

Skill de Alexa para la enseñanza de la programación estructurada

Luis Japeth Trujillo-Mendieta, Oscar Herrera-Alcántara

Universidad Autónoma Metropolitana,
División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Sistemas,
México

{a12133004432, oha}@azc.uam.mx

Resumen. Se presenta una skill para Alexa que es la asistente virtual desarrollada por Amazon. La skill es utilizada como una herramienta de enseñanza de la programación estructurada teniendo como idea principal desarrollar un tutor virtual que resuelva dudas en el aprendizaje de este paradigma de programación. Para evaluar la funcionalidad y el nivel de satisfacción de usuarios de la skill, se realizó una encuesta a alumnos voluntarios quienes probaron y calificaron la skill.

Palabras clave: Amazon Alexa, skill, tutor virtual.

Alexa's Skill for Teaching Structured Programming

Abstract. A skill for Alexa, the virtual assistant developed by Amazon, is presented as a tool for teaching structured programming. The main idea is to develop a virtual tutor that solves doubts about the structured programming paradigm. To evaluate the functionality and the user's satisfaction, a survey was carried out with volunteers who tested and rated the skill.

Keywords: Amazon Alexa, skill, virtual tutor.

1. Introducción

En la actualidad existen variedad de asistentes virtuales, los cuales nos ayudan a realizar un sinnúmero de tareas cotidianas y los encontramos en variedad de dispositivos tanto en el hogar como en dispositivos de uso diario como son teléfonos inteligentes, relojes inteligentes, bocinas inteligentes, entre otros.

Alexa [1] es el asistente virtual desarrollado por Amazon, que es diferente a otros como Siri de Apple [2] y Google Assistant [3], porque provee una API

abierta de desarrollo de skills que son aplicaciones que le agregan funcionalidades para crear una experiencia más personalizada con el usuario.

Algunas categorías de skills de Alexa son [4]: Alimentos y bebidas, noticias, música y audio, estilo de vida, viaje y transporte, casa inteligente, entre otras. En efecto, existen muchas y variadas skills de Alexa. Este trabajo propone incursionar en una categoría de tutores inteligentes o ambientes virtuales de aprendizaje [5] mediante una skill para Alexa.

El resto del artículo está organizado como sigue, en el Capítulo 2 se mencionan algunos trabajos relacionados. En el Capítulo 3, se aborda el marco teórico que sustenta el desarrollo de una skill de Alexa, en el Capítulo 4 se describe el desarrollo de los módulos de la skill, en el Capítulo 5 se presentan resultados de una encuesta a un grupo de alumnos voluntarios y, finalmente, en el Capítulo 6 se presentan conclusiones y trabajos futuros.

2. Trabajos relacionados

Existe evidencia de un gran número de sistemas tutores inteligentes. Para este trabajo se considera suficiente citar sólo algunos enfocados en la enseñanza de lenguajes de programación.

RAPITS, por ejemplo, es un tutor que facilita el aprendizaje del lenguaje Pascal, al proveer más de una estrategia de enseñanza que se adapte de acuerdo con el histórico del estudiante [6].

INTELLITUTOR se describe en [7] como un sistema tutor que toma de entrada el código fuente del estudiante y lista la posición de los bugs en el programa, además de la descripción de cada error al compilar, el tipo de error, así como sugerencias de cómo rectificarlos.

En [8] se presenta CPP-Tutor que es un sistema tutor inteligente para enseñar C++. CPP-Tutor almacena problemas con su solución que involucra definición de variables, uso de operadores, sentencias de asignación y estructuras cíclicas for y while. CPP-Tutor propone un problema, espera la respuesta del usuario en forma de código fuente y luego da retroalimentación mostrando, mediante un sitio web, un código de solución y ayuda sobre algunos casos típicos de error.

Annete, un asistente de tutoría inmerso en el IDE Eclipse es descrito por Day, Rao y González en [9]. Básicamente, mencionan que al estar programando en Eclipse, Annete colecta piezas de datos del código de los estudiantes, mensajes de error del compilador y evalúa la complejidad ciclomática. Luego, Annete usa esos datos para dar retroalimentación sustentada por un modelo de red neuronal.

Existen más trabajos relacionados con tutores inteligentes enfocados a la enseñanza de lenguajes de programación, pero abordarlos en forma amplia quedaría fuera del alcance de este trabajo. Basta mencionar otros tres ejemplos con Lisp Tutor [10] que provee asistencia al estudiante al programar en Lisp, y SIPLoS [11] y MoleHill [12] para Smalltalk.

Cabe mencionar también el enfoque basado en emociones en donde, por ejemplo, Barrón et al. [13] presentan un sistema tutor cognitivo para aprender el lenguaje de programación Java.

El objetivo es disminuir la frustración y mejorar el aprendizaje del estudiante mediante respuestas concretas a sus dudas, y en [14] se describe EmoRemSys, un sistema de recomendación de recursos educativos basado en detección de emociones.

Un acercamiento muy próximo a este trabajo es el elaborado por Yijun Yu [15] en donde se propone una pedagogía novedosa llamada “Asistente de Programación”, el cual tiene como objetivo el uso de un tutor personal que responda a comandos de voz del usuario y conteste con conceptos de programación. Además, se apoyaron en la inserción del programa en una Skill de Alexa para la generación de los diálogos.

Excluyendo al trabajo de Yijun Yu, ninguno de los sistemas tutores revisados alude al uso de la asistente virtual Alexa de Amazon, que ha comenzado a ganar popularidad al aceptar comandos de voz, la cual es procesada para brindar una respuesta interactiva con el usuario.

Algunas frases comunes para Alexa son “Alexa, cuéntame un chiste” “Alexa, dime la hora” “Alexa, programa un temporizador de un minuto” y “Alexa, dime un dato curioso”. Una característica relevante de Alexa es que es posible parafrasear las instrucciones, y dejar que el motor de lenguaje natural de Amazon determine cuál es la mejor respuesta para ello. Esto es atractivo para atender a los estudiantes, ya que es sabido que no hay una única forma en que un alumno pueda hacer la misma pregunta. Para los propósitos de la skill de Alexa, el tema de estudio es la programación estructurada ya que es un tema que prevalece en los planes de estudio de varias carreras de ingeniería, y durante años se ha detectado la necesidad de aclarar dudas a estudiantes que inician en la programación con este paradigma, y más aún con los desafíos que representa el uso del lenguaje C.

Alexa está disponible como App de dispositivos móviles en donde se puede usar el micrófono, bocina e incluso la pantalla para ofrecer una interfaz de usuario con opciones de manejo de casas inteligentes, reproducción de música, reporte del clima, noticias, y comunicación por texto y voz con otros usuarios que cuenten con Alexa mediante su sistema “Drop in”. Alexa también está disponible como bocina inteligente, que en sus versiones más completas cuenta con varios micrófonos que mejoran considerablemente la calidad de detección de la voz en ambientes ruidosos, con eco y a distancia de varios metros.

3. Marco teórico

Las aplicaciones tipo skill de Alexa son una opción para el desarrollo de una interacción personalizada e interactiva, como se mencionó anteriormente. Además, Amazon Alexa ofrece una API de programación de JavaScript o Python para desarrollar skills, lo cual marca una diferencia con otras bocinas inteligentes.

Para crear una skill de Alexa, puede hacerse a través de la consola de desarrollo de Amazon (Alexa Developer Console) y se puede conectar a un servicio alojado en AWS Lambda. Es importante mencionar que el entorno de desarrollo de la consola de Amazon se ajusta a la preferencia del programador, esto es, si el programador prefiere programar en Python, todos los recursos que

se crean al generar una nueva skill serán en el lenguaje de Python, y lo mismo sucede para JavaScript. Para este proyecto se utilizó JavaScript.

Automáticamente, al crear una nueva skill, la consola genera tres archivos: `index.js`, `util.js` y `package.json`. El primer archivo cuenta con los manejadores de los intentos, los interceptores y el flujo principal de la skill, es por ello que aquí van las instrucciones que realizará la skill. El segundo archivo obtiene las dependencias y la exporta a la skill, es por eso que no es recomendable modificar este archivo, ya que se genera automáticamente al crear la skill con los parámetros dados. El tercero es un archivo formato JSON que contiene la información de la skill como es el nombre, versión, descripción, autor, etc. Este archivo se utiliza para la presentación de la skill ante el usuario e indica cual es el archivo principal a ejecutar (por defecto, `index.js`).

4. Desarrollo del proyecto

El desarrollo de proyecto se realizó con cuatro módulos, como se puede ver en la Figura 1, y los cuales se describen en seguida.

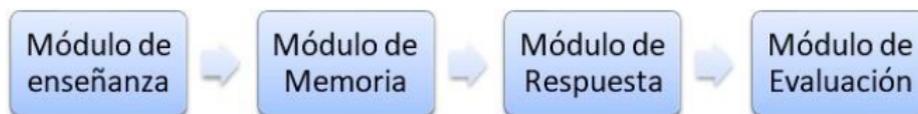


Fig. 1. Módulos del proyecto.

4.1. Módulo de enseñanza

En este módulo se recopiló información relevante del paradigma de programación estructurada y de lenguaje C. Para ello, se realizaron encuestas a varios alumnos voluntarios que estaban cursando programación estructurada, preguntando cuáles eran las principales dudas del momento o a lo largo del curso. Se obtuvieron las dudas más comunes entre los alumnos y con ello se facilitó la búsqueda de información que atendiera esas dudas en forma de preguntas y respuestas.

Dicha información (tanto preguntas como respuestas) se almacenó en una hoja de cálculo. Cabe mencionar que, si la pregunta pudiera ser explicada de mejor manera con un fragmento de código en C, este se agregaba a la hoja de cálculo, aprovechando que Alexa ofrece la opción de interactuar con el usuario a través de su teléfono celular o correo electrónico.

4.2. Módulo de memoria

Para este módulo se utilizó la consola de desarrollo de Amazon [16], la cual está disponible gratuitamente. La composición del desarrollo de la skill se puede dividir en dos partes:

- La configuración de los intentos que puede realizar el usuario a la skill,
- La configuración de las respuestas que se darán a partir de los intentos.

Es importante mencionar que al realizar una skill, por cada pregunta o intento que realice un usuario debe haber una relación uno a uno con la respuesta asociada, esto condiciona a que si se quiere que la skill responda 100 preguntas diferentes debería haber configurado 100 intentos independientes, con sus respectivas 100 respuestas. Si se trabajara de esta manera sería ineficiente. Es por eso que Amazon cuenta con ranuras o slots [17] que es una manera de representar frases o palabras como variables, de esta forma, si la pregunta o el intento están relacionadas con objetos de un mismo tipo, los objetos se guardarán en un slot y en lugar de realizar varias preguntas con cada uno de los objetos, se realiza una. Por ejemplo, supongamos que en la skill queremos preguntar qué son los tipos de datos en C, las preguntas quedarían de la siguiente manera:

"¿Qué es un entero?", "¿Qué es un flotante?", etc...

se puede sustituir por:

"¿Qué es un {tipo_variable}?" donde: tipo_variable = {entero, flotante, etc.}.

Los slots tienen identificadores únicos que permiten relacionarlos con una funcionalidad o respuesta a la que se denomina intento.

4.3. Configuración de intentos

Para este módulo primero se hizo un análisis de todas las preguntas obtenidas en la hoja de cálculo para poder agruparlas, y con ello obtener las preguntas con una misma forma y crear slots con frases o palabras que fueran a cambiar a fin de minimizar la creación de intentos. En total se crearon veinticinco intentos con la información seleccionada.

4.4. Configuración de las respuestas

Para poder manejar lo que la skill debe realizar al momento de empatar una frase o instrucción de parte del usuario, se debe crear un manejador por cada intento que indique las instrucciones a seguir después de que se reconozca la indicación del usuario. Para que el código fuera legible y de mayor entendimiento se hicieron tres archivos: languageStrings.js, respuestas.js y respuestas1.js.

Cada uno de estos archivos contienen las respuestas a las preguntas de la hoja de cálculo con el mismo identificador que se colocó en los slots de los intentos. También cuentan con las URL de las imágenes del código fuente si así lo ameritan. Las imágenes de los códigos fuente se pueden almacenar en el servicio de almacenamiento S3 de AWS [18].

Lo siguiente fue obtener el identificador del slot, compararlo con los identificadores de las respuestas y si eran iguales mandar la información por voz e imagen (según fuera el caso). Un punto importante es el envío de las imágenes a los dispositivos, lo cual se logra con el Amazon Presentation Language (APL) [19], ya que regresa directivas que le indican al dispositivo cómo mostrar el contenido descrito en un documento APL que consiste en una estructura JSON con los parámetros e imágenes que se van a mostrar. Al igual que la respuesta por voz, se crean los archivos: `apl_Inicio.json`, `apl_Codigo.json` y `apl_Ayuda.json`. Los cuales, a su vez, obtienen la imagen del código a partir de la búsqueda del identificador de la respuesta, en forma análoga a la respuesta por voz.

4.5. Módulo de respuesta

En este módulo se revisaron problemas de gramática y de respuesta de la skill, así como la incorporación de sinónimos. También se ajustaron las imágenes de los códigos para que fuesen visibles en la mayoría de los dispositivos que cuenten con APL.

Una vez finalizado los ajustes de la skill, el siguiente paso fue publicarlo para que estuviera disponible para realizar el siguiente módulo. Para esto, Amazon requiere cumplir con dos apartados: la distribución y la certificación [20]. En el primer apartado, se ingresan los datos con los que la Skill se verá en la tienda de Amazon. La Certificación es un proceso en donde la skill es revisada por Amazon que comprobará que cumpla con todos sus estándares de calidad, incluidos: respuestas relevantes, sin faltas de ortografía, cierre de sesiones, etc.

4.6. Módulo de evaluación

Por último, se realizó una encuesta [21] a diversos estudiantes voluntarios que probaron la skill. Los estudiantes evaluaron la respuesta de la skill, el entendimiento de la skill a las preguntas y su nivel de satisfacción. Adicionalmente, en la encuesta se les preguntó acerca de posibles preguntas faltantes o respuestas que fueran poco claras.

5. Resultados

Al término del desarrollo, la skill “PT Programación Estructurada” fue certificada y publicada en la tienda virtual de Amazon. Se anexan imágenes con la ejecución de la skill en un dispositivo que soporta APL. En la Figura 2 se muestra la pantalla de bienvenida a la skill en una computadora.



Fig. 2. Pantalla al iniciar la skill.



Fig. 3. Ejecución de la skill a un intento sin código.

La Figura 3 ilustra una pregunta que no involucra imágenes en su respuesta. La Figura 4 ilustra una respuesta con una imagen de código fuente para contestar sobre la sintaxis de la instrucción while en lenguaje C.

Las encuestas realizadas dieron los resultados ilustrados en las Figuras 5, 6 y 7. La Figura 5 corresponde a la pregunta "¿Cómo calificarías tu experiencia con la skill?" en donde el 73,3% afirmó tener una respuesta excelente.

Código para While

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(){
4     int x = 0; //Se declaró una variable entera con valor cero
5
6     //Se coloca el ciclo while
7     while(x < 10){ // x < 10 es nuestra expresión lógica que hará las iteraciones
8         printf("El valor de x: %d \n", x);
9         x++; //Esta línea incrementa en uno el valor de x
10    }
11    //Se termina el ciclo pues el valor de x = 10 lo cual hace falsa la expresión x < 10
12 }
13
```

Fig. 4. Ejecución de la Skill cuando el intento contiene código.

Como calificarías tu experiencia con la Skill:
15 respuestas

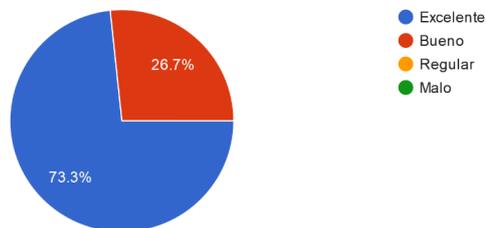


Fig. 5. Experiencia con la Skill.

La Figura 6 corresponde la pregunta “¿El entendimiento de las preguntas y solicitudes realizadas a la skill fueron?” en donde el 66,7% de los participantes evaluaron como excelente, y el restante 33,3% consideró como bueno.

La Figura 7 corresponde a la pregunta “¿Cómo calificarías la respuesta que te brindó la skill?” en donde el 73,3% las calificó como excelentes, y 26,7% como buenas.

Los resultados de la satisfacción de los usuarios, teniendo en cuenta que 1 es totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo, se ilustran en las Figuras 8 y 9. Las preguntas fueron “¿Usarías esta skill como apoyo a la UEA (unidad de enseñanza aprendizaje) programación estructurada?”.

El entendimiento a las preguntas y solicitudes realizadas a la Skill fueron:
15 respuestas

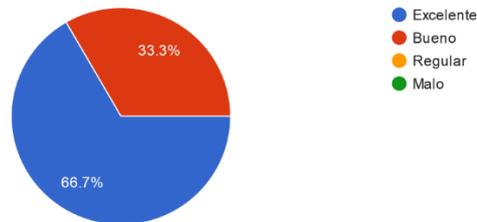


Fig. 6. Entendimiento de las preguntas.

Como calificarías la respuesta que te brindó la Skill
15 respuestas

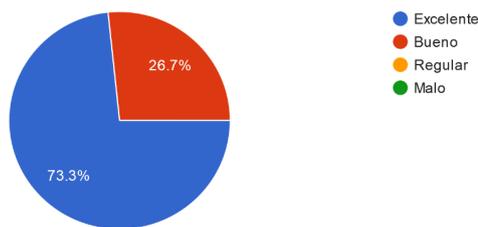


Fig. 7. Calificación de las respuestas.

La mayoría de las respuestas (13 de 15) fueron de la opción “totalmente de acuerdo”. Y en la Figura 9 se observa prácticamente el mismo comportamiento para la pregunta “¿Recomendarías esta skill con alguno de tus compañeros?” en donde la respuesta principal fue “totalmente de acuerdo” con un 86,7%.

La última pregunta de la encuesta fue “¿Qué calificación le darías a esta skill?” con un resultado de 86,7% para el máximo nivel equivalente a 5, según se ilustra en la Figura 10.

Como se observa las calificaciones fueron positivas, y más aún hay gran posibilidad de que la skill sea recomendada a otros usuarios. Cabe mencionar que los encuestados no identificaron preguntas confusas o tediosas.

En cuanto a qué preguntas convendría agregar a la skill, las recomendaciones fueron: ¿Qué es la programación? y ¿Qué es el lenguaje C?.

¿Usarías esta Skill como apoyo a la UEA Programación Estructurada?

15 respuestas

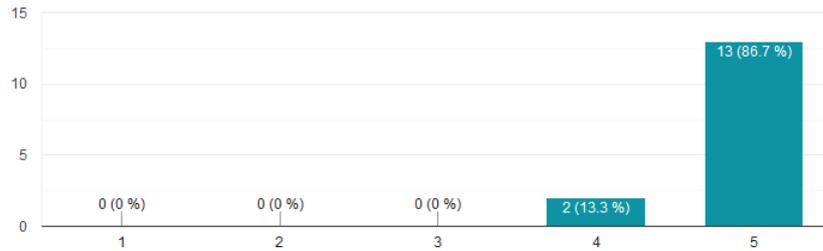


Fig. 8. Uso de la skill.

¿Recomendarías esta Skill con alguno de tus compañeros?



15 respuestas

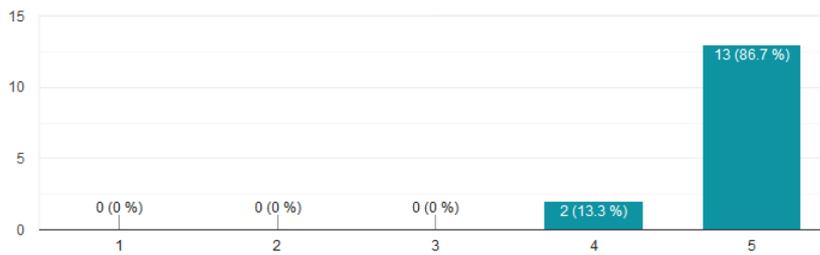


Fig. 9. Posibilidad de recomendación de la skill.

¿Qué calificación le darías a esta Skill?



15 respuestas

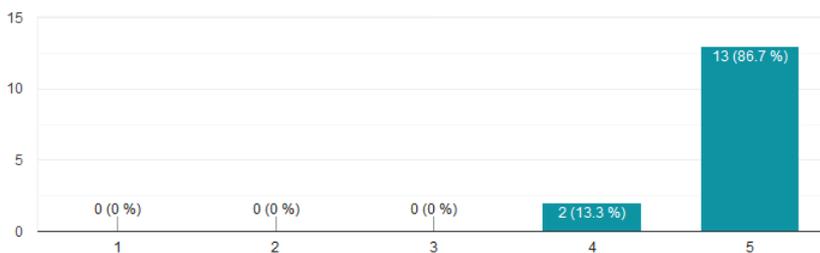


Fig. 10. Calificación de la Skill.

6. Conclusiones y trabajo a futuro

La Skill “PT Programación Estructurada” fue desarrollada satisfactoriamente siguiendo las guías de desarrollo, y prueba de ello es que sí pasó la certificación

de Amazon. En cuanto a la funcionalidad, si nos referimos a la encuesta, podemos observar que puede llegar a ser una gran herramienta tipo tutor inteligente como apoyo interactivo con tecnologías modernas para apoyar la enseñanza de cursos de programación estructurada.

Cabe mencionar que hubo algunos casos en que los estudiantes no sabían, en un inicio, activar la Skill o usar Alexa en sus teléfonos celulares principalmente, pero la motivación por usar estas tecnologías de fácil alcance entre los estudiantes hizo que adquirieran confianza en su uso y terminaron descubriendo las características de Alexa.

No podemos decir que esta versión de Skill sea final, pero marca un precedente en la incursión de Alexa en los sistemas tutores inteligentes para apoyar el aprendizaje de lenguajes de programación, ya que como observamos en las encuestas, seguirán surgiendo nuevas dudas y preguntas para enriquecer la skill. Puesto que ya no es necesario desarrollar la skill desde cero, basta generar una nueva versión con más información y mejorarla como trabajo futuro.

La conclusión principal, es que las skills de Alexa puedan ser un parteaguas como herramienta en entornos virtuales de aprendizaje donde funjan como tutores de apoyo al aprendizaje, resolviendo dudas de una manera interactiva, para pasar de la era de la información a la era de la sabiduría.

Referencias

1. Amazon: ¿Qué es Alexa?. <https://developer.amazon.com/es-ES/alexa> (2020)
2. Apple: Siri. <https://www.apple.com/mx/siri/> (2020)
3. Google: google assistant. <https://assistant.google.com/> (2020)
4. Amazon: Amazon Alexa skills store. <https://www.amazon.com.mx/b?node=17553254011> (2020)
5. Sánchez M., Bonett, C. M., Moreno, R. C., Venegas, M. A.: Ambientes virtuales de aprendizaje, como apoyo de la educación presencial. *Reencuentro*, (72)1, pp. 55–70 (2016)
6. Woods, P. J., Warren, J. R.: Rapid prototyping of an inteligente tutorial system. In *Proceedings of (ASCILITE)*, University of Melbourne, pp. 557–563 (1995)
7. Ueno, H.: A generalized knowledge-based approach to comprehend Pascal and C Programs. In *IEICE Transactions on Information Systems*, E81-D(12), IOS Press, pp. 11323–11329 (2000)
8. Abu, S.S.: Developing an intelligent tutoring system for students learning to program in C++, *information technology journal*, 7(7), pp. 1055–1060 (2008)
9. Dary, M., Rao, M., Gonzalez, J.: Annete: An intelligent tutoring companion embedded into the eclipse IDE, *First International Conference on Cognitive Machine Intelligence* (2019)
10. Anderson, J. R., Skwarecki, E.: The automated tutoring of introductory computer programming, *communications of the ACM*, 29(1), pp. 842–849 (1996)
11. Chee, Y. S., Xu, S. SIPLeS: Supporting intermediate Smalltalk programming through goal-based learning scenarios. In *Proceedings of AI-ED 97: 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education*, Kobe, IOS Press, pp. 95–102 (1997)

12. Alphert S. R., Singley, M. K., Carroll, J. M.: Multiple multimodal mentors, delivering computer-based instruction via specialized anthropomorphic advisors. In *Behavior and Information Technology*, 4(2), pp. 69–79, Taylor and Francis (1995)
13. Barrón, M., Zatarain, R., González, F., Oramas, R., Reyes, C. A.: An affective and cognitive tutoring system for learning programming, pp. 171–182 (2015)
14. López, M. B., Hernández, A. J., Ramírez, R. V., Hernández, G. A., Cabada, R. Z., Barrón, M.: EmoRemSys: Sistema de recomendación de recursos educativos basado en detección de emociones/EmoRemSys: An educational recommender system by using emotions detection. *Revista Ibérica De Sistemas e Tecnologías De Informação*, (17)80 (2016)
15. Yu, Y., Wang, X., Rauf, I.: Teaching the art of computer programming at a distance by generating dialogues using deep neural networks (2019)
16. Amazon: Alexa skill kit developer console. <https://developer.amazon.com/alexa/console/ask> (2020)
17. Amazon: Create intents, utterances, and slots, Alexa skill kit. <https://developer.amazon.com/es-ES/docs/alexa/custom-skills/create-intents-utterances-and-slots.html> (2020)
18. Amazon: AWS Almacenamiento de datos seguro en la nube (S3). <https://aws.amazon.com/es/s3/> (2020)
19. Amazon: Understand Alexa presentation language (APL). <https://developer.amazon.com/es-MX/docs/alexa/alexa-presentation-language/understand-apl.html> (2020)
20. Amazon: Test and submit your skill for certification. <https://developer.amazon.com/es-MX/docs/alexa/devconsole/test-and-submit-your-skill.html> (2020)
21. Encuesta para evaluar la Skill PT programación estructurada. <https://forms.gle/7XqzFqpyw44CGrYr9> (2020)