

Support to the learning of the Chilean tax system using artificial intelligence through a chatbot

Rafael Mellado S.
Escuela de Comercio
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso
Valparaíso, Chile
rafael.mellado@pucv.cl
orcid.org/0000-0002-6143-2929

María Teresa Blanco L.
Escuela de Comercio
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso
Valparaíso, Chile
maria.blanco@pucv.cl

Antonio Faúndez U.
Escuela de Comercio
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso
Valparaíso, Chile
antonio.faundez@pucv.cl

Hanns De La Fuente M.
Escuela de Comercio
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso
Valparaíso, Chile
hanns.delafuente@pucv.cl

Abstract—Effective student learning has become a challenge for teachers in recent years. In the case of the teaching of regulations related to corporate taxes, this challenge is even greater due to the inclusion of external variables that hinder the learning process, such as the high complexity of tax systems, the variability of legislation, among others. In view of the above, different alternatives have been provided to support the teaching process both outside and inside the classroom, ranging from recreational activities to active learning. Artificial intelligence in the last decade has begun to be used in different spheres, from image recognition to decision making; thus, in this research the experience resulting from using artificial intelligence through a chatbot to support the learning of the regulations related to corporate taxes in the Chilean tax system will be appreciated. To this end, an experiment was conducted with two sample groups, called experimental and control groups, to a total of 34 students, where the results obtained are promising in comparison with other methodologies.

Keywords—taxes, chatbot, artificial intelligence, active learning.

I. INTRODUCCIÓN

Las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes ha sido un problema que se ha abordado desde hace varios años, ya sea a través de distintas técnicas como estudios acerca del comportamiento y aprendizaje de los alumnos [1], [2]. Distintos han sido los estudios que han mostrado los distintos factores que afectan el aprendizaje de los estudiantes tanto dentro como fuera del aula [3], se pueden encontrar trabajos en el área emocional de los estudiantes [4]–[6], factores socioeconómicos y de salud [7], [8], así como problemas en el diseño de los distintos recursos de aprendizaje creados por los docentes [9], [10]. Pero, en lo que coinciden todas las investigaciones, es que este es un problema que debe ser abordado ya que es transversal a la sociedad [2], [11]–[13].

La enseñanza y aprendizaje de la normativa tributaria ha significado un desafío constante en las universidades [14], [15], debido a que, desde un principio, las leyes que regulan los regímenes tributarios son complejas [16], [17] y varían rápidamente en el tiempo acorde a las distintas necesidades sociales y económicas de los países [18]. Es por esto, y otros

factores, que, las carreras profesionales que deben impartir cursos en materia de tributación tienen el constante desafío de innovar para mejorar el aprendizaje de sus estudiantes en estos contenidos [19].

Las reformas tributarias en Chile han sido materia de estudio y análisis [20], [21], tanto por la complejidad que ha adquirido el sistema tributario como también las características tributarias definidas para los impuestos corporativos, los cuales tienen efectos directos en la economía de los países [22]. Es por lo anterior, que distintas investigaciones han revelado la relevancia de enseñar de manera correcta y de una forma innovadora la materia sobre impuestos [23]. Con ello, es que se deben buscar mecanismos innovadores de enseñanza para producir un aprendizaje efectivo en los estudiantes.

En los últimos años se ha podido evidenciar que la tecnología genera un gran impacto en la enseñanza que los docentes realizan dentro y fuera del aula y asimismo en el aprendizaje efectivo que desarrollan los estudiantes [24]–[26]. Debido a los avances tecnológicos y al desarrollo de sistemas de información, el aprendizaje en línea ha crecido exponencialmente en el entorno de la educación superior [27], [28]. De esta forma, la educación en línea le brinda la oportunidad a estudiantes de acceder a recursos educativos de mejor calidad para mejorar sus conocimientos y habilidades [29].

Es por la complejidad de lo antes descrito que se han buscado distintos mecanismos de apoyo al aprendizaje haciendo uso de las tecnologías, un ejemplo de ello es el uso de la inteligencia artificial a través de bot automatizados de conversación que emulan lenguaje natural [30].

Un chatbot, se define generalmente como aplicativos que haciendo uso del procesamiento de lenguaje natural tienen la capacidad de interactuar con las personas [31], y que buscan emular la conversación que tienen los seres humanos entre sí [32]. Al ser gratuitos y en línea, los chatbots brindan a los estudiantes la oportunidad de forjar y reforzar conocimientos como complemento a lo adquirido en el aula [33], [34]. Aparte de contribuir al desarrollo de competencias, los chatbots pueden desempeñar un papel reforzador en cuanto a la motivación que

necesitan los estudiantes para persistir en el aprendizaje al proporcionar un medio de práctica y estudio en cualquier momento y prácticamente en cualquier lugar [35].

En este artículo, se mostrará el trabajo realizado sobre la implementación de un chatbot para el apoyo al aprendizaje del sistema de tributación en estudiantes de contabilidad y negocios de una universidad chilena; para ello, se realiza una revisión literaria de trabajos existentes en la materia, posteriormente se muestra el diseño del bot que se desarrolló para finalmente analizar los casos de estudio realizados, en los cuales la novedad apunta directamente a la innovación haciendo uso de la inteligencia artificial en la enseñanza de temáticas complejas como son los regímenes tributarios de empresa y los prometedores resultados que entrega su uso en comparativa con técnicas de aprendizaje activo tradicionales.

II. MARCO TEÓRICO

Los chatbots comenzaron como un experimento basado en computadora con el lenguaje. *ELIZA* de *Joseph Weizenbaum* es un famoso intento temprano de crear un software que podría mantener una conversación con un humano [36]. El programa *ELIZA* fue diseñado para replicar el tipo de interacción de cuestionamiento que un psicoanalista podría utilizar y, por lo tanto, involucrar a un individuo en la discusión. A pesar de las debilidades de este chatbot, el cual está limitado a un rango muy limitado de preguntas y carece de memoria de la conversación, los usuarios han dicho que prefieren hablar sobre sus sentimientos con máquinas, antes que con otros humano [37], comprobando el potencial de este primer chatbot.

El desarrollo de los chatbots en las cinco siguientes décadas ha sufrido mejoras constantes, aunque solo sean pequeñas mejoras en la tecnología de chatbot. La competencia anual para el premio Loebner, la cual es una aplicación de la famosa prueba de Turing, presenta quizás la trayectoria más clara de este desarrollo. Una encuesta de los ganadores de la competencia de *Loebner* [38] sugiere que los chatbots se han desarrollado de sistemas simples de comparación de patrones hasta volverse cada vez más complicados en sus patrones de interacción y razonamiento informático.

Desde el temprano desarrollo de *ELIZA*, los chatbots, que proporcionan una interfaz de lenguaje natural para sus usuarios, han visto un uso creciente en Internet. Su diseño se ha vuelto cada vez más sofisticado y han desempeñado una amplia gama de roles dentro de los ámbitos de la educación [39], entretenimiento [40], salud [41], entre otros.

A. Funcionamiento de los chatbots

Cuando se quiere explicar el funcionamiento de un chatbot lo primero que se debe tener en cuenta es que este depende de la arquitectura que se esté utilizando, y, como ya es sabido, existen variadas arquitecturas [42], [43]. Ahora, a modo general existe un funcionamiento en común que se puede dividir en 3 etapas, tal como se aprecia en la Figura 1, en donde el usuario a través de un dispositivo interactúa con el gestor de discurso, para posteriormente proceder a ejecutarse el flujo de interpretación y comunicación. En razón a las fases, se comienza con la solicitud de interpretación, en donde se realiza el análisis y la generación de consulta bajo el contexto en que se esté trabajando, considerando que el bot debe generar una respuesta sin

considerar el sentido de la intención. Para la recuperación de la respuesta se debe considerar el proceso de recuperación y selección de la respuesta candidata a ser entregada al usuario, y por último en la generación de mensajes se incluye la planificación de palabras, oraciones y coherencia de la respuesta a ser entregada.

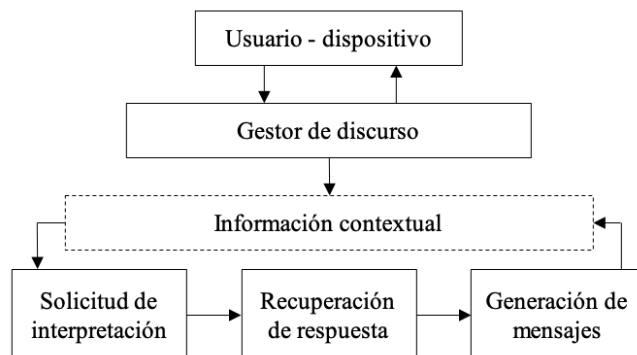


Fig. 1. Arquitectura general para chatbots [44].

Con estos aspectos definidos, se puede establecer que el usuario escribe en su aplicativo una pregunta la cual debe ser respondida por el chatbot, es importante considerar que en la base de conocimiento de bot se incluye un determinado número de opciones para considerar la variabilidad de formas de preguntar [45], [46]. Se debe considerar que cuanto mayor sea la complejidad y volumen de conocimiento, entonces mayor será el número de interacciones que se podrá mantener con el usuario.

B. Chatbots en ambiente educativo

La investigación sobre la efectividad de los servicios de apoyo para estudiantes en un entorno de aprendizaje online confirma el papel de los diversos servicios de apoyo para estudiantes en la mejora del rendimiento y la satisfacción de los estudiantes [47], [48]. Muchos estudios han analizado el impacto de los servicios de apoyo en los resultados de aprendizaje en términos de chatbots. Dentro de algunas conclusiones preliminares [49], se tiene que luego de los efectos de la novedad que otorga el chatbot, eventualmente puede haber un rebote en el interés, lo que sugiere que un enfoque espaciado del uso del chatbot podría ser de interés.

En cuanto al compromiso de los estudiantes, estudios han clasificado esta acción como una construcción multidimensional, compuesto en parte por el compromiso de comportamiento, el compromiso emocional y el compromiso cognitivo [50]. Para medir la participación de los estudiantes en entornos de aprendizaje en línea, se han propuesto muchos indicadores desde diversas perspectivas. Los indicadores más utilizados para medir la participación de los estudiantes se basan en las interacciones de los estudiantes con las funciones y los recursos en el sistema de aprendizaje, incluida la cantidad de accesos a los recursos [51] y los días dedicados al aprendizaje [52].

III. TRABAJOS RELACIONADOS

A. Enseñanza de impuestos corporativos

Hay casos en que se pone al estudiante en el rol de un miembro del equipo del comité de compensación en una corporación que cotiza en bolsa [53] que pretende crear un plan de compensación para el CEO de la compañía, se utilizan los datos anteriores con respecto a la compensación del CEO e incentivos específicos de las declaraciones de poder, junto con los datos de rendimiento de los estados financieros. En [54] se presenta el trabajo de apoyo a la comprensión de sistemas tributarios y el efecto sobre el cambio sistémico que surgen cuando diferentes organizaciones están dispuestas a aprender entre sí, para ello se utilizan casos reales de estudio en empresas como *Oxfam* y *Unilever*.

Otros trabajos como el de [55] que muestra el caso aplicado en china bajo un contexto de éxito local de las empresas pero con un ambiente institucional complejo, es por ello, que busca disminuir los impactos negativos de la falta de conocimiento y la complejidad de las leyes; como resultado presenta una evaluación sobre aspectos esenciales a aprender sobre el sistema tributario centrado en las empresas que quieren entrar al mercado.

Finalmente, en España se puede encontrar el trabajo de [56], en el cual se analiza parte de los retos que existen para la docencia en derecho tributario, considerando los problemas que se dan en esta materia, especialmente cuando se imparte a alumnos que estudian en una titulación muy multidisciplinar; y en [57] cuyo concepto económico utilizado es la distribución de la carga fiscal entre compradores y vendedores que se originan a partir de un impuesto a las ventas, se sugiere que la colaboración entre maestros en un estudio de aprendizaje que se basa en una teoría específica del aprendizaje, es más efectiva que el modelo de estudio de la lección, en el cual los maestros trabajan juntos sin una base teórica explícita. Así, el doble del número de estudiantes del grupo de estudio de aprendizaje alcanzó una buena comprensión del tema de la incidencia de un impuesto sobre las ventas. Por lo tanto, se concluyó que el componente teórico adicional podría abrir ciertas posibilidades para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, en este caso, la teoría de la variación contribuía a mejorar la comprensión de los estudiantes al utilizar de manera eficiente la variación en un fenómeno específico y al enfocar la atención de los estudiantes en características críticas y variables y, supuestamente, los preparó para lidiar mejor con situaciones novedosas en las que los conceptos económicos reales son relevantes.

B. Herramientas de apoyo al aprendizaje de la normativa sobre impuestos

El uso de dispositivos electrónicos ha automatizado el proceso de cumplimiento tributario [58], en donde el software de preparación de formularios de impuestos utiliza las capacidades de recálculo de hojas de cálculo para garantizar la precisión matemática y la articulación adecuada de los elementos en formularios de impuestos separados. En un esfuerzo por hacer que la educación fiscal sea más realista, los instructores fiscales incorporaron estos productos en sus cursos, eliminando a gran cantidad de carga cognitiva y posibles errores. En otros artículos se aprecia que las hojas de cálculo electrónicas se pueden usar para realizar análisis de sensibilidad en áreas

tales como cobertura de intereses, control de gestión y proyecciones de flujo de efectivo [59]. Estos enfoques son valiosos para ayudar a revelar el rango de soluciones deterministas y para reconocer que las respuestas individuales son funciones de sus supuestos específicos. Aunque el futuro podría variar, el uso convencional de hojas de cálculo diseña un rango restringido para estas variaciones.

El uso del modelo de simulación de *Monte Carlo*, repleto de distribuciones realistas, permite a los estudiantes introductorios apreciar el compromiso fiscal de un individuo en los negocios [58]. En lugar de ver las entradas como números proporcionados de manera omnisciente, la información para las entradas vitales surge de un examen detallado del proceso de tributación. El estudio señala que, a diferencia de un problema determinista, el propósito de la investigación legal de precedentes es desarrollar insumos de modelo en lugar de respuestas. El objetivo del ejercicio es trabajar en la construcción de un modelo realista que sirva de guía para los contribuyentes que están capitalizando las corporaciones controladas. Cuando a los estudiantes se les da la responsabilidad de construir el modelo de *Monte Carlo*, pueden aportar sus habilidades y perspectivas únicas. El aprendizaje de los resultados debería ser más colaborativo y menos dominado por el instructor. Los estudiantes están activamente comprometidos con el intento de encontrar la solución.

En un artículo que evalúa la implementación de un programa de maestría en *e-learning* en tributación en Sudáfrica basado en los comentarios de los estudiantes [60], se entiende que en el entorno de *e-learning*, los estudiantes en el programa de impuestos no solo tienen que adquirir o mejorar sus habilidades de computación e internet, sino que también deben responsabilizarse de su propio aprendizaje. Los estudiantes se mostraron muy positivos con el uso de la tecnología, pero se mostraron reacios a asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje. Los estudiantes indicaron que, como profesionales de la contabilidad empleados en un entorno empresarial, tenían acceso a Internet en casa o en el trabajo y no necesitaban usar las instalaciones de Internet en el campus. El beneficio de ver y revisar las clases en video en su propio tiempo se consideró muy conveniente.

Así, el uso de la tecnología también logró que el programa de maestría en impuestos sea más accesible para más estudiantes al mismo tiempo que promovía el mejoramiento de sus habilidades informáticas y literarias. También creó una oportunidad para la colaboración entre académicos y fiscales. De la misma forma, la pedagogía investigador-revisor puede utilizar herramientas tecnológicas que se encuentran comúnmente en el software de gestión de cursos: correo electrónico, buzón digital, paneles de discusión (también conocidos como discusiones con hilos, tableros de anuncios o foros de discusión) y chat [61].

C. Chatbot y enseñanza de la normativa sobre impuestos

En el estudio que se realizó en [34] se sugieren que algunas tareas, a pesar de despertar inicialmente un interés en el comportamiento considerable, pueden no tener un interés suficiente para impactar el interés posterior en el dominio más amplio del estudio. Sin embargo, para que las interacciones de Chatbot generen un interés sostenido y un aprendizaje sustancial, deben ir más allá de la novedad y avanzar hacia el

desarrollo del interés duradero, como lo sugiere el modelo de cuatro fases del desarrollo del interés [62]. Investigaciones que examinan el papel de la novedad en la memoria sugiere que la familiaridad (en lugar de la novedad) juega un papel importante en el recuerdo de la información [63]. Un chatbot en el que los estudiantes se registraron y, por lo tanto, recordaron las preguntas pasadas de los usuarios, podrían, a través de una serie de interacciones, familiarizarse con los usuarios. También podría programarse para averiguar en qué está interesado el usuario y centrarse en estos temas. Concluyendo, los desarrolladores actuales y futuros de chatbot, al prestar atención al conocimiento sobre cómo los humanos se interesan, podrían tomar medidas significativas para garantizar que la novedad, aunque ciertamente es parte de las interacciones iniciales con chatbots, no define la experiencia final del usuario [34].

IV. DISEÑO PEDAGÓGICO

El contexto de aprendizaje de la normativa sobre impuestos de esta investigación se centra en la carrera de contador auditor (contador público) de una universidad chilena. Bajo este contexto, es importante señalar la dificultad del sistema tributario chileno debido a su complejidad, variabilidad y una ley muy extensa [64], [65].

En relación con lo anteriormente señalado, es que, la enseñanza y aprendizaje de las normas que regulan los impuestos corporativos es un desafío constante, sobre todo para lograr un aprendizaje efectivo y que los distintos indicadores de aprobación de los cursos no generen retrasos significativos en las tasas de avance curricular de los estudiantes.

A. Competencias abordadas

El perfil profesional de egreso de la carrera de contador auditor (contador público) considera el desarrollo de ciertas competencias que se relacionan directamente con el trabajo realizado:

- Competencias genéricas de Formación Fundamental: Proactividad y responsabilidad; Ejerce su labor con ética profesional.
- Competencias específicas disciplinares: Comprender el marco conceptual de la legislación tributaria fiscal Interna vigente.
- Competencias específicas profesionales: Aplicar el marco conceptual de la legislación tributaria fiscal Interna vigente; Aplicar la normativa general y especial de la legislación tributaria de los impuestos que gravan las rentas empresariales.

B. Resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje asociados al experimento y la asignatura son:

- Comprensión de la estructura de la Ley de la Renta, materia gravada, y los sujetos pasivos del impuesto.
- Reconocer las distintas formas de determinar una base imponible, dependiendo de las características del hecho gravado y/o del contribuyente.

C. Contenidos

El curso de Tributación 3, de la carrera de contador auditor (contador público), cuenta con una estructura de contenidos que tributan a los resultados de aprendizaje, de esta forma, los contenidos asociados son:

- Conceptos básicos previos: Estructura de la ley
- Conceptos básicos previos: Impuestos cedulares, personales y especiales.
- Conceptos básicos previos: Materia Gravada – concepto de renta y sus principales clasificaciones

V. SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución trabajada se centró en la implementación de un bot conversacional capaz de tratar con estudiantes universitarios, haciendo uso del lenguaje natural con la finalidad de ofrecer un servicio de apoyo académico inmediato y también proveer retroalimentación a los docentes para realizar un refuerzo en los contenidos académicos consultados. Lo anterior bajo las particularidades del sistema tributario chileno, en un lenguaje ajustado a la cultura estudiantil, permitiendo incluso adaptarlo a perfiles comunicacionales de distintos estudiantes, con ello este bot pudo asistir al usuario en la realización de tareas de mediana complejidad manejando contextos e hilo de conversación con mayor riqueza que las soluciones nacionales existentes teniendo como resultado la mejora de la calidad de las respuestas y atención de manera automática o no supervisada (aprendizaje).

A. Objetivo de la solución

El objetivo de la solución de software fue implementar un chatbot con recursos pedagógicos usando inteligencia artificial para aplicarla en el aprendizaje de la estructura del régimen de tributación de la Ley sobre Impuesto a la Renta a nivel universitario, en el marco de los cursos de tributación de la carrera contador auditor (contador público).

B. Objetivo de la investigación

El objetivo de la presente investigación es evidenciar la efectividad en el aprendizaje de tributación en estudiantes de la carrera de contador auditor (contador público) mediante el uso de inteligencia artificial aplicada en un chatbot.

C. Solución generada

Para dar respuesta al objetivo planteado se diseñó un chatbot con una base de conocimiento en la tributación corporativa bajo el contexto legal chileno. Además, se diseñaron los distintas pruebas y actividades para evidenciar la interacción y comprobar la efectividad de la herramienta en el proceso de aprendizaje.

VI. CASO DE ESTUDIO

A. Metodología

Para efectos metodológicos, se trabajó con el curso Tributación 3 de la carrera contador auditor (contador público), en donde la materia principal de este curso es la normativa sobre impuestos corporativos. Para el proceso de experimentación se siguieron los siguientes pasos, tal como se aprecia en la Figura 2:

- 1) Se realiza una clase de contenidos teóricos con el curso completo sin hacer diferenciación ni separación de los individuos. Esta clase es de carácter presencial y en una sala de clases con proyección.
- 2) Posterior a ello, a todos los estudiantes se les aplica un pretest en base a los contenidos enseñados en la clase presencial.
- 3) Luego, se divide el curso en dos grupos, los cuales denominaremos grupo experimental y grupo de control. En el caso del grupo de control se aplicaron actividades de aprendizaje activo y en el caso del grupo experimental se aplicó el uso del chatbot.
- 4) Finalmente, a ambos grupos se les aplica el mismo postest para poder medir la diferencia que se genera en el proceso de aprendizaje.

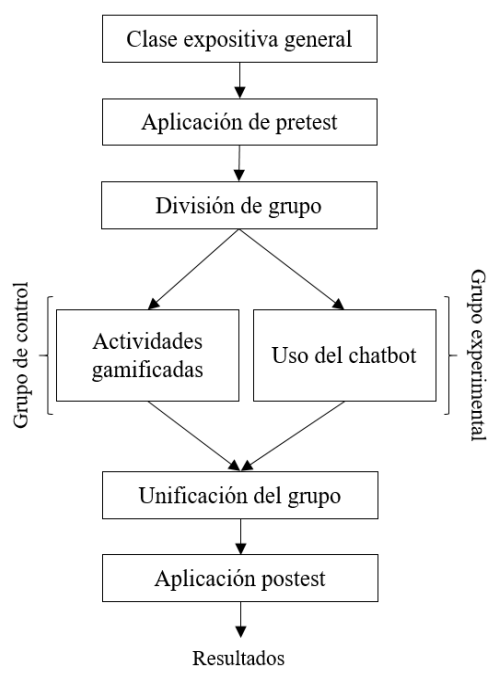


Fig. 2. Proceso metodológico del experimento.

Con esto, se compararán los resultados obtenidos en las pruebas por cada uno de los grupos y se evidenciará cual es la efectividad del uso del chatbot. Finalmente hay que señalar que, del total de 34 estudiantes, 18 quedaron en el grupo experimental y 16 en el grupo de control. Además, se realizó una encuesta de percepción para evaluar la acogida del chatbot entre los estudiantes.

B. Mecánica de interacción

Para el caso de los estudiantes pertenecientes al grupo de control se hicieron actividades lúdicas en aula que comprendía las temáticas abordadas en la planificación. Estas actividades eran guiadas por el docente.

Para el grupo experimental se entregó una guía de interrogantes a resolver con el apoyo del bot. El chatbot utilizado se denominó *Tribubot* y se enlazó a un chat de *Facebook Messenger*, con lo cual, los estudiantes haciendo uso de sus

dispositivos móviles interactuaban libremente con el chatbot. En la Figura 3 se aprecia un ejemplo de interacción con el bot.

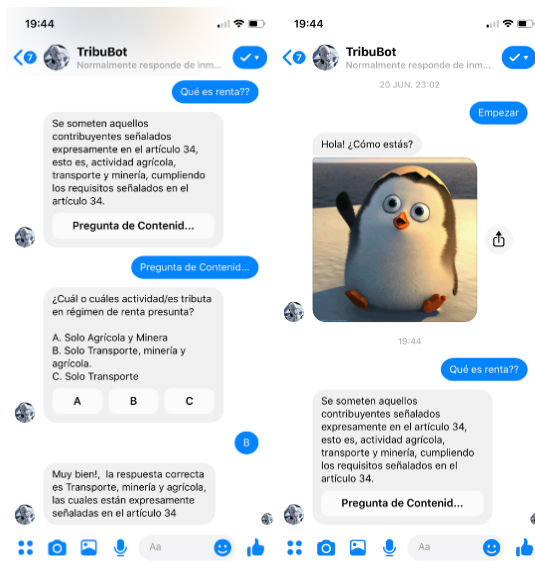


Fig. 3. Ejemplo de interacción del chatbot.

Es importante señalar, que se realizó un proceso de alimentación del bot, en el cual los docentes a cargo de la asignatura generaron la base de conocimiento experta en la materia y pensando en la interacción con los estudiantes, la cual se cargó a la herramienta recast.ai. Finalmente, se incluyeron acciones de interacción para medir aprendizaje de carácter formativo a través de preguntas realizadas por el mismo bot a los estudiantes.

C. Test (pre y postest)

Como se mencionó anteriormente se contó con dos test, uno que se desarrolló antes de dividir el grupo y otro posterior para medir el aprendizaje efectivo. Las preguntas fueron de la misma índole y complejidad, un ejemplo de pregunta de los test es:

1) *¿Cuál de las siguientes actividades tributan en régimen de renta presunta?*

- a) *Sólo agrícola y minería.*
- b) *Solo transporte, minería y agrícola.*
- c) *Solo transporte.*
- d) *Ninguna de las anteriores*

Además, se contaba con una sección de preguntas de grado de veracidad, como, por ejemplo:

2) *La sociedad de personas puede acogerse al régimen de renta presunta.*

VII. RESULTADOS OBTENIDOS

Ahora se mostrarán los resultados obtenidos, para ello se clasificarán en los resultados generales, posteriormente una categorización por género y finalmente según rendimiento.

En la Tabla 1 se aprecia los resultados obtenidos en los test aplicados, y se evidencia los promedios de respuestas correctas, incorrectas, omitidas y el porcentaje de correctas que hubo.

TABLE I. RESULTADOS GENERALES

Grupo		Pretest	Posttest
Experimental	Buenas	6,56	10,39
	Malas	4	1,87
	Omitidas	2,89	1
	% correctas	54,6%	86,6%
Control	Buenas	6,88	7,5
	Malas	4,01	4
	Omitidas	2,43	1,3
	% correctas	57,3%	62,5%

En la Tabla 2 se puede apreciar la caracterización de los grupos en razón a composición según género.

TABLE II. CARACTERIZACIÓN POR GÉNERO

Grupo	Cant	Hombres	% mejora	Mujeres	% mejora
Exper.	18	50%	60,32%	50%	58,21%
Ctrol.	16	43,75%	5,7%	56,25%	13,4%

En la Tabla 3 se aprecia el comportamiento de grupos según la media, para ello se agrupan aquellos que están bajo la media, igual y sobre en sus categorías de grupo experimental y de control.

TABLE III. COMPORTAMIENTO DE GRUPOS EN RAZÓN A LA MEDIA

Test	Grupo	Media referencial (mr)	% < mr	% = mr	% > mr
Pre	Exper.	6,56	5,56%	77,78%	16,66%
	Ctrol.	6,88	6,25%	68,75%	25%
Post	Exper.	6,56	0%	0%	100%
	Ctrol.	6,88	0%	81,25%	18,75%

VIII. DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En relación con los resultados obtenidos, primero se analizará los resultados generales, en donde se puede evidenciar que en un principio el rendimiento del grupo experimental es menor que el del grupo de control, pero al analizar los resultados posteriores, resulta que los estudiantes que hicieron uso del bot tienen un rendimiento mucho mayor que los estudiantes que no lo usan. En razón a la cantidad de preguntas erróneas de cada uno de los grupos se puede establecer que la cantidad de preguntas errónea en comparación de cada uno de los test es dramáticamente menor en el caso del posttest del grupo experimental versus el grupo de control que demuestra una variabilidad menor entre las 4,01 preguntas promedio erróneas versus las 4 preguntas promedio erróneas del posttest.

De lo anterior, se puede concluir que existe evidencia para asegurar que los estudiantes que hicieron uso del chatbot presentan un nivel de desempeño mejor que aquellos estudiantes que no lo hicieron. Ahora, las diferencias se vuelven más grandes cuando se compara por género, en donde se puede encontrar que los hombres que hacen uso del chatbot presentan más de un 60% de mejora en sus resultados, en cambio, quienes no hacen uso del chatbot mejoran un 5,7%; en el caso de las mujeres la diferencia también es mayor, debido a que aquellas mujeres que hacen uso de bot el porcentaje de mejora es mayor al 58% pero aquellas que no lo usan mejora un 13,4%. También

es relevante analizar que el porcentaje de mejora que presentan las mujeres versus los hombres cuando no usan chatbot es mayor.

Por último, como se puede apreciar en la Tabla 3, inicialmente, un 5,56% de los estudiantes que usan chatbot estaban bajo la media, posterior al uso del chatbot ese número disminuye al 0%, lo cual evidencia un impacto positivo de la herramienta. No es menor identificar que el grupo de control también evidencia una mejora en los resultados después de aplicar las actividades gamificadas.

De lo anterior se puede concluir que ambas actividades demuestran una mejora en el aprendizaje de los estudiantes, pero, en el caso del chatbot los resultados evidencian que la mejora en los resultados es mucho mayor, lo cual tiene implicancias en el desempeño de los estudiantes.

En razón a la percepción de los estudiantes, un 67% estuvo de acuerdo que el lenguaje utilizado en el chatbot permitió entender su contenido en personas que no tiene conocimientos especializados en tributación; un 89% de los estudiantes determinaron que el chatbot es una herramienta útil para el logro de los resultados de aprendizaje y además estimula el logro de los aprendizajes alcanzados por el estudiante.

IX. CONCLUSIONES

El aprendizaje de tributación es un desafío constante que los docentes expertos en la materia deben afrontar diariamente, esto en razón a la motivación que presentan los estudiantes y también la complejidad de los contenidos en razón a los impuestos corporativos. En Chile, a lo anterior se le debe sumar la complejidad del sistema tributario y las constates reformas que el sistema ha ido sufriendo en concordancia con la evolución política y social.

Distintas son las técnicas que se han ocupado en el tiempo para apoyar el aprendizaje [66], [67], y en ese contexto es que este trabajo presenta una innovación en la inclusión de la inteligencia artificial a través del uso de un chatbot para apoyar el aprendizaje de impuestos corporativos.

El caso de estudio elaborado permitió analizar el rendimiento de los estudiantes que hicieron uso de esta herramienta versus otro grupo que no lo hizo, pero sí que estuvo apoyado por técnicas de aprendizaje activo, demostrando un grado de mejora mayor los que hicieron uso del chatbot.

Como trabajo futuro se debe tomar como perspectivas analizar y cuantificar de forma más explícita el impacto del uso de este tipo de herramientas y la carga cognitiva que genera en los estudiantes. También sería importante estudiar el cambio que sufren los niveles de frustración de los estudiantes y en comparativa con las distintas técnicas que existen en trabajos novedosos y de impacto.

Finalmente, señalar que a través de esta investigación se demuestra que un chatbot mejora los resultados en el aprendizaje de tributación y, por ende, se debe proseguir con estudios que abarquen otros aspectos de la enseñanza y aprendizaje efectivo.

REFERENCES

- [1] R. J. B. Goodman, «Problem-based learning: merging of economics and mathematics», *J Econ Finan*, vol. 34, n.o 4, pp. 477-483, oct. 2010.
- [2] M. J. Prince y R. M. Felder, «Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases», *J. Eng. Educ.*, vol. 95, n.o 2, pp. 123-138, abr. 2006.
- [3] J. Accuosti, «Factors Affecting Education Technology Success», 2014.
- [4] S. G. Barsade, «The Ripple Effect: Emotional Contagion and its Influence on Group Behavior», *Administrative Science Quarterly*, vol. 47, n.o 4, pp. 644-675, dic. 2002.
- [5] D. S. Griffiths y Y. Gabriel, «Emotion, learning and organizing», *The Learning Organization*, vol. 9, n.o 5, pp. 214-221, dic. 2002.
- [6] J. S. Morris, A. Öhman, y R. J. Dolan, «Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala», *Nature*, vol. 393, n.o 6684, p. 467, jun. 1998.
- [7] A. P. S. Guerrero, E. S. Hishinuma, N. N. Andrade, S. T. Nishimura, y V. L. Cunanan, «Correlations among Socioeconomic and Family Factors and Academic, Behavioral, and Emotional Difficulties in Filipino Adolescents in Hawai'i», *Int J Soc Psychiatry*, vol. 52, n.o 4, pp. 343-359, jul. 2006.
- [8] P. M. Lantz, J. S. House, J. M. Lepkowski, D. R. Williams, R. P. Mero, y J. Chen, «Socioeconomic Factors, Health Behaviors, and Mortality: Results From a Nationally Representative Prospective Study of US Adults», *JAMA*, vol. 279, n.o 21, pp. 1703-1708, jun. 1998.
- [9] V. Alevén, E. Stahl, S. Schworm, F. Fischer, y R. Wallace, «Help Seeking and Help Design in Interactive Learning Environments», *Review of Educational Research*, vol. 73, n.o 3, pp. 277-320, sep. 2003.
- [10] D. Gijbels, F. Dochy, P. Van den Bossche, y M. Segers, «Effects of Problem-Based Learning: A Meta-Analysis From the Angle of Assessment», *Review of Educational Research*, vol. 75, n.o 1, pp. 27-61, mar. 2005.
- [11] M. Chi, M. Bassok, M. Lewis, P. Reimann, y R. Glaser, «Self-Explanations - How Students Study and Use Examples in Learning to Solve Problems», *Cogn. Sci.*, vol. 13, n.o 2, pp. 145-182, jun. 1989.
- [12] F. Dochy, M. Segers, P. Van den Bossche, y D. Gijbels, «Effects of problem-based learning: a meta-analysis», *Learn Instr.*, vol. 13, n.o 5, pp. 533-568, oct. 2003.
- [13] C. E. Hmelo-Silver, «Problem-based learning: What and how do students learn?», *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 16, n.o 3, pp. 235-266, sep. 2004.
- [14] L. Eisenstein, «Estate Taxes and the Higher Learning of the Supreme Court», *Tax L. Rev.*, vol. 3, pp. 395-567, 1948 1947.
- [15] B.-åke Lundvall y B. Johnson, «The Learning Economy», *Journal of Industry Studies*, vol. 1, n.o 2, pp. 23-42, nov. 1994.
- [16] A. Borrego, E. C. Loo, C. Lopes, y C. Ferreira, «Tax professionals' perception of tax system complexity: Some preliminary empirical evidence from Portugal», *eJournal of Tax Research*, vol. 13, pp. 338-360, ene. 2015.
- [17] P. Serra y J. Toro, «¿ES EFICIENTE EL SISTEMA TRIBUTARIO CHILENO?», *Cuadernos de Economía*, vol. 31, n.o 94, pp. 423-448, 1994.
- [18] S. Huete y M. Ángel, «Medidas tributarias anticrisis de España: Análisis específico de la amnistía fiscal», *Revista de derecho (Valdivia)*, vol. 26, n.o 1, pp. 95-117, jul. 2013.
- [19] L. Kaplow, «How Tax Complexity and Enforcement Affect the Equity and Efficiency of The Income Tax», *National Bureau of Economic Research, Working Paper 5391*, dic. 1995.
- [20] D. M. Boylan, «Taxation and Transition: The Politics of the 1990 Chilean Tax Reform», *Latin American Research Review*, vol. 31, pp. 7-31, ene. 1996.
- [21] T. Fairfield, «The political economy of progressive tax reform in Chile», *Revista de Economía Institucional*, vol. 17, pp. 129-156, ene. 2015.
- [22] T. Derya-Baskan y E. Balıkcıoğlu, «The Effects of Firm Components of Open Joint Manufacturing Companies on Corporate Taxes», *Sosyoekonomi*, vol. 26, n.o 37, pp. 219-226, jul. 2018.
- [23] M. L. Crandall-Hollick, *Higher Education Tax Benefits: Brief Overview and Budgetary Effects*. CRS Report R41967, Version 40. Updated. Congressional Research Service, 2018.
- [24] S. E. Higgins, Z. Xiao, y M. Katsipatakis, «The Impact of Digital Technology on Learning: A Summary for the Education Endowment Foundation», 2012.
- [25] J. Johnston y L. Toms Barker, «Assessing the Impact of Technology in Teaching and Learning», ene. 2002.
- [26] G. Wikramanayake, «Impact of Digital Technology on Education», 2005.
- [27] R. M. Hernandez, «Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas», *Propósitos y Representaciones*, vol. 5, n.o 1, pp. 325-347, abr. 2017.
- [28] P. Oinas y E. J. Malecki, «The Evolution of Technologies in Time and Space: From National and Regional to Spatial Innovation Systems», *International Regional Science Review*, vol. 25, n.o 1, pp. 102-131, ene. 2002.
- [29] R. J. Murnane, «The Impact of School Resources on the Learning of Inner City Children», 1975.
- [30] B. AbuShawar y E. Atwell, «Usefulness, localizability, humanness, and language-benefit: additional evaluation criteria for natural language dialogue systems», *Int J Speech Technol*, vol. 19, n.o 2, pp. 373-383, jun. 2016.
- [31] M. Dahiya, «A Tool of Conversation: Chatbot», *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCES AND ENGINEERING*, vol. 5, pp. 158-161, may 2017.
- [32] B. Shawar y E. Atwell, «Chatbots: Are they Really Useful?», *LDV Forum*, vol. 22, pp. 29-49, ene. 2007.
- [33] J. J. Bird, A. Ekárt, y D. R. Faria, «Learning from Interaction: An Intelligent Networked-Based Human-Bot and Bot-Bot Chatbot System», en *Advances in Computational Intelligence Systems*, 2019, pp. 179-190.
- [34] L. K. Fryer, M. Ainley, A. Thompson, A. Gibson, y Z. Sherlock, «Stimulating and sustaining interest in a language course: An experimental comparison of Chatbot and Human task partners», *Computers in Human Behavior*, vol. 75, pp. 461-468, oct. 2017.
- [35] L. Fryer, «Bots as Language Learning Tools», *Language, Learning and Technology*, vol. 10, ene. 2006.
- [36] J. Weizenbaum, «ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine», *Communications of the ACM*, vol. 9, n.o 1, pp. 36-45, ene. 1966.
- [37] N. Block, «Psychologism and Behaviorism», *The Philosophical Review*, vol. 90, n.o 1, pp. 5-43, 1981.
- [38] L. Bradesko y D. Mladenec, «A Survey of Chabot Systems through a Loebner Prize Competition», 2012.
- [39] J. Jia, «CSIEC: A computer assisted English learning chatbot based on textual knowledge and reasoning», *Knowledge-Based Systems*, vol. 22, n.o 4, pp. 249-255, may 2009.
- [40] C. Lee, S. Jung, S. Kim, y G. G. Lee, «Example-based dialog modeling for practical multi-domain dialog system», *Speech Communication*, vol. 51, n.o 5, pp. 466-484, may 2009.
- [41] R. Crutzen, G.-J. Y. Peters, S. D. Portugal, E. M. Fisser, y J. J. Grolleman, «An Artificially Intelligent Chat Agent That Answers Adolescents' Questions Related to Sex, Drugs, and Alcohol: An Exploratory Study», *Journal of Adolescent Health*, vol. 48, n.o 5, pp. 514-519, may 2011.
- [42] S. Ghose y J. J. Barua, «Toward the implementation of a topic specific dialogue based natural language chatbot as an undergraduate advisor», en *2013 International Conference on Informatics, Electronics and Vision (ICIEV)*, 2013, pp. 1-5.
- [43] M. Yan, P. Castro, P. Cheng, y V. Ishakian, «Building a Chatbot with Serverless Computing», en *Proceedings of the 1st International Workshop on Mashups of Things and APIs*, New York, NY, USA, 2016, pp. 5:1–5:4.
- [44] D. Braun, A. Hernandez Mendez, F. Matthes, y M. Langen, «Evaluating Natural Language Understanding Services for Conversational Question Answering Systems», en *Proceedings of the 18th Annual SIGdial Meeting on Discourse and Dialogue*, Saarbrücken, Germany, 2017, pp. 174-185.
- [45] M. Dahiya, «A Tool of Conversation: Chatbot», *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCES AND ENGINEERING*, vol. 5, pp. 158-161, may 2017.

- [46] S. A. Abdul-Kader y J. C. Woods, «Survey on Chatbot Design Techniques in Speech Conversation Systems», *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 6, 2015.
- [47] O. Simpson, *Supporting Students in Online, Open and Distance Learning*. Routledge, 2018.
- [48] J.-W. Lee, «Online support service quality, online learning acceptance, and student satisfaction», *The Internet and Higher Education*, vol. 13, n.o 4, pp. 277-283, dic. 2010.
- [49] L. K. Fryer, K. Nakao, y A. Thompson, «Chatbot learning partners: Connecting learning experiences, interest and competence», *Computers in Human Behavior*, vol. 93, pp. 279-289, abr. 2019.
- [50] K. F. Hew, «Promoting engagement in online courses: What strategies can we learn from three highly rated MOOCs», *British Journal of Educational Technology*, vol. 47, n.o 2, pp. 320-341, 2016.
- [51] R. Cerezo, M. Sánchez-Santillán, M. P. Paule-Ruiz, y J. C. Núñez, «Students' LMS interaction patterns and their relationship with achievement: A case study in higher education», *Computers & Education*, vol. 96, pp. 42-54, may 2016.
- [52] W. Xing, X. Chen, J. Stein, y M. Marcinkowski, «Temporal predication of dropouts in MOOCs: Reaching the low hanging fruit through stacking generalization», *Computers in Human Behavior*, vol. 58, pp. 119-129, may 2016.
- [53] J. L. Blazovich, G. R. Huston, y J. M. Huston, «Creating an Executive Compensation Plan: A Corporate Tax Planning Case», *Issues in Accounting Education*, vol. 29, n.o 4, pp. 545-556, abr. 2014.
- [54] P. M. Senge, M. Dow, y G. Neath, «Learning together: new partnerships for new times», *Corporate Governance: The international journal of business in society*, ago. 2006.
- [55] D. Ahlstrom y G. D. Bruton, «Learning from successful local private firms in China: Establishing legitimacy», *AMP*, vol. 15, n.o 4, pp. 72-83, nov. 2001.
- [56] P. A. C. Marín, «Enseñanza y aprendizaje del derecho tributario, y ejercicio profesional, en ADE», *Revista de educación y derecho = Education and law review*, n.o 12, pp. 129-150, 2015.
- [57] M. F. Pang y F. Marton, «Beyond ``lesson study``: Comparing two ways of facilitating the grasp of some economic concepts», *Instructional Science*, vol. 31, n.o 3, pp. 175-194, may 2003.
- [58] T. Fogarty y P. Goldwater, «From tax computation to tax planning: the use of Monte Carlo simulations in tax education», *Accounting Education*, vol. 5, n.o 2, pp. 169-182, jun. 1996.
- [59] D. F. Togo, «A spreadsheet approach to stochastic financial modeling», *Journal of Accounting Education*, vol. 10, n.o 2, pp. 321-327, sep. 1992.
- [60] E. Engelbrecht, «Adapting to changing expectations: Post-graduate students' experience of an e-learning tax program», *Computers & Education*, vol. 45, n.o 2, pp. 217-229, sep. 2005.
- [61] C. A. Echevarría, «Income tax progressivity, growth, income inequality and welfare», *SERIEs*, vol. 6, n.o 1, pp. 43-72, mar. 2015.
- [62] S. Hidi y K. A. Renninger, «The Four-Phase Model of Interest Development», *Educational Psychologist*, vol. 41, n.o 2, pp. 111-127, jun. 2006.
- [63] J. Poppenk, S. Köhler, y M. Moscovitch, «Revisiting the novelty effect: when familiarity, not novelty, enhances memory», *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, vol. 36, n.o 5, pp. 1321-1330, sep. 2010.
- [64] Price Waterhouse Coopers, «Complejidad del Sistema Tributario», PwC. [En línea]. Disponible en: <https://www.pwc.com/cl/es/prensa/columnas-de-opinion/complejidad-del-sistema-tributario.html>. [Accedido: 18-jul-2019].
- [65] Y. Godoy, «Un sistema tributario demasiado complejo e injusto», *Diario Financiero*. [En línea]. Disponible en: <http://www.df.cl/noticias/opinion/columnistas/un-sistema-tributario-demasiado-complejo-e-injusto/2018-07-31/193404.html>. [Accedido: 18-jul-2019].
- [66] P. Resta y T. Laferrière, «Technology in Support of Collaborative Learning», *Educ Psychol Rev*, vol. 19, n.o 1, pp. 65-83, mar. 2007.
- [67] W. Reader y N. Hammond, «COMPUTER-BASED TOOLS TO SUPPORT LEARNING FROM HYPERTEXT: CONCEPT MAPPING TOOLS AND BEYOND», en *Computer Assisted Learning: Selected Contributions from the CAL '93 Symposium*, M. R. Kibby y J. R. Hartley, Eds. Amsterdam: Pergamon, 1994, pp. 99-106.

R. Mellado es beneficiario de la beca de Doctorado. INF-PUCV.