceso de enseñanza?

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 7: Resultados del cuestionario de usabilidad

<i>Nro.</i>	<i>Importancia</i>	<i>Atributo</i>	<i>Calificación (0 - 3)</i>	<i>Sub-total</i>
1	0.2	Aprendizaje	3	50%
2	0.2	Aprendizaje	2	33%
3	0.2	Aprendizaje	1	17%
4	0.2	Satisfacción	2	40%
5	0.1	Satisfacción	2	40%
6	0.1	Satisfacción	1	20%
TOTAL			1.8	

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 8: Criterios de calificación

<i>Criterio</i>	<i>Escala de Notas</i>
Malo	0
Regular	1
Bueno	2
Excelente	3

Fuente: Elaboración propia

En los resultados obtenidos del cuestionario del sistema tutor inteligente se obtuvo una evaluación preliminar de 1.8 2 en una escala de 0 a 3, por lo cual el Sistema Tutor Inteligente tuvo una calificación de 2 que significa que es "Bueno".

4. Discusión

En este estudio se puede evidenciar mediante la pre prueba y la pos prueba que el uso por parte de los estudiantes del Sistema Tutor Inteligente obtuvo un mayor nivel de aprendizaje en el Idioma Inglés lo cual implica que el rendimiento académico ha mejorado, así como un mejor balance en sus calificaciones obtenidas.

La aplicación de los sistemas tutores inteligentes son una nueva opción en el aprendizaje de diferentes áreas, donde el estudiante puede aprender de manera significativa; los sistemas presentan diferentes actividades a desarrollar y modos de enseñar.

A los estudiantes en la actualidad les gusta el acceso a internet, uso de diferentes aplicaciones en sus dispositivos móviles y más aún con un sistema tutor inteligente que le permite tener un entorno de aprendizaje amigable, agradable y aceptable utilizándolo en su tiempo libre a su propio ritmo.

Muchos son los autores que han ido investigando sobre los tutores inteligentes en la educación que en cierta medida mostraron un comportamiento similar al del ser humano y que pueda adaptarse a los diferentes estilos o ritmos de aprendizaje.

Actualmente la tecnología ha incursionado fuertemente en la educación, investigando sobre todo los ambientes de aprendizajes interactivos que se acople a las necesidades cognitivas de los estudiantes.

5. Conclusiones

Los sistemas tutores inteligentes son una herramienta innovadora en el proceso de enseñanza aprendizaje, permitiendo transmitir información y conocimiento a estudiantes, como apoyo a diferentes materias de la universidad ayudando a complementar el aprendizaje.

Un sistema inteligente no pretende reemplazar al docente por el contrario se considera una herramienta de apoyo para el estudiante, interactuando sobre todo donde encuentra alguna deficiencia.

Estos sistemas permiten tener un aprendizaje significativo en los estudiantes el cual es reflejado en los resultados obtenidos.

Se recomienda que las actividades con el uso de estas herramientas estén integradas de acuerdo al estilo de aprendizaje.

6. Bibliografía

Cataldi, Z. y Lage, F. (2009). *Sistemas Tutores Inteligentes Orientados a la Enseñanza para a Comprensión*. EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa

Raffino, M. (15 de noviembre de 2018). Constructivismo. Recuperado de: <https://concepto.de/constructivismo/>

DLE (2015). *Diccionario de la lengua española*. 23ra. Ed. Lima, Perú: Espasa.

Iglesias, C. (1998). *Definición de una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Multi-Agentes*. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ta. Ed. México: McGRAW-HILL.

Pajares, G., y Santos, M. (2006). *Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento*. México, D.F.: Alfaomega RA-MA.

Portugal, W. y Rios, B. (2015). *Gramática Española*. Bolivia: Innograph.

Russell, S. y Norvig, P. (2018). *Artificial Intelligence: A modern Approach, Global Edition*. 2ra. Ed. Madrid: Pearson Educación, S. A.

Schreiber, A., Wielinga, B. y Van de Velde, J. (1999). *CommonKADS: A comprehensive methodology for KBS development*. University of Amsterdam, Netherlands Energy Research Foundation ECN and University of Brussels.

Wolf, B. (1984). *Context Dependent Planning In a Machine*. Tutor. Ph.D. Dissertation, University Of Massachusetts, Amherst, Massachusetts.

Fecha de Recepción: 14/06/2019

Fecha de Aprobación: 15/08/2019 en reunión de comité editorial.