

Heratic Virtual Keyboard with phonetic symbols: una aplicación informática para la transcripción fonética adaptada

Ricard Herrero. Departamento de Filología Catalana, Institut Interuniversitari de Filologia Valenciana, Universitat de València. ricard.herrero@uv.es

José J. Paula. HeraTIC Consultores

Resumen

Habitualmente, los estudiantes de los grados universitarios de lenguas, lingüística y logopedia realizan las transcripciones fonéticas a mano por la accesibilidad limitada que presentan los símbolos fonéticos en sus sistemas informáticos. En algunos estudiantes con discapacidad motora, sin embargo, la escritura manual puede estar comprometida, por lo que se requiere adaptar la adquisición de dicha competencia a partir de sus potencialidades. En estas líneas se presenta una aplicación informática inicialmente creada para una estudiante del grado en Filología Catalana con parálisis cerebral y dificultades muy graves de habla y escritura manual, así como todos los pasos previos que se han seguido hasta la implementación del recurso informático. Esta aplicación, *Heratic Virtual Keyboard with phonetic symbols* (HVK; ©Universitat de València – Estudi General, 2024), es un teclado en pantalla que permite, además de escribir como se haría con cualquier teclado virtual, transcribir fonéticamente textos con clics de ratón, de manera que se facilita enormemente la tarea en un entorno digital. El HVK contiene no solo los elementos alfanuméricos de cualquier teclado físico, sino también los símbolos y los diacríticos fonéticos requeridos para cualquier estudiante de los grados relacionados con las lenguas y el lenguaje que necesite transcribir muestras de habla en catalán, español, euskera y gallego.

Palabras clave: parálisis cerebral, trastorno motor, transcripción fonética, teclado virtual.

Abstract

Undergraduate students in language, linguistics, and speech therapy programs typically perform phonetic transcriptions by handwriting due to limited accessibility of phonetic symbols in standard computing systems. However, for some students with motor disabilities, manual writing may be challenging, which requires the acquisition of such skill to be aligned with their capabilities. This paper presents a software application initially developed for a student in the Catalan Philology degree with cerebral palsy and severe speech and handwriting difficulties, alongside the preliminary steps undertaken prior to implementing this digital tool. This application, *Heratic Virtual Keyboard with phonetic symbols* (HVK; ©Universitat de València – Estudi General, 2024), is an on-screen keyboard that enables standard typing, as with any virtual keyboard, and facilitates phonetic transcription through mouse clicks, significantly streamlining the transcription process in a digital environment. The HVK includes not only the alphanumeric elements of a typical physical keyboard but also the phonetic symbols and diacritics required by language and linguistics students for transcribing speech samples in Catalan, Spanish, Basque, and Galician.

Keywords: cerebral palsy, motor impairment, phonetic transcription, virtual keyboard.

Declaración de la contribución por autoría:

Ricard Herrero. Conceptualización del artículo, Metodología, Recogida de datos, Redacción primer documento y Revisión de la primera redacción del documento.

José J. Paula. Conceptualización del artículo, Metodología, Recogida de datos, Redacción primer documento y Revisión de la primera redacción del documento.

Introducción

Una de las tareas más frecuentes en las clases de las asignaturas de fonética y fonología de los grados universitarios de logopedia, lenguas y lingüística es la transcripción fonética, es decir, la representación de las unidades discretas del habla mediante una serie de símbolos y diacríticos definidos convencionalmente. Una prueba de la relevancia de esta competencia, la de convertir una tira sonora a una tira gráfica, especialmente sus elementos segmentales, es que aparece de manera sistemática en las guías docentes de las asignaturas de la disciplina en los estudios lingüísticos. En el grado en Filología Catalana de la Universitat de València, por ejemplo, la transcripción y el uso de fuentes fonéticas aparece, directa o indirectamente, en tres de los siete resultados de aprendizaje previstos para la asignatura (véase Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de aprendizaje 2, 3 y 6 de la asignatura Fonética y fonología catalanas (UV)

Al final de esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de:

2. Reconocer las relaciones de correspondencia entre los sonidos y las grafías de la lengua catalana
 3. Transcribir con el Alfabeto Fonético Internacional textos en la variedad estándar de la lengua catalana
 6. Instalar y usar las fuentes fonéticas en un ordenador
-

Aunque hay muchos sistemas de transcripción, el instrumento más utilizado es el Alfabeto Fonético Internacional (AFI), un conjunto de signos diacríticos y símbolos — mayoritariamente tomados, con o sin modificaciones, del alfabeto latino, *i. e.* [r, ɹ], pero también del griego, *i. e.*, [ɛ, ɜ] o creados exprofeso por combinación de otros dos símbolos, *i. e.*, [ŋ] < n + ɣ — utilizado en todo el mundo que pretende superar la falta de biunivocidad de las grafías convencionales con respecto a su pronunciación. En catalán, por ejemplo, las palabras *cigró* ‘garbanzo’ y *cuina* ‘cocina’ se escriben con la misma grafía inicial, <c>, pero se pronuncian y transcriben de manera diferente: [s] y [k], respectivamente, para el sonido inicial de cada palabra. Por el contrario, los segmentos finales de las palabras *lleig* ‘feo’, *Elx* ‘Elche’ y *despatx* ‘despacho’ se pronuncian igual, [tʃ], pero se representan ortográficamente con grafías o dígrafos diferentes: <ig>, <x> y <tx>, respectivamente. Los instrumentos de transcripción superan esta ambigüedad del lenguaje escrito respecto de las formas orales y asignan sistemáticamente un único símbolo a un sonido, con independencia de la representación ortográfica que utilice la

lengua en cuestión. Más aún: estos alfabetos permiten dar cuenta de las diferencias articulatorias que la representación mental de un sonido —el fonema— puede presentar de acuerdo con el contexto, de manera que el sonido que se representa ortográficamente en tercer lugar en las palabras del español *rana*, *conmigo*, *confiar*, *canción*, *hundir*, *poncho*, *canguro* y *conjuro*, cognitivamente /n/, se transcribe como [n, m, m̥, ŋ, ɲ, ɲ̃, ɲ̃̃, ɲ̃̃̃, ɲ̃̃̃̃, ɲ̃̃̃̃̃], respectivamente, para dar cuenta de las diferencias de articulación del fonema /n/, es decir, sus alófonos, por efecto de las consonantes del entorno —tomamos de Fernández Planas (2005) la representación alofónica de /n/ en español—.

La ausencia de símbolos y diacríticos del AFI en los teclados de los ordenadores y tabletas convencionales, así como la dificultad para incorporarlos rápidamente desde las funciones de los editores de texto más utilizados —por ejemplo, Microsoft Word—, conduce a los estudiantes a realizar esta tarea a mano, lo que contrasta con el funcionamiento más habitual de los discentes universitarios, que acuden a clase con sus sistemas informáticos para las tareas habituales de trabajo de aula. Este hecho de manera aislada no resulta relevante para el funcionamiento normal de las clases de fonética y fonología, pero supone una dificultad destacable para aquellos estudiantes que, por diferentes causas funcionales, no pueden escribir a mano.

Objetivo

En este trabajo se describen las características de una aplicación informática que facilita la transcripción fonética y que ha sido creada expreso para una estudiante con dificultades complejas de la comunicación y la escritura manual de la asignatura Fonética y fonología catalanas del grado en Filología Catalana de la Universitat de València. Esta intervención se sitúa, pues, en el ámbito de la detección y la eliminación de las barreras de acceso y participación a través del análisis de las habilidades naturales de comunicación, las adaptaciones del contexto y las habilidades para el uso de los dispositivos y aplicaciones de comunicación alternativa (Beukelman y Mirenda, 2012).

Sin embargo, aunque la producción de dicha aplicación parte de la necesidad de buscar una solución innovadora que permitiera mejorar la práctica educativa en este caso concreto, el diseño final de esta se ha pensado para que el producto sea exportable a otras situaciones similares que se den en las aulas universitarias españolas, particularmente para las materias de fonética y fonología de los grados de las lenguas cooficiales del Estado español.

Método

Participante

La aplicación que se describe en este trabajo se ha diseñado inicialmente para IMO, una estudiante de 21 años del grado en Filología Catalana de la Universitat de València que presenta dificultades complejas de la comunicación ocasionadas por un daño perinatal en el sistema nervioso central que compromete el control del movimiento y la postura. Concretamente, IMO presenta una parálisis cerebral espástica distónica de afectación tetrapléjica que le impide el habla y la escritura manual entre otras funciones regidas por la motoneurona superior.

De acuerdo con las declaraciones de la propia participante y de su familia, desde las primeras evaluaciones neurológicas, logopédicas y psicológicas se observó que una intervención centrada en el desarrollo del habla no tendría resultados destacables, por lo que su sistema de comunicación se ha basado desde las primeras intervenciones psicoeducativas en el lenguaje escrito, primero mediante silabarios físicos y después, con el desarrollo tecnológico, usando una tableta con predictor léxico para las interacciones síncronas y un ordenador portátil con un ratón de bola o *trackball* para las tareas académicas y las interacciones asíncronas. Su escolarización siempre ha sido en un centro ordinario con especial atención a la inclusión y, al menos en el último tramo de la educación primaria y en toda la educación secundaria —obligatoria y no obligatoria—, nunca ha requerido una adaptación curricular individualizada significativa, tan solo medidas de acceso al currículo.

Procedimiento

Para la creación de la herramienta informática adaptada a la participante se siguió un proceso previo de análisis de los recursos disponibles alternativos a la escritura manual que permitieran a IMO la transcripción fonética en la asignatura de Fonética y fonología catalanas. Partiendo de las opciones más inmediatas y sencillas —que se detallan a lo largo de las líneas siguientes—, se han ido detectando las limitaciones que cada una de estas ofrecía, lo que ha permitido llegar a una solución final que superaba dichos obstáculos y que ha posibilitado el desarrollo de las competencias definidas en la guía docente de la asignatura, aprovechando los recursos técnicos y las habilidades personales que los estudiantes con discapacidad motora grave suelen utilizar en su comunicación cotidiana y académica.

El primer paso en el proceso previo de análisis fue valorar la posibilidad de utilizar, en lugar del Alfabeto Fonético Internacional, el sistema SAMPA (*Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet*), un instrumento de transcripción conformado por caracteres ASCII de 7 bits y generado en el marco del proyecto SAM, *Speech Assessment Methods* (incluido, a su vez, en el programa ESPRIT, *European Strategic Programme on Research in Information Technology*). Este sistema de transcripción —creado, precisamente, por la dificultad para plasmar símbolos fonéticos en archivos informáticos— se ha ido ampliando a muchas lenguas tras las propuestas iniciales para el danés, el holandés, el inglés, el francés, el alemán y el italiano. Básicamente, convierte los caracteres anómalos para los sistemas informáticos del momento —i. e., [ʃ, ʒ]—, en símbolos disponibles en cualquier teclado convencional (Wells, 2005), de manera que los sonidos africados de la palabra española *mucho*, [tʃ], y la palabra catalana *natja* ‘nalga’, [dʒ], por ejemplo, se representan en SAMPA como [tS] y [dZ], respectivamente, con caracteres, pues, reproducibles en cualquier teclado físico (Llisterri, 1995; Llisterri y Mariño, 1993). Sin embargo, esta opción fue rápidamente descartada porque se entendía que la finalidad de una intervención educativa de este tipo no solo debía centrarse en la posibilidad física de llevar a cabo transcripciones fonéticas, sino que tenía que buscar la interacción con el grupo clase en las tareas solicitadas, por lo que el sistema debía ser el mismo que se utilizara de manera general en el aula, en la bibliografía de referencia y en el resto de materias del plan de estudios que, aunque quizás de manera parcial, usan los símbolos fonéticos.

El segundo paso fue evaluar la introducción de símbolos desde el menú de utilidades del editor de texto (‘Insertar’ > ‘Símbolo’ > ‘Más símbolos’), en este caso Microsoft Word 2021, que incorpora los símbolos y diacríticos fonéticos sin necesidad de usar una fuente específica. Conviene anotar que la disponibilidad de los símbolos fonéticos en este editor de texto ha ido mejorando en las sucesivas versiones del paquete Microsoft Office, sin necesidad de instalar las fuentes específicas tradicionalmente usadas en el ámbito fonético como Doulos SIL y Charis SIL —véase Wells (2003) para un seguimiento del procesamiento de las fuentes fonéticas en diferentes sistemas operativos—. Esta opción fue descartada porque para introducir un único símbolo la participante necesitaba realizar hasta 6 clics de ratón, una exigencia que se aviene poco con el espíritu de combatir su demora de respuesta motora.

Asimismo, la introducción de los símbolos fonéticos mediante códigos Alt (*Alternate key*), por ejemplo, también se desestimó porque la participante no puede hacer uso simultáneo de ambas manos y porque tampoco se conseguía con la opción de accesibilidad de Windows Sticky Keys, que permite convertir una pulsación simultánea de dos teclas en una secuencia ordenada de pulsaciones. Además, esta opción, al menos en Windows 10 Pro, sólo reconoce la primera pulsación después de la tecla modificadora, en este caso Alt, de manera que la introducción de, por ejemplo, [β] con el código Alt + 946 generaría el símbolo <ο>, resultante de Alt + 9. En cualquier caso, este sistema de introducción de símbolos fonéticos enlentecería aún más la tarea, por lo que tampoco resultaba útil para estudiantes con dificultades motoras.

La tercera opción que se valoró fue la adaptación de un teclado periférico configurable que incluyera los símbolos necesarios para la transcripción con una única pulsación: un teclado macro (véase Figura 1). El teclado que se adquirió —de 24 teclas, unas dimensiones de 8,5 cm x 12 cm y que se conecta vía USB al ordenador de la estudiante— también fue desestimado como solución viable por dos razones fundamentales: en primer lugar, porque no permitía incorporar elementos diacríticos si no iban fijados a una grafía, de manera que el número de teclas disponibles se reducía considerablemente. Por ejemplo, no se podía definir una tecla para que incorporara el diacrítico de retraído (◌̣; vs. avanzado, ◌̤) en combinación con una pulsación previa, <t, d, s, z, n, l>, sino que había que emplear 6 teclas diferentes para transcribir los alófonos [ṭ, ḍ, ṣ, ẓ, ṇ, ḷ]. En segundo lugar, y de mayor importancia, porque la separación entre teclas no era suficientemente grande para garantizar que la participante, en una sola pulsación, activara una única tecla.



Figura 1. Adaptación de un teclado macro para la transcripción fonética (catalán)

La cuarta solución examinada fue la de utilizar aplicaciones en línea en forma de web que incluyen herramientas de transcripción —como *Type It* (Szynalski, 2011) o *The International Phonetic Alphabet* (Ruter, 2009)—, y que permiten seleccionar los símbolos y los diacríticos con clics de ratón a partir de un menú. Aunque este tipo de herramientas ofrecen una solución bastante satisfactoria, todavía muestran obstáculos que invitaban a buscar una alternativa que ofreciera mejores resultados. En primer lugar, muchas de estas webs solo presentan los símbolos que no aparecen en el teclado convencional; se ofrece, por ejemplo, el símbolo de la consonante rótica percusiva [ɾ], pero no el de la rótica vibrante [r], lo que obliga a combinar la selección manual en el teclado físico habitual y la selección mediante clics de ratón en la interfaz web (véase Figura 2). En segundo lugar, y aparte de este requerimiento, la realización de las tareas prácticas que hace cualquier estudiante exige minimizar el documento con el que se está trabajando para realizar la transcripción en la aplicación en línea; a continuación, seleccionar la frase transcrita en la interfaz, copiarla y pegarla en el documento de trabajo, lo que añade acciones que no ayudan en un caso de dificultad motora y que contribuyen, pues, a la ralentización de respuesta. Y, por último, a pesar de la extensión actual de la conectividad a la red, estas aplicaciones son, en definitiva, webs que exigen trabajar siempre en un entorno con conexión a internet.

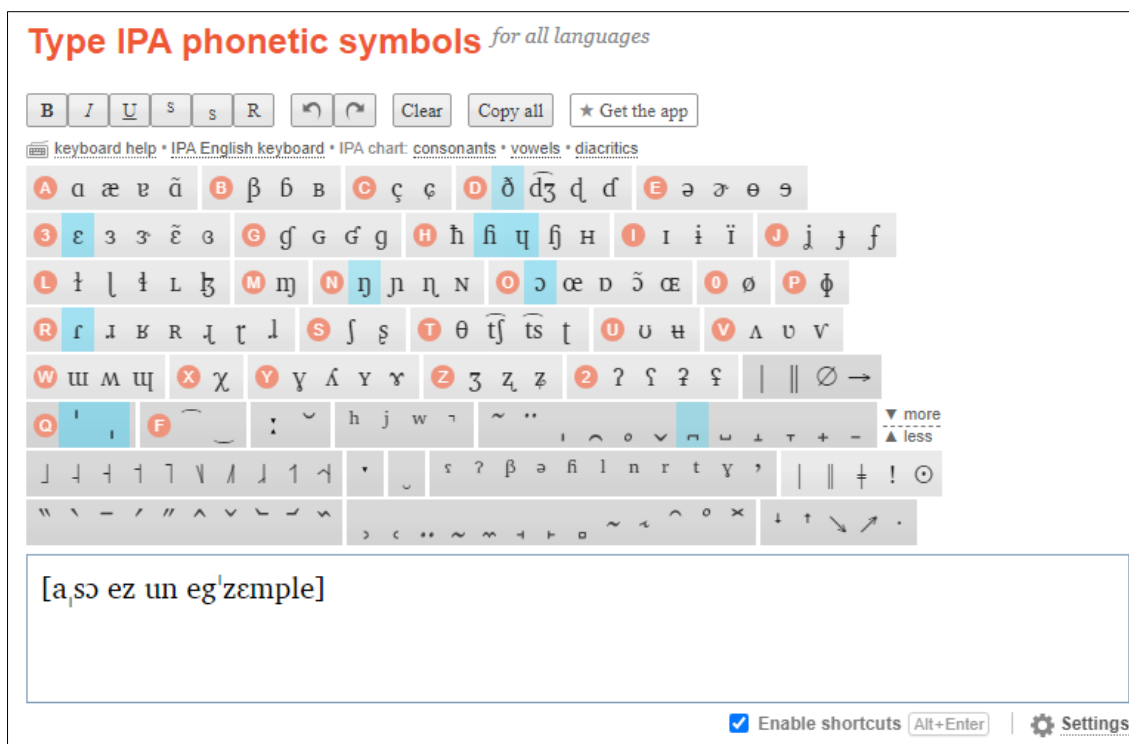


Figura 2. Aplicación en línea para la transcripción fonética: *Type It* (Szynalski, 2011; <https://ipa.typeit.org/>)

La quinta solución que se evaluó fue la de usar teclados virtuales —comerciales o de distribución libre— que permitieran la personalización de las teclas disponibles en pantalla. Un teclado virtual o teclado en pantalla es un componente de *software* que permite al usuario ingresar caracteres en dispositivos informáticos o de comunicación mediante una pantalla táctil o, de manera más generalizada, a partir de clics de ratón. Este tipo de aplicaciones han sido tradicionalmente utilizadas por personas plurilingües que necesitan cambiar constantemente de alfabeto (y, por tanto, de teclado) o por usuarios que, eventualmente, no disponen de un teclado físico, pero también por personas con diversidad funcional que, por razones diferentes, tienen dificultades para utilizar un teclado convencional.

El teclado virtual que ofrece el propio Microsoft Windows, sin embargo, no permite alterar la función de las teclas más allá de las diferentes plantillas predefinidas por el paquete informático para distintas lenguas y alfabetos, por lo que no resulta útil para las necesidades de la estudiante participante. Esta misma situación se da con otros teclados virtuales examinados, como, por ejemplo, *Multi-language Virtual Keyboard* (Simonyan, 2022). Los teclados virtuales que sí permiten una mayor configuración o un diseño libre plantean otra dificultad; los productos como *Hot Virtual Keyboard* (Comfort Software,

2022) y *Key Tweak* (Krumsick, 2022) —el primero comercial y el segundo de distribución libre— funcionan como un espejo del teclado convencional, es decir, reconfiguran el teclado físico, de manera que si se altera, por ejemplo, la función de la tecla F2 del componente virtual, también se modifica la función de dicha tecla en el teclado físico, al menos mientras la aplicación se encuentra activa, lo que supone añadir un posible problema a un instrumento fundamental en la comunicación diaria de los usuarios potenciales de la herramienta.

Por último, los teclados virtuales creados específicamente para personas con discapacidad, así como los diseñados específicamente para ingresar símbolos fonéticos en cualquier documento, presentan las mismas dificultades que se exponen en las líneas precedentes. Los primeros, los creados específicamente para personas con dificultades motoras, aunque presentan ventajas muy valiosas —como la salida de voz, la predicción léxica o la posibilidad de almacenar mensajes previamente creados— también resultan limitados a la hora de dar un valor especial o no previsto a una de las teclas; es el caso, por ejemplo, de los teclados *On-Screen Keyboard* (Click2Speak, 2024), *Virtual KeyBoard* (Universitat de Lleida, 2012) y *Click-N-Type* (Lake Software, 2016). Los teclados específicamente fonéticos, avalados y distribuidos por el Summer Institute of Linguistics (SIL), como *IPA (SIL) keyboard* (Hosken y Evans, 2024), no funcionan exactamente como un teclado virtual, sino que son aplicaciones que configuran el teclado convencional para introducir símbolos fonéticos a partir de unas secuencias prediseñadas, de manera que, por ejemplo, para ingresar el símbolo de la vocal media central no redondeada [ə] es necesario clicar las teclas <e> y <=> sucesivamente, lo que plantea dos problemas fundamentales: el aumento del número de pulsaciones y la necesidad de memorizar de todas las secuencias.

Finalmente, observados y analizados los obstáculos que ofrecían las opciones anteriores, se decidió crear una aplicación informática, concretamente un teclado virtual preparado para la transcripción fonética, que superara las dificultades de ralentización o el aumento del tiempo de respuesta, la falta de los símbolos y los diacríticos necesarios, la necesidad de combinación de modo de entrada (manual y con clics de ratón) y la exigencia de acceso a recursos externos al documento con el que trabaja la estudiante.

Resultados

Como resultado del proceso de búsqueda para facilitar el proceso de transcripción fonética para IMO —y para cualquier persona con dificultades para la escritura manual— se ha creado un teclado en pantalla con ciertas características específicas que permiten superar una barrera de acceso a las competencias procedimentales de las asignaturas del ámbito fonético y fonológico: *Heratic Virtual Keyboard with phonetic symbols* (HVK).

HVK es un teclado virtual que incorpora a las grafías habituales del alfabeto latino y al resto de marcas de escritura y funciones típicas de los teclados convencionales (borrar, espacio, paréntesis...) los símbolos necesarios para realizar transcripciones fonéticas en catalán, español, euskera y gallego, y que, por tanto, puede ser utilizado por personas con dificultades motoras y de escritura manual que necesiten transcribir fonéticamente muestras de lenguaje, habitualmente estudiantes de los grados universitarios relacionados con las lenguas, el lenguaje y la lingüística.

Este teclado virtual —que se distribuye gratuitamente desde Roderic, el repositorio institucional de la Universitat de València (véase § Descarga de la aplicación) y que, de momento, se ofrece para un entorno Windows— permite escribir y transcribir con clics, es decir, permite hacer las dos funciones sin tener que combinar la pulsación manual de las teclas del teclado y la selección por clics. También prevé soluciones fáciles a los elementos que en los teclados convencionales fuerzan el uso de las dos manos o de dos dedos de manera simultánea, tanto si son de uso habitual en la fonética —como los paréntesis cuadrados, [...], que exigen activar simultáneamente *AltGr* (*Alternate Graphic*) y la tecla correspondiente— como si no lo son, como el símbolo de arroba, @, que también requiere pulsar a la vez *AltGr* y la tecla 2 en cualquier teclado físico. En el HVK estos elementos o bien se seleccionan de manera directa o bien después de clicar sobre la tecla de cambio (*Shift*), sin un tiempo máximo de selección para la siguiente tecla. Además, como la interfaz de la aplicación siempre se sitúa en un primer plano y no ocupa un espacio significativo de la pantalla, el usuario no necesita minimizar ni alterar el documento (o la aplicación, web...) que atrae el foco en ese momento, como sí que exigen las soluciones web de transcripción fonética. Asimismo, siguiendo el principio de reducción de clics, el cierre de la aplicación solo necesita un clic de ratón desde la pantalla principal y única del HVK, un aspecto que también se opone a la mayoría de los teclados virtuales disponibles, que se desactivan con un clic en la aplicación seguido de un segundo clic en el área de notificaciones de Windows. La Figura 3 muestra el flujo del

funcionamiento general de la aplicación: el usuario selecciona un símbolo en el teclado virtual y, a continuación, la aplicación procesa el símbolo solicitado a partir de su codificación en el estándar Unicode. Finalmente recupera el carácter del almacén de datos integrado, lo transmite para su procesamiento textual y lo muestra al usuario.

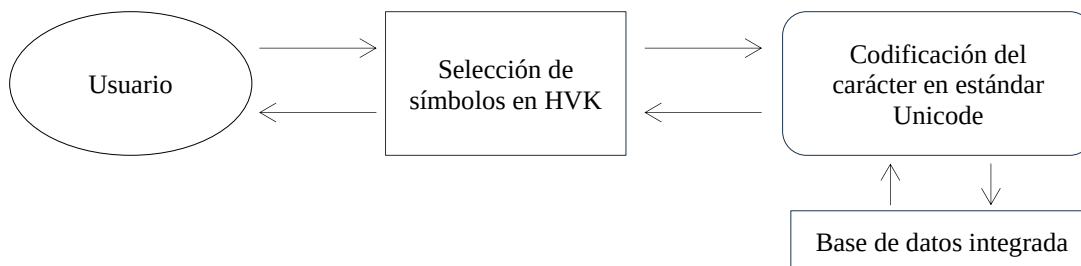


Figura 3. Diagrama de flujo del Heratic Virtual Keyboard with phonetic symbols

En lo que se refiere a los aspectos técnicos de la aplicación, HVK ha sido desarrollada a partir de la versión Community de Microsoft Visual Studio 2019, un programa que permite generar aplicaciones de manera sencilla al combinar capacidades como editar, probar, depurar, compilar y empaquetar código para, finalmente, publicar una aplicación, en este caso, una aplicación de escritorio. Este entorno de desarrollo integrado de Microsoft se presenta en diferentes versiones. La versión Community ofrece capacidades similares a la versión profesional del programa, pero de manera gratuita, de acuerdo con sus condiciones de uso o términos de licencia; en concreto, se permite el derecho de instalación y uso del software de Microsoft a personas individuales, pequeñas empresas y organizaciones que generen aplicaciones para fines educativos y de código abierto, entre otros supuestos.

Aunque las versiones posteriores de dicho software (*i. e.*, Microsoft Visual Studio 2022) permiten la creación de aplicaciones para Mac, así como para Android y otros entornos, se decidió implementar HVK, al menos inicialmente, para un entorno de Microsoft Windows porque era el sistema usado por la estudiante participante y porque, de acuerdo con los datos de Statcounter Global Stats (2024), este sistema operativo todavía lidera los datos de uso tanto a nivel internacional como en España. En marzo de 2023, por ejemplo, fecha en la que se compiló la versión beta de la aplicación, la cuota de mercado de Windows en España ascendía al 75,36 % de los ordenadores, mientras que OS X, Linux y Chrome OS presentan cuotas del 13 %, 2,6 % y 2,42 %, respectivamente; el 6,63 % restante corresponde a sistemas desconocidos. Aunque no se puede desestimar el uso creciente de sistemas operativos alternativos a Microsoft, tanto la disponibilidad del

usuario potencial como los datos de cuota de mercado exigen empezar por aplicaciones diseñadas para dicho entorno, sin menoscabo de desarrollos posteriores que ya se encuentran en proceso.

El lenguaje empleado para la implementación de la aplicación ha sido C#, también denominado *C Sharp*, un lenguaje multiparadigma desarrollado por Microsoft que optimiza las potencialidades de sus predecesores: C y C++. C# se caracteriza principalmente por ser un lenguaje informático multiplataforma orientado a objetos —es decir, que encapsula el estado y las operaciones dentro de los objetos—, de sintaxis sencilla y relativamente intuitiva, y que posibilita el acceso al núcleo de los sistemas operativos a bajo nivel, el trabajo con punteros a memoria y la interacción con elementos físicos de los dispositivos, como el ratón. Otro de los puntos fuertes de este lenguaje es la gran oferta de bibliotecas disponibles —presentes tanto en los propios compiladores de C# como en repositorios externos— que permiten generar aplicaciones aprovechando recursos desarrollados previamente por otros programadores. En el desarrollo de HVK, en concreto, se ha usado parcialmente un paquete NuGet, con licencia libre del Massachusetts Institute of Technology (MIT), llamado *InputSimulator* (Noonan, 2019), además de librerías propias de Microsoft Visual Studio 2019.

Como se puede observar en las Figuras 4 y 5, el teclado virtual muestra en el lado izquierdo el teclado ortográfico y en el derecho, los símbolos fonéticos seleccionados. La parte ortográfica se ofrece con la distribución QWERTY, de acuerdo con el modelo habitual en España, e incluye las grafías <ñ> y <ç>, además de los números, los signos de puntuación, la doble acentuación catalana y el resto de los signos ortotipográficos que suelen aparecer en los teclados convencionales (incluyendo el punto medio o volado para la <l·l> del catalán). Se ha intentado mantener los diferentes signos ortotipográficos en el mismo lugar en que aparecen en el teclado convencional (por ejemplo, <&> con la tecla del número 6, las comillas inglesas, <“...”> con la tecla del número 2, etc.), pero tanto el espacio limitado del teclado virtual como la ausencia de tercera opción en las teclas (que se suele seleccionar con la pulsación de AltGr en un teclado convencional) exige bien eliminar algunos de esos signos —por ejemplo <◌^o, ◌^a>—, bien situarlos en otra posición del teclado virtual.

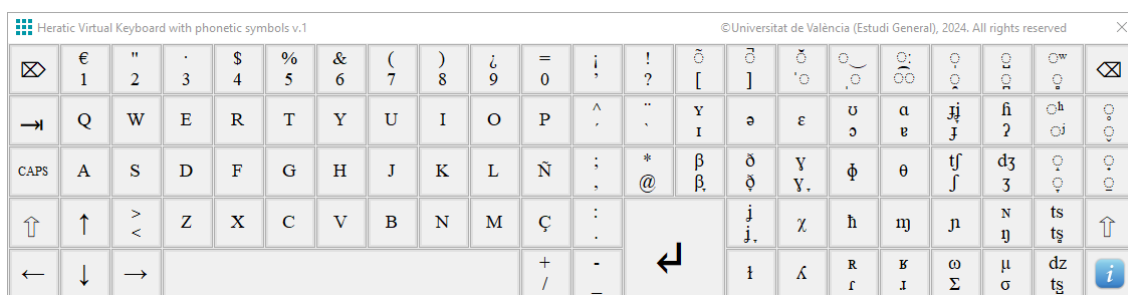


Figura 4. *Interfaz del Heratic Virtual Keyboard with phonetic symbols*

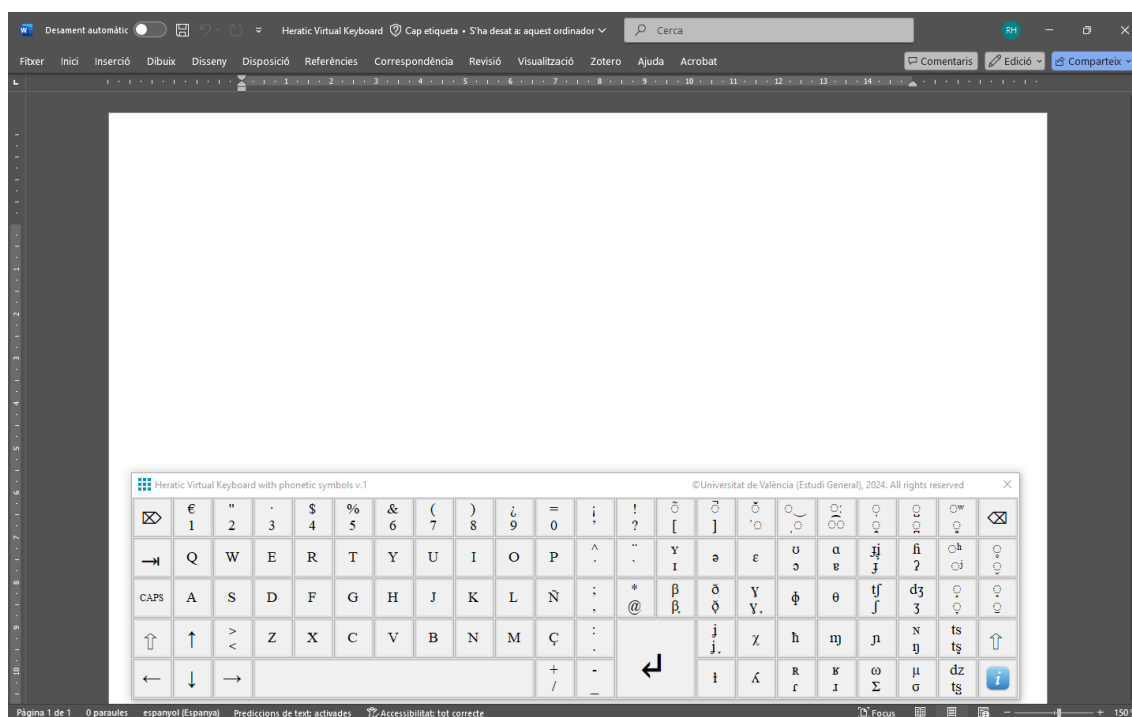


Figura 5. *Heratic Virtual Keyboard with phonetic symbols sobre un documento Office Word*

Las restricciones del espacio disponible marcadas por las resoluciones de pantalla habituales en los ordenadores portátiles exigen seleccionar unos elementos fonéticos determinados en el lado derecho del teclado virtual, dedicado a los símbolos y diacríticos del AFI. Para un primer cribado de los elementos fonéticos necesarios para llevar a cabo transcripciones fonéticas anchas y estrechas, se ha partido de las indicaciones de Fernández Planas (2005); a continuación, se ha compartido la selección con docentes universitarios del ámbito fonético y fonológico de los departamentos de Filología Catalana y Filología Española de la Universitat de València, Lingüística y Estudios Vascos de la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea y Filología Gallega de la Universidade de Santiago de Compostela, que han ayudado a definir con mayor precisión la disponibilidad de símbolos para el catalán, el español, el euskera y el

Valoración docente de la herramienta a través de la evaluación de la asignatura

Dado que la herramienta se ha creado expresamente para las tareas de aula de la estudiante participante en la asignatura mencionada y que no existen recursos alternativos viables y disponibles, no es posible ofrecer medidas comparativas objetivas de mejora del proceso como el tiempo de ejecución, el número de pulsaciones, etc. Sin embargo, a modo de dato orientativo, sí que es posible valorar el uso de la herramienta a través de la evaluación de la asignatura, que se realiza a partir de cuatro grandes instrumentos: cuestionarios de evaluación en Moodle implementados a lo largo del curso, trabajo práctico de muestras de habla mediante *Praat* (que IMO realizó con una adaptación de acceso), examen teórico final y prueba específica de transcripción fonética.

La prueba de transcripción incluye la categorización fonética de 20 segmentos señalados en 20 palabras que plantean una dificultad específica por su correspondencia con las grafías (*i. e.*, *exèrcit* ‘ejército’, [gz]; *cf. sexe* ‘sexo’, [ks]) más la transcripción fonética de un texto de, aproximadamente, 40 palabras. De acuerdo con los protocolos indicados por UVdiscapacitat —el servicio de atención a estudiantes con discapacidad de la Universitat de València—, IMO dispone del doble de tiempo que sus iguales para la realización de todas las tareas de evaluación; para esta prueba en concreto, los estudiantes disponían de 30 minutos, por lo que el tiempo máximo permitido para la participante es de 60 minutos. De acuerdo con los metadatos del fichero docx sobre el que IMO realizó dicha prueba práctica, el tiempo de total de edición del archivo fue de 32 minutos, es decir, prácticamente el mismo que el tiempo máximo permitido para el resto de los estudiantes de la materia. Los docentes de la asignatura entendieron que ese dato, junto con un resultado de evaluación altamente satisfactorio, no solo indica la adquisición de las competencias y los resultados de aprendizaje descritos en la guía docente de la asignatura, sino también la idoneidad de HVK, una herramienta creada teniendo en cuenta las características funcionales de la participante.

Valoración del impacto de la herramienta

Con la finalidad comprobar la valoración del teclado virtual, se ha solicitado a la participante que cumplimente la *Escala del impacto psicosocial de ayudas técnicas, PIADS* (Day y Jutay, 1996; Quinteiro Moreno, 2010), un cuestionario que evalúa el impacto de un producto de apoyo en la calidad de vida de los usuarios a partir de 26 ítems que abordan tres grandes dimensiones: la competencia (*i. e.*, «sentirse útil»), la

adaptabilidad (i. e., «capacidad para participar») y la autoestima (i. e., «sensación de control»), con valoraciones escalares comprendidas entre -3 (*ha disminuido*) y +3 (*ha aumentado*). Las respuestas de IMO valoran la competencia con 2,42/3, la adaptabilidad con 2,83/3 y la autoestima con 2,13/3, unos valores que hacen patente el alto grado de satisfacción de la estudiante con la aplicación *Heratic Virtual Keyboard with phonetic symbols*.

Discusión y conclusiones

De acuerdo con los datos de la Fundación Universia (Viñas Sánchez, Gago Castro y Sánchez Pérez, 2023), en el curso 2021-2022 el número de discentes con cualquier tipo de discapacidad que participa en la educación universitaria en España asciende a 22.000 estudiantes, lo que supone, aproximadamente, el 2 % del alumnado. Los datos crecientes de participación universitaria por parte de estudiantes con discapacidad exigen que las universidades desarrollen planes de supresión de barreras de cualquier tipo y mejoren la accesibilidad física y el acceso al currículo para toda la comunidad universitaria. Aunque 55 de los 57 centros universitarios analizados por la Fundación Universia cuenten con servicios específicos de atención a estudiantes con discapacidad, la participación de estudiantes con necesidades específicas debe abordarse también en el marco restringido del aula con prácticas educativas o de innovación docente que favorezcan procesos de enseñanza y aprendizaje diversos y, por lo tanto, más inclusivos.

A pesar de los esfuerzos que las universidades, a través de los servicios de atención a la discapacidad, llevan a cabo para la participación activa de los estudiantes con discapacidad, los docentes deben implicarse en el desarrollo de las competencias y las posibilidades de dichos estudiantes en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en consonancia con los objetivos 4 y 10 de desarrollo sostenible (Educación de calidad y Reducción de la desigualdad, respectivamente) de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas. Es evidente que los servicios específicos de las universidades no pueden llegar a los espacios concretos de participación en el aula sin un compromiso del equipo docente de evaluación y reflexión sobre la propia práctica educativa, apostando por una mejora permanente de los procesos de enseñanza también en el ámbito de las barreras de acceso a las que se enfrentan diariamente los estudiantes con discapacidad.

Es en este marco de acciones inclusivas y diversificadoras que se dan en los límites del aula donde hay que situar soluciones como la que se presenta en este trabajo. En estas

líneas se aborda la necesidad de buscar una alternativa muy concreta y específica para una estudiante que, habida cuenta de sus dificultades motoras y, particularmente, para la escritura manual, requiere una vía alternativa que le permita adquirir las competencias de transcripción fonética definidas en la guía docente de la asignatura Fonética y fonología catalanas del grado en Filología Catalana de la Universitat de València.

Concretamente, en esta intervención, tras un proceso previo de valoración y desestimación de los recursos ya existentes, se ha diseñado y creado un teclado virtual con los símbolos fonéticos tradicionalmente usados en catalán, español, euskera y gallego que permite superar las adversidades detectadas en dicho análisis previo. Esta aplicación reduce considerablemente el número de clics necesario para ingresar los símbolos y diacríticos necesarios en cualquier transcripción fonética, permite un uso inmediato a cualquier estudiante con necesidades similares y, por tanto, contribuye a combatir la ralentización de respuesta que caracteriza a las personas que presentan este tipo de trastornos motores.

Además, más allá de la posibilidad física de llevar a cabo la actividad prevista en la materia, la aplicación capacita a la estudiante para la participación en las clases de la asignatura y le permite superar, por tanto, el rol de espectadora. La creación de un documento compartido en la nube en el que la participante lleva a cabo las transcripciones solicitadas por el docente le ha posibilitado mostrar sus prácticas en la pantalla del aula al conjunto de estudiantes y recibir una retroalimentación de la tarea ante el grupo-clase, como se hace habitualmente en las dinámicas de aula. En este sentido, se entiende que *Heratic Virtual Keyboard with phonetic symbols* ha contribuido satisfactoriamente a eliminar una barrera de oportunidad, concretamente una barrera práctica en términos de Beukelman y Mirenda (2012), no solo en la parte física de la actividad, sino también en los aspectos de interacción que se dan en cualquier proceso de aprendizaje y enseñanza.

Descarga de la aplicación

La aplicación, registrada por la Universitat de València – Estudi General (Registro de la propiedad intelectual UV-SW-202462R) y con todos los derechos reservados, se puede descargar de manera gratuita desde Roderic, el repositorio institucional de la Universitat de València, y es accesible tanto desde cualquier buscador como a través del siguiente enlace: <https://hdl.handle.net/10550/102261>

Compromiso de los autores

Los autores se comprometen a realizar las modificaciones o las adaptaciones oportunas (selección de símbolos y diacríticos, disposición en la pantalla, tamaño y color de las fuentes, etc.) para cualquier estudiante con discapacidad motora que necesite realizar transcripciones fonéticas, siempre, de momento, en un entorno Windows.

Agradecimientos

Agradecemos la disponibilidad, los comentarios y las sugerencias para la selección de símbolos fonéticos en el teclado virtual de Jesús Jiménez y Adrián Cabedo (UV), Oroitz Jauregi (UPV/EHU) y Elisa Fernández Rei (USC).

Financiación

La contribución del primer autor se inscribe en el marco de los proyectos de investigación PID2020-113971GB-C21 y PID2023-150846NB-C31 (<http://www.ub.edu/GEVAD>), financiados por la Agencia Estatal de Investigación del Gobierno de España, y del grupo GIUV2013-137 de la Universitat de València.

Referencias

- Beukelman, D. R., y Mirenda, P. (2012). *Augmentative and alternative communication: supporting children and adults with complex communication needs*. Paul H. Brookes Publishing Co.
- Click2Speak (2024). *On-Screen Keyboard* [Aplicación informática; versión 1.10.68.0]. Click2Speak LTD. Disponible en <https://www.click2speak.net/download-sw/>
- Comfort Software (2022). *Hot Virtual Keyboard* [Aplicación informática; versión 9.5]. Comfort Software Group. Disponible en <https://hotvirtualkeyboard.com/>
- Day, H., y Jutai, J. (1996). Measuring the Psychosocial Impact of Assistive Devices: The PIADS. *Canadian Journal of Rehabilitation*, 9, 159-168.
- Fernández Planas, A. M. (2005). *Así se habla. Nociones fundamentales de fonética general y española*. Horsori.
- Hosken, M., y Evans, L. (2024). *IPA (SIL) keyboard* [Aplicación informática; versión 1.8.7]. Keyman. Disponible en https://keyman.com/keyboards/sil_ipa
- Krumsick, T. (2022). *Key Tweak* [Aplicación informática. Versión 2.3.1]. Sin enlace oficial de descarga.
- Lake Software (2016). *Click-N-Type* [Aplicación informática; versión 3.03.415]. LakeFolks. Disponible en <https://www.lakefolks.org/>
- Llisterri, J. (1995). *A proposal for Catalan SAMPA*. Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Filologia Espanyola, Grup de Fonètica. Disponible en https://joaquimllisterri.cat/language_resources/SAMPA_Catalan.html
- Llisterri, J., y Mariño, J. B. (1993). *Spanish adaptation of SAMPA and automatic phonetic transcription*. SAM-A/UPC/001/v1. ESPRIT project 6819 (SAM-A Speech Technology Assessment in Multilingual Applications). Disponible en https://joaquimllisterri.cat/publicacions/SAMPA_Spanish_93.pdf
- Noonan, M. (2019). *InputSimulator* [Código de programación C#]. Disponible en: <https://github.com/michaelnoonan/inputsimulator>
- Quinteiro Moreno, M. V. (2010). *Impacto de las ayudas técnicas de acceso al ordenador en el aprendizaje de materias informáticas mediante cursos de enseñanza asistida por ordenador (EAO) de alumnos con discapacidad en los miembros superiores* [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Ruter, W. (2009). *The International Phonetic Alphabet* [Aplicación en línea]. Disponible en <https://westonruter.github.io/ipa-chart/keyboard/> [Fecha de consulta: marzo de 2024].
- Simonyan, M. (2022). *Multi-language Virtual Keyboard* [Aplicación informática]. Simonyansoft. Disponible en <https://simonyansoft.web.app/index.html>

- Statcounter Global Stats (2024). *Desktop Operating System Market Share Spain - Mar 2023*. [Recurso web]. Disponible en <https://gs.statcounter.com/> [Fecha de consulta: 23 de diciembre de 2024].
- Szynalski, T. P. (2011): *Type it* [Aplicación en línea]. Disponible en <https://www.typeit.org/> [Fecha de consulta: marzo de 2024].
- Universitat de Lleida (2012): *VirtualKeyboard* [Aplicación informática; versión 3.4]. Universitat de Lleida – Cátedras Indra de Tecnología Accesible. Disponible en <https://www.tecnologiasaccesibles.com/content/virtualkeyboard>
- Viñas Sánchez, S., Gago Castro, M., y Sánchez Pérez, C. (coords.) (2023). *VI Estudio sobre la inclusión de personas con discapacidad en el sistema universitario español*. Fundación Universia. Disponible en <https://www.fundacionuniversia.net/content/dam/fundacionuniversia/pdf/VI%20Estudio%20Universidad%20y%20Discapacidad%20ACCESIBLE.pdf>
- Wells, J. C. (2003). Phonetic symbols in word processing and on the web. En M. J. Solé, D. Recasens, y J. Romero (Eds.), *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences, ICPHS* (pp. 3105 – 3108). Universitat Autònoma de Barcelona.
- Wells, J. C. (2005). *SAMPA: computer readable phonetic alphabet*. Division of Psychology and Language Sciences, University College London. Disponible en <http://www.phon.ucl.ac.uk/home/sampa/index.html>