

ASISTENTES VIRTUALES DE CLASE

EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

Dorfman M.¹, Grondona A.¹, Mazza N.¹, Mazza P.¹
dorfman.mauricio@gmail.com, andreagrondona@yahoo.com.ar,
nestor.mazza@sustentum.com, patricio.mazza@hotmail.com

(1) Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas

Resumen

Los Agentes Virtuales son un conjunto de programas informáticos capaces de interactuar con los seres humanos en su propio lenguaje (Español, Mandarín, Ruso, etc.), utilizando técnicas de PLN, Procesamiento del Lenguaje Natural, rama de la Inteligencia Artificial. En particular, un Asistente Virtual de Clase (AVC) es un Agente Virtual especializado en uno o más campos del conocimiento, con rutinas específicas para realizar tutorías, administrar exámenes, etc.

Con una interfaz similar a un chat, los Agentes Virtuales pueden ser accedidos oblicuamente mediante un navegador, constituyendo un novedoso recurso pedagógico de amplio y fácil acceso.

El presente trabajo se basa en una experiencia realizada durante la primera mitad del 2011 en el curso “Administración de Recursos Informáticos” en la Universidad de Buenos Aires – Facultad de Ciencias Económicas, proporcionando detalles cuantitativos de la interacción estudiantes – AVC y de los impactos en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el contexto objeto del estudio: como complemento a la educación universitaria presencial.

Adicionalmente, se hace una breve referencia a experiencias del uso de Asistentes Virtuales en la enseñanza de Matemáticas en otras regiones, y las posibilidades de aplicación en nuestro contexto.

Palabras claves: Asistente, Artificial, Educación, Inteligencia, Virtual

1.- Introducción

A efectos de facilitar al lector la comprensión del trabajo, se incorporan conceptos generales sobre los AVC y particulares de "Ariel" (asistente utilizado en la experiencia), los cuales también pueden encontrarse en un trabajo previo de los mismos autores [2].

El lector ya familiarizado con los mismos puede obviarlos, continuando la lectura en "3.- Experiencia realizada en FCE-UBA, primer semestre 2011".

Las nuevas tecnologías de información y comunicación (NTIC) no resultan indiferentes para el proceso enseñanza-aprendizaje. Han generado impacto en las formas de comunicarse, compartir contenidos y también en el desarrollo de nuevos modelos de adquisición de conocimiento [12].

Las NTIC tienen un papel protagónico no sólo en el ámbito académico sino en todas las esferas de la sociedad. Por tal razón, su involucramiento en la educación permite no sólo mejorar la enseñanza sino también desarrollar en los alumnos habilidades de interacción virtual, muy requeridas en el ámbito profesional.

Sin embargo, el campo de la tecnología educativa no es sencillo. Los métodos como videoconferencia o aprendizaje por sí mismo, no han logrado la efectividad esperada; contado con limitaciones en la

interactividad débil entre alumno, profesor y sistema (L. B. Sheremetov [3]).

Que el docente explique un concepto podría no traducirse en que el alumno lo comprenda. La relación enseñanza-aprendizaje representa un desafío adicional en los procesos de educación virtual. El rol del docente se intensifica en cuanto a la necesidad de evaluar críticamente el valor agregado de la tecnología. Debe evitarse que una errónea utilización la vuelva contraproducente en los objetivos educacionales preestablecidos.

Sin pretender sustituir al docente humano, la inteligencia artificial (IA) está comenzando a ser utilizada en el proceso enseñanza-aprendizaje.

2.1.- ¿Qué es un Asistente Virtual?

Un asistente virtual (también conocido como agente computacional inteligente, chatbot, chatterbot, bot o robot de charla) es un conjunto de programas informáticos capaces de interactuar con los seres humanos mediante el lenguaje natural, en lugar de una interfaz gráfica/GUI como Windows o una línea de comando al estilo DOS [8].

Basado en Inteligencia Artificial, un asistente virtual es capaz de simular una conversación inteligente por medio de texto y/o audio,

emulando el diálogo que podría mantener el usuario con una persona real. Los agentes virtuales pueden tener distintas funcionalidades: un representante de atención a clientes, un especialista en un campo dado del conocimiento, etc.

El PNL (Procesamiento del Lenguaje Natural) es la rama de la Inteligencia Artificial que permite la interacción de los asistentes virtuales gracias a la comprensión sintáctica y semántica del idioma.

El agente pionero fue “Eliza”, el cual era un sistema funcional en el ámbito de la psicología, creado en 1966 por el científico alemán Joseph Weizenbaum para que las personas dialogaran al igual que si lo hicieran con sus terapeutas.

En la actualidad se pueden encontrar asistentes conocedores de temáticas tales como música, artistas, sexo, psicología, cuentacuentos para niños, etc. También los hay de carácter general, es decir que no se especializan en ningún tema particular.

Muchos de los agentes se personalizan para darle una sensación humana a través de un nombre, una apariencia (mediante una imagen o un avatar animado), una nacionalidad, una fecha de cumpleaños, aficiones, etc.

2.2.- Asistentes Virtuales en el ámbito educativo

Un Asistente Virtual de Clase, AVC, puede emplearse a modo de complemento en el proceso enseñanza-aprendizaje. Con determinados contenidos y rutinas específicas, el AVC puede interactuar con los alumnos, brindar información, realizar tutorías, tomar exámenes, etc. [14].

La interacción estudiante-AVC se realiza a través de un "chat". El AVC, ante la recepción de un estímulo, consulta en su base de conocimiento y brinda una contestación (la cual puede ser también del tipo: "No lo sé, lamento no poder ayudarte").

La tecnología de asistentes virtuales presenta distintos beneficios, entre los que podemos mencionar: su disponibilidad en cualquier momento y lugar (a través de acceso a Internet), la posibilidad de preguntar el mismo concepto tantas veces como el alumno necesite, la homogeneidad en las respuestas, la ausencia de fatiga o cambios de humor, etc.

Sin perjuicio de ello, esta tecnología resulta de aplicación incipiente y no se cuenta con estudios específicos que permitan cuantificar los beneficios intuitivamente existentes [1]. Los resultados de cada experiencia supeditan su efectividad a la potencia/capacidad del

cerebro artificial empleado y a las particularidades y regionalismos de cada idioma.

A priori, la utilización de los AVC en el ámbito educativo representa un beneficio claro vinculado a la navegación de manera no lineal del alumno en el descubrimiento de su conocimiento. De tal forma, se permite replantear el paradigma del aprendizaje por computadora de tipo secuencial.

Por otra parte, la utilización de una tecnología nueva le permite al alumno desarrollar habilidades prácticas, llegando a comprender las ventajas y limitaciones de esa nueva herramienta en uso (M. Stone Wiske [13]).

Actualmente la proliferación de tecnologías colaborativas, promueven un aprendizaje de tipo cooperativo, facilitando la comprensión de tareas complejas y la categorización y memorización de conceptos. En tal sentido, se están empezando a utilizar sistemas multi-agentes, los cuales asumen distintos roles a fin de colaborar, co-existir, aprender del alumno o incluso competir con el mismo [7]. Esto ha sido posible gracias al desarrollo en los últimos años de un subcampo de la IA, la Inteligencia Artificial Distribuida (IAD).

Algunas menciones de asistentes virtuales empleados con fines educativos:

- CHARLIE (Chatter Learning Interface Entity) es un robot basado en tecnología AIML (Artificial Intelligence Markup Language) e incorporado a una plataforma de tele-educación llamada INES (Intelligent Educational System) de la Universidad de Vigo, España [9]. CHARLIE realiza las tareas de interfaz entre la plataforma y los estudiantes.

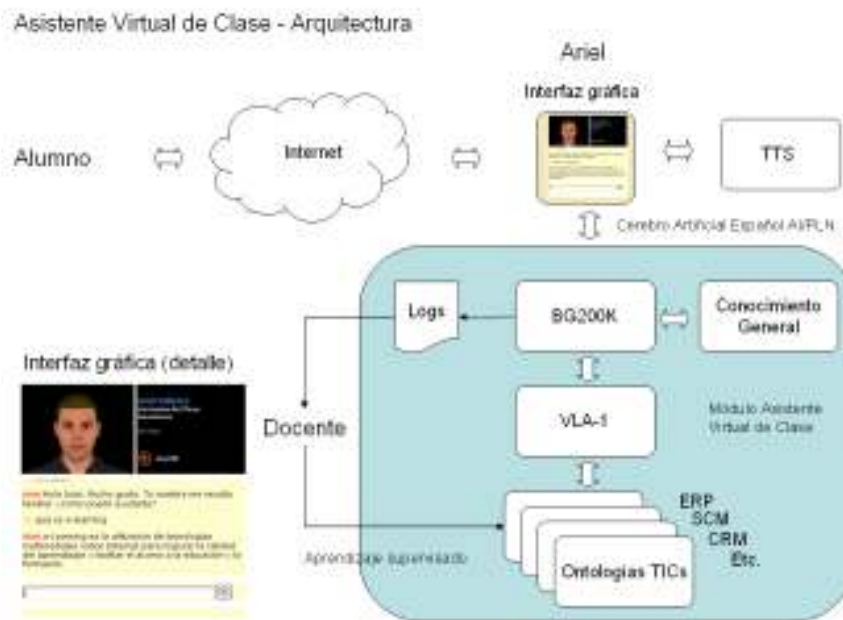
- GUIDON es un Sistema Tutor Inteligente (en inglés ITS, Intelligent Tutoring System), el cual fue construido sobre el sistema experto MYCIN, para el diagnóstico de enfermedades infecciosas. El sistema presenta un caso al estudiante de medicina, quien realiza preguntas y propone un diagnóstico. GUIDON interviene cuando el alumno solicita ayuda o cuando las acciones se desvían de las óptimas.

- EVA (Proyecto Espacios Virtuales de Aprendizaje) fue desarrollado en CIC-IPN (Centro de Investigación en Computación, Instituto Politécnico Nacional, México). Incluye un sistema multi-agente de aprendizaje donde los agentes pueden ser de distintos tipos: de búsqueda en Internet, de colaboración, asesor personal, evaluador o asistente personal.

- Freudbot, utilizado en cursos de psicología de Athabasca, Canadá. Es un asistente con la imagen y personalidad de Sigmund Freud [4].

2.3.- Descripción de Ariel, el AVC utilizado en FCE-UBA

“Ariel” está compuesto por un “cerebro artificial” capaz de comprender el lenguaje Español, por un módulo específico para las tareas propias de un asistente de clase (explicación de conceptos, revisión, examen, etc.) y estructuras de conocimiento, ontologías, con los contenidos relacionados a TICs.



El cerebro artificial utilizado por Ariel es el BG200K de BotGenes que es posiblemente el más avanzado de su tipo en idioma Español. Esencialmente utiliza técnicas propias de PLN, Procesamiento del Lenguaje Natural, una rama de la Inteligencia Artificial, para interpretar la conversación resolviendo ambigüedades idiomáticas y contextualizando las respuestas. Posee más de 200.000 reglas de decisión y análisis que le permiten además manejar regionalismos, errores ortográficos y de tipeo.

Por otro lado, las rutinas propias de un Asistente de Clase están implementadas mediante el VLA-1 también de BotGenes, el cual ofrece la posibilidad de comentar los puntos salientes de un concepto dado, responder preguntas puntuales tanto fuera como dentro del tema en curso, administrar un test verdadero falso, recibir sugerencias, etc. Los conocimientos propios de las TICs han sido almacenados en estructuras (ontologías) que las rutinas del VLA-1 pueden acceder.

Asimismo, el AVC utilizado ofrece la posibilidad de “encuestar” al alumno sobre su utilidad e incluso recabar sugerencias.

Al momento de realizar esta experiencia, Ariel conoce aproximadamente el 90% de los conocimientos asociados a la asignatura Administración de Recursos Informáticos, incluyendo temas de gestión: planificación, selección de aplicaciones, uso

estratégico de las TICs, etc.; y más de 500 acrónimos propios de las TICs.

Ariel adicionalmente tiene un módulo de síntesis de voz y sincronización dinámica con un avatar que lo representa.

Se accede a Ariel desde las siguientes URLs:

"<http://www.sustentum.com/sustentum/ariel.asp>" o

"<http://www.asistentedecase.com.ar>"

3.- Experiencia realizada en FCE-UBA, primer semestre 2011

Durante los meses de marzo y abril de 2011 se invitó a los alumnos de Administración de Recursos Informáticos a utilizar el AVC "Ariel" como elemento adicional en la preparación del examen parcial.

Los alumnos utilizaron el AVC fuera de la Universidad, sirviéndose de sus contenidos para facilitar el estudio de la materia a modo de complemento de las clases presenciales. Incluso han podido evaluar sus propios conocimientos a través de un breve examen de tipo Verdadero o Falso, que Ariel facilita sobre cada tema (en el Apéndice A del presente, puede encontrarse un ejemplo de conversación con Ariel).

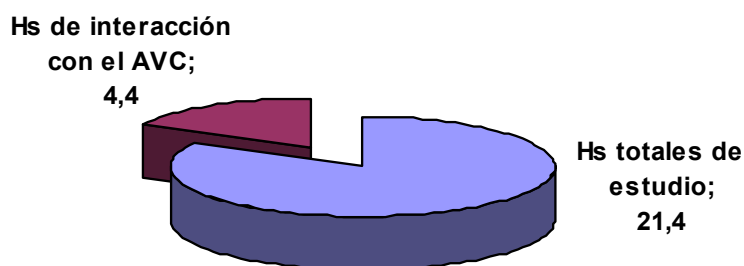
Al finalizar el examen presencial de la materia, se administró una encuesta anónima tendiente a recoger información sobre la experiencia, obteniéndose 36 respuestas.

3.1.- Características muestrales

- Participaron 36 alumnos.
- Varones 75%.
- La edad promedio es de 26,4 años.
- El 8% ya son graduados de otras carreras.
- En el 97% de los casos no habían tenido experiencia previa de interacción con un Agente Virtual.
- El 58% pertenece a la carrera de Administración (mayoritariamente) y/o Contador; el 42% restante corresponde a la carrera de Sistemas de Información.

3.2- Resultados

- Uso del AVC: los alumnos utilizaron el AVC 4,4 horas en promedio; habiendo 3 casos donde el uso superó las 8 horas, y representando un 20,6% del total del tiempo dedicado a la preparación de la materia.



Las horas dedicadas a preparar el examen y las horas de uso del AVC no muestran un patrón claro y podrían indicar que el AVC fue utilizado con diferente propósito por parte de los alumnos.

Por otro lado (véase Tabla 1), y a como podría anticiparse, existe una marcada correlación ($r = 0,77$), entre las horas dedicadas a preparar la materia y la calificación esperada. Y si bien también podía preverse correlación entre las horas dedicadas a preparar la materia utilizando el AVC y la calificación esperada, sorprende positivamente el alto grado de la misma: $r = 0,98$. Posiblemente la práctica con el AVC le haya provisto a los alumnos de mayor seguridad a la hora de enfrentar el examen.

Tabla 1

	Número de casos	Promedio Hs AVC	Promedio Hs estudio (total)
Calificación esperada			
2	1	1,0	5,0
4	5	2,4	11,8
5	4	2,3	22,3
6	15	3,8	17,4
7	5	4,6	41,2
8	4	6,3	13,5
10	1	7,0	50,0
	r =	0,98	0,77

Nota: se ha excluido un caso. Un alumno indicaba una calificación esperada de 9, y 24 horas de uso del AVC, situación que además de ser significativamente distinta al promedio de 4,4, no pudo ser verificada en los logs.

Por otro lado, la correlación entre la proporción de hs. de estudio utilizando el AVC y el total de horas dedicadas (que varía entre 0,1 y 0,47) y la calificación esperada es muy débil: 0,15.

Esto reafirma el hecho que expectativa de obtener una mejor calificación está asociada al uso, en términos absolutos, del AVC.

La influencia del AVC en las expectativas de obtener una buena calificación también se confirma analizando las horas de utilización del AVC en dos grupos: a.- de una a tres horas, b.- más de tres horas [10].

Tabla 2

Hr. de uso	n	$\bar{X}_n$	S_{n-1}
1-3	23	5,48	1,41
>3	13	7,08	1,32

Dónde:

S_{n-1} es la desviación estándar muestral insesgada o cuasivarianza (calculada sobre n-1)

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = 3,41$$

Con un nivel de confianza incluso del 99% ($t_o = 2,73$) puede afirmarse que la diferencia observada no es de naturaleza aleatoria, sino que está asociada a la variación de la variable X, el uso del AVC, ($t > t_o$ o $3,41 > 2,73$).

Consideraciones adicionales:

Cabe señalar que las encuestas fueron anónimas para evitar condicionar las opiniones, situación que imposibilita correlacionar el uso del AVC con el desempeño real del alumno.

- Más temas vs. Profundidad a existentes: el 58% prefiere que el AVC incorpore nuevos temas de conocimiento antes que profundizar los que ya posee.

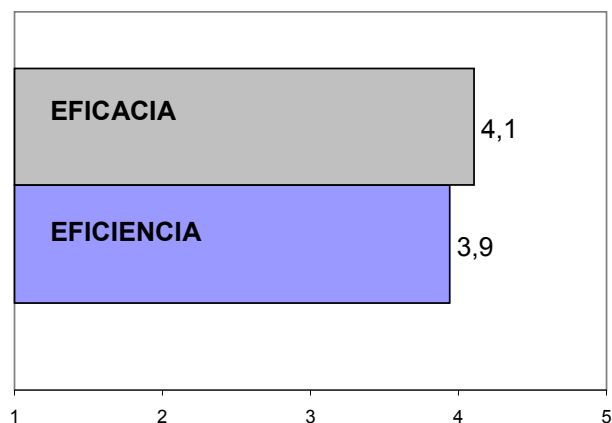
Con un nivel de confianza del 95%, el error de estima es de 0,14 mayor a los 0,08 (0,58 - 0,5), indicando que la diferencia observada no ofrece significación estadística.

$$e = Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{pq}{n}} = 0,14 > 0,08$$

- Percepción de Eficacia y Eficiencia: en una escala de 1 a 5, siendo 1 la peor y 5 la mejor, los alumnos calificaron con un

promedio de 4,11 a la utilidad del AVC para comprender mejor los conceptos ya aprendidos (eficacia), mientras que obtuvo un 3,94 promedio la facilidad de estudiar con mayor rapidez gracias la disponibilidad del asistente (eficiencia).

Contribución/valor percibido por el alumno



El análisis de significación confirma que la diferencia observada entre las medias no es estadísticamente significativa. Con un nivel de confianza del 95 % y $N = 36$, la función t de Student indica un $t_o = 2,34 > 1,26$; resultado de la distribución de las diferencias de las opiniones.

$$t = \frac{|\bar{X}_D|}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n}}} = 1.26$$

Donde:

$\bar{X}_D = 0,17$ media de las diferencias;

$S_D^2 = 0,66$ varianza insesgada (n-1) de las diferencias;

$n = 36$ número de encuestados.

- Género del AVC: los alumnos en su conjunto manifestaron indiferencia respecto del género del AVC (50% por cada alternativa). Sin embargo, los varones dijeron preferir un asistente mujer en un 63 %, mientras que las mujeres prefirieron un AVC varón en un 89%.

	Género del Alumno		
Género del AVC	V	M	Totales
V	10	8	18
M	17	1	18
	27	9	36

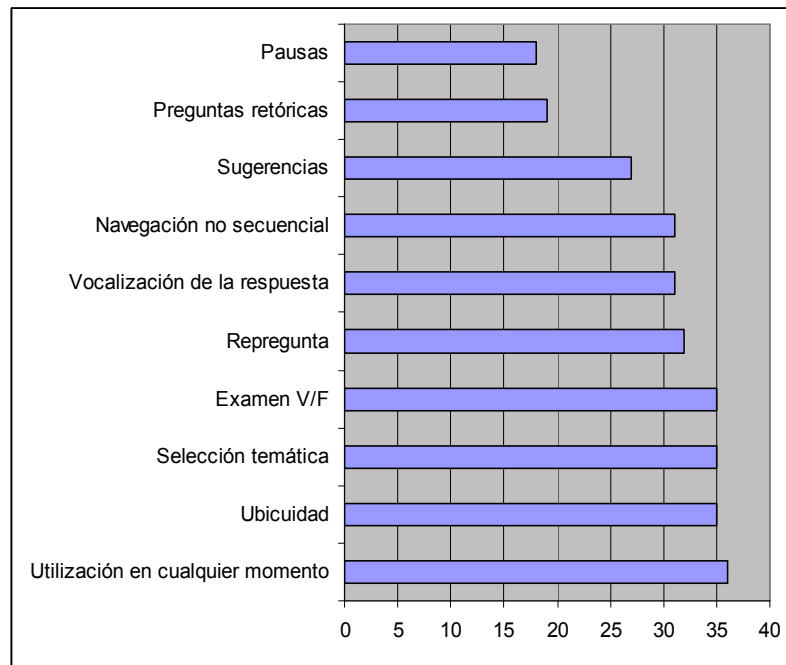
La leve preferencia masculina relevada, es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95%.

$$e = Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{pq}{n}} = 0,14 > 0,63 - 0,5$$

Este resultado parecería sugerir que un Asistente Virtual de Clase de género opuesto al alumno podría ser más efectivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, al menos para la temática tratada: gestión de TICs.

Nota: los alumnos sólo experimentaron con un AVC masculino.

- Valoración de atributos: Se les solicitó a los alumnos que indicaran si valoran diez atributos propios de los AVCs. La posibilidad de seleccionar el tema, realizar un examen de tipo V/F, la disponibilidad 7x24 y la ubicuidad fueron los atributos más valorados.



- AVC en otras materias: A la totalidad de los alumnos les gustaría que existieran Asistentes Virtuales para otras asignaturas.
- Diferencias por género: con un nivel de confianza del 95% ($t_o = 2,35$) no se han observado diferencias estadísticamente significativas *por género* en la percepción de la mejora de la eficiencia ni en la eficacia.

Eficacia

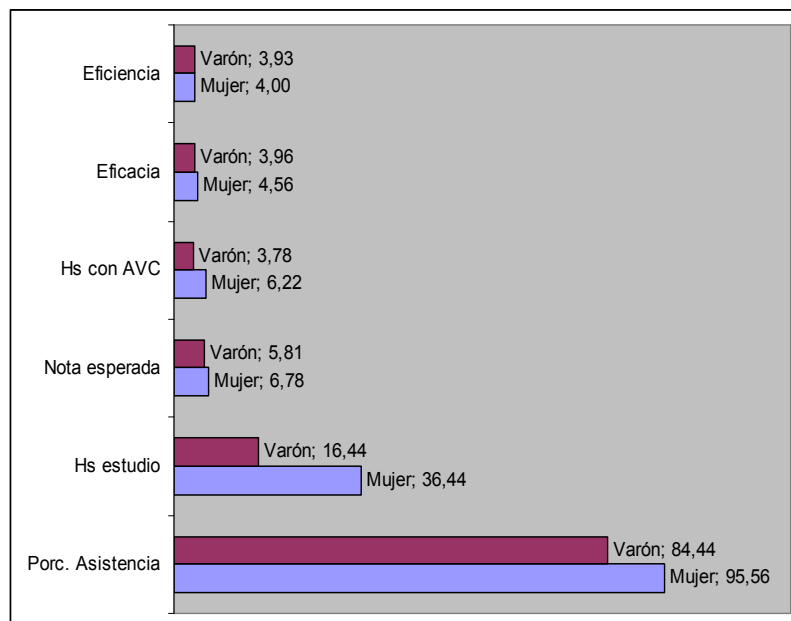
	n	$\bar{X}_n$	S_{n-1}
M	9	4,56	0,73
V	27	3,96	0,76

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = 2,11$$

Eficiencia

	n	$\bar{X}_n$	S_{n-1}
M	9	4,00	0,87
V	27	3,93	1,04

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = 0,20$$



En líneas generales se observa que las mujeres asistieron más a clase, dedicaron mayor tiempo al estudio de la materia y a la interacción con el AVC, además de esperar una mayor calificación en el examen.

Nota: No se han observado diferencias estadísticamente significativas en la medición de estas variables respecto de la carrera que están estudiando los alumnos (Administración/Contador o Sistemas).

Comentarios: a continuación transcribimos algunos comentarios adicionales escritos por alumnos en las encuestas y que, a nuestro juicio, merecen destacarse:

- *"El Asistente me fue de mucha ayuda para el estudio complementario. Luego de haber leído todos los textos, decidí realizar consultas con el AVC y que me tomara exámenes y creo haber obtenido un buen resultado. [...]"*
- *"Nunca lo había utilizado anteriormente y me parece buenísimo para hacer más ameno el estudio, sobretodo cuando es escaso el tiempo para hacerlo."*
- *"Es la primera vez que cuento con una herramienta de este tipo en la Facultad y la verdad que me pareció muy útil, y al ser en formato de chat, permite que lo incorpores como si de verdad estuvieras aprendiendo de una conversación con alguien."*
- *"Es la herramienta de estudio, consulta y autoevaluación más completa que he utilizado hasta el momento."*
- *"Me gustaría que fuese más didáctica la explicación, o en el caso de que un V o F, si respondo mal, que me diga por qué."*

- *"Fue de mucha ayuda contar con el AVC, para poder hacer un repaso rápido de los contenidos de la materia y a su vez contar con la posibilidad de ser evaluado para saber si falta profundizar algún tema determinado."*
- *"Con la opción de sonido podía escucharlo mientras trabajaba o realizaba otras actividades."*
- *"Las pausas que hace para distender y hacer comentarios fuera de los temas de estudio me parecieron muy divertidas y me relajaban para seguir con el estudio."*
- *"En cuanto a mi experiencia con Ariel me ha sido de gran utilidad para fijar los temas, recordar detalles y capturar cosas que quizás pase por alto. Ha sido una experiencia interesante y me gustaría que se utilizara en otras materias."*

4.- Asistentes Virtuales en Matemáticas

La tecnología no ha estado ausente como mediadora de contenidos [6] en el campo de las matemáticas. Posiblemente el proyecto Mathletics, destinado a niños de 5 a 14 años, sea uno de los más representativos de dicha presencia.

Por otro lado, los AVC han sido, particularmente en la década pasada, usados también dentro del campo de las matemáticas, habiendo varios de ellos aún activos:

- MathBot <http://nlp-addiction.com/chatbot/mathbot/>
- Skynet <http://home.comcast.net/~chatterbot/bots/AI/Skynet/>
- math@bot.im <http://wg.vinayraikar.com/apps/math/>
- Suuga <http://machecku.uaznia.net/xmpp/suuga/>
- Sofia <http://www.math.harvard.edu/~knill/sofia/>

En la mayoría de los casos, el desarrollo del “bot” ha sido asociado a la interpretación de fórmulas y su cálculo. Esta tarea no es menor dado que las tecnologías involucradas se orientan al procesamiento del lenguaje natural y no a la evaluación de expresiones algebraicas.

Algunos, como MathBot, son básicos y sin capacidad de interpretar los símbolos de las operaciones elementales como “+”; otros como Skynet sí interpreta operadores; mientras que otros como math@bot.im que dicen resolver (no verificado) expresiones como: *"sin(deg2rad(1.2))-tan(30)-exp(1.1)*2/pow(7,1.1)-fact(2)"*.

Con un alcance mucho más amplio, en el año 2003 y conducidos por Oliver Knill, un grupo de la universidad de Harvard, desarrolló "Sofia", con conocimientos sobre cálculo estadístico, funciones, teoría de números, cálculo, teoremas, etc.; e interfaz con sistemas CAS, computer algebra Systems, como Pari or Mathematica, lo cual le ofrece una excelente capacidad para interpretar expresiones y realizar cálculos [5] [11] .

Sofia, recibió dicho nombre en honor a Sofia Kovalevskaya (1850-1891) quién se destacó por sus trabajos en ecuaciones diferenciales, Integrales Abelianas, entre otros.

Más recientemente, en mayo del 2009, Stephen Wolfram anunció un "motor computacional" de respuestas a preguntas formuladas en lenguaje natural: Wolfram Alpha, <http://www.wolframalpha.com/>.

Dicho desarrollo combina la capacidad de interpretar el lenguaje natural, la de realizar cálculos complejos y la de presentar información gráfica de un sinnúmero de temáticas.

Ariel, el AVC de nuestra experiencia y cuyo propósito es asistir en la capacitación de la Gestión de las Tecnologías de Información y Comunicaciones, también puede realizar cálculos elementales y razonamientos lógicos; y conoce particularmente algunos aspectos

sobre la función Z de Riemann (véase ejemplo de diálogo en el apéndice 1).

5.- Conclusiones

La experiencia realizada confirma, una vez más, el potencial de los AVC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Si bien la comprensión plena de la interacción de los alumnos con el AVC, y el valor real de este último, no pueden concluirse categóricamente, los resultados sí han mostrado una valoración muy favorable por parte de los alumnos. En particular, la alta correlación observada entre el uso del AVC y la expectativa sobre la calificación a obtener, parecería indicar una influencia positiva en la seguridad con que el alumno encara el examen.

Por otro lado, el nivel de madurez alcanzado por el Asistente Virtual utilizado sugiere una clara oportunidad de aplicación inmediata en otros entornos (contenidos, modalidades educativas, etc.).

En particular, la inexistencia de un Asistente Virtual con capacidad para interpretar fórmulas y resolverlas; conocimientos específicos en matemáticas (no sólo capacidad de cálculo); e interacción en idioma español; ofrece un desafío específico y de alto potencial dada la vasta población de estudiantes que cursan matemáticas (en

sus diferentes ramas: Álgebra, Análisis, Estadística, etc.) como parte de su formación.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido posible gracias a la participación activa de muchas personas, a quienes les estamos muy agradecidos. En especial expresamos nuestra gratitud:

- al Mg. Eduardo Scarano y la Dra. María Teresa Casparri por su aliento y soporte a esta investigación.
- a los alumnos de la Universidad de Buenos Aires – FCE quienes participaron en forma entusiasta en esta experiencia.
- y a BotGenes, empresa especializada en Agentes Virtuales, por el uso del cerebro artificial BG200K y el módulo VLA-1 utilizados en la experiencia.

Referencias

- [1] Bayan Abu Shawar, Eric Atwell. Chatbots: Are they Really Useful? LDV-Forum 2007 – Band 22 (1) – 29-49
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.106.1099&rep=rep1&type=pdf>
- [2] Dorfman M., Grondona A., Mazza N. Asistentes Virtuales de Clase, UBA Sep Jornada Académica Anual del Departamento de Sistemas Buenos Aires, septiembre de 2010.
- [3] Guzman A., Núñez G. Sheremetov, L., (1999).Tecnologías de Inteligencia Artificial y de agentes computacionales en la educación: el Proyecto EVA. (1999) Academia, año 4, No. 24 Centro de Investigación en Computación, IPN.
<http://copernico.mty.itesm.mx/bibliotecas/REDII/cic/tmp/CIC2000453.pdf>
- [4] Heller, B., Procter, M., Mah, D., Jewell, L., Cheung, B. (n.d.) Freudbot, An Investigation of Chatbot Technology in Distance Education. Centre for Psychology, Athabasca University
<http://psych.athabascau.ca/html/chatterbot/ChatAgent-content/EdMediaFreudbotFinal.pdf>
- [5] Knill, Oliver Sofia Project.
<http://www.math.harvard.edu/~knill/sofia/>
- [6] Lion, C. (n.d.) Tecnologías y enseñanza en el nivel superior: el conocimiento mediado tecnológicamente. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
http://conedsup.unsl.edu.ar/Download_trabajos/Trabajos/Eje_6_Procesos_Formac_Grado_PostG_Distancia/Lion_Carina.PDF

- [7] Malagón, C., Vinagre, M., Pancorbo, J.(n.d.) Introducing chatbots and cooperative multi-user text editors to support collaborative learning. Antonio de Nebrija University, Madrid/ Spain
http://www.nebrija.es/~cmalagon/research/malagon-vinagre-pancorbo_abs1327.pdf
- [8] Mazza, N. (1999) Hacia el fin de la metáfora. La Gaceta electrónica. FCE-Universidad de Buenos Aires.
<http://web.econ.uba.ar/WAppFCE01/SendImageJPA01?Function=ge tFilexPOID&filePOID=1368>
- [9] Mikic Fonte, F.,Llamas Nistal M., Burguillo Rial, J., Fernández Hermida, D.(2009) CHARLIE: Un robot conversacional como interfaz de una plataforma de tele-educación. Departamento de Ingeniería Telemática E.T.S.I. Telecomunicación, Universidad de Vigo, Vigo, España.
http://remo.det.uvigo.es/solite/attachments/037_Cita2009%20art%20uvigo2%20solite.pdf
- [10] Morales Vallejo, P. (2007) El contraste de medias (4.6.3. Diferencia entre medias de muestras relacionadas, P. 19). Universidad Pontificia Comillas, Madrid, Facultad de Ciencias Humanas y Sociales.
<http://www.upcomillas.es/personal/peter/estadisticabasica/ContrasteDeMedias.pdf>
- [11] Oliver Knill, Johnny Carlsson, Andrew Chi and Mark Lezama. An artificial intelligence experiment in college math education. 11/17/2003, latest edit: 4/19/2004
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.118.5672&rep=rep1&type=pdf>

- [12] Salinas, J. (2004) Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). UOC. Vol. 1, no 1.
<http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf>
- [13] Stone Wiske, M., Rennebohm Franz, K. y Breit, L.(2006). Enseñar para la Comprensión con nuevas tecnologías. Ed.Paidós, Argentina (p.53).
- [14] Villareal Farah, G. (n.d.) Agentes Inteligentes en Educación. Centro Comenius Universidad de Santiago de Chile.
<http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec16/villarreal.pdf>

Apéndice 1 (Ejemplo de interacción con el AVC Ariel)

Ariel: Hola. ¿Quién eres?

Tú: hola Ariel, yo soy Juan

Ariel: Hola Juan. Mucho gusto. Tu nombre me resulta familiar. ¿Cómo puedo ayudarte?

Tú: querría saber que es la función zeta

Ariel: La función Zeta de Riemann se define como $\zeta(s) = 1 + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \dots$ donde s es complejo y $\text{Re}(s) > 1$.

Tú: bien, y cuales son los ceros

Ariel: La función Z se anula para valores pares negativos de s , los ceros triviales, y para valores de s donde $0 < \text{Re}(s) < 1$. Según la hipótesis de Riemann los ceros se ubican en la recta $\text{Re}(s) = 1/2$.

Tú: qué es la hipótesis de Riemann?

Ariel: La hipótesis de Riemann, considerado uno de los mayores problemas matemáticos abiertos en la actualidad, asegura que cualquier cero no trivial tiene $\text{Re}(s) = 1/2$, por lo tanto, todos los ceros están alineados en el plano complejo formando una recta, llamada recta crítica.

Tú: cuáles son las discontinuidades

Ariel: La función Z presenta un punto de singularidad en $S=1$.

Tú: para qué se utiliza la función zeta

Ariel: Por ejemplo, el estudio de la distribución de los "ceros no triviales" tiene profundas implicaciones en la distribución de los números primos y en otras cuestiones relacionadas con la teoría de números.

Tú: hablando de zeta, sabes quién es zeta Jones

Ariel: Ah, sí. He visto varias de las películas de Zeta Jones.

Tú: como cual

Ariel: Por ejemplo "La terminal."

Tú: muchas gracias

Ariel: De nada.

Tú: me puedes decir qué es un estimador consistente?

Ariel: En estadística, un estimador es considerado consistente cuando sus valores se acercan cada vez más del valor del parámetro, según el tamaño de la muestra aumenta.

Tú: por ejemplo cual?

Ariel: Por ejemplo, la media empírica de una muestra $\bar{Y} = (Y_1 + \dots + Y_n)/n$ es un estimador consistente de la esperanza $E(Y)$.

Tú: ah

Ariel: Creí que lo sabías...

Tú: no me tomas un examen de elearning?

Ariel: ¡Con mucho gusto! Por favor responde "V" o "F", según sea verdadera o falsa la siguiente afirmación. Veamos esta... e-Learning es la utilización de aulas virtuales para mejorar la calidad del aprendizaje y facilitar el acceso a la educación y la formación.

Tú: v

Ariel: Correcto. Veamos esta... Los sistemas de e-Learning son gratuitos y accesibles por todos.

Tú: f

Ariel: Correcto. Veamos esta... Si bien las organizaciones pueden desplegar sus propias plataformas de e-Learning, es común recurrir a organizaciones que ya posean dicha infraestructura.

Tú: v

Ariel: Correcto. Veamos... Algunos productos de e-Learning son ACME e-Learning, Kallidus Compose, Moodle, Claronine, SCORM e-Learning, etc.

Tú: f

Ariel: Lo lamento. No es correcto. Tú... Realmente muy bien. Contestaste el 75 % de las preguntas en forma correcta.

Tú: ¿tu sabes hacer calculos?

Ariel: ¿Yo? Las matemáticas no son mi especialidad, pero adelante. Si puedo ayudarte...

Tú: calcula 23456 por 11

Ariel: Creo que es 258016.

Tú: y cual es la raiz de 256

Ariel: Veamos... La raíz es 16.0.

Tú: interesante. dime ¿tú puedes razonar?

Ariel: ¿Yo? Desde luego. ¿Te gusta la lógica?

Tú: a ver... los números primos son impares

Ariel: OK. Muy bien. ¿Y qué más puedes decir en relación a "números primos" o "impares"?

Tú: los impares son enteros

Ariel: OK. Todos los números primos son enteros entonces.

Tú: muchas gracias por tu ayuda. adios

Ariel: OK. Disculpa. ¿Podría preguntarte cuán efectiva fue mi ayuda hoy?
Por favor califícala en una escala de 1 a 5, siendo 5: muy buena y 1: muy mala. Gracias desde ya por participar de esta encuesta.

Tú: 5

Ariel: Me gustaría poder mejorar. ¿Hay alguna sugerencia que quieras hacerme?

Tú: me gustaría que supieras sobre variable compleja

Ariel: Muchas gracias. Hasta pronto.