

REVISTA TIA

- Revista TIA - Tecnología, Investigación y Academia -
Publicación Facultad de Ingeniería y Red de Investigaciones de Tecnología Avanzada - RITA

Incidencia del Covid-19 en el desarrollo de realidad aumentada como herramienta de fortalecimiento del proceso de enseñanza aprendizaje de la comunidad sorda

Autor (es): William Andrés Nieto León, Carolina Sarmiento González.

Citar:

Incidencia del covid-19 en el desarrollo de realidad aumentada como herramienta de fortalecimiento del proceso de enseñanza aprendizaje de la comunidad sorda¹

Incidence of covid-19 in augmented reality development as a tool for enhancing the teaching-learning process with deaf students

William Andrés Nieto León² y Carolina Sarmiento González³

Resumen: El objetivo principal del proyecto incluye la verdadera integración del estudiante sordo o hipoacúsico en la asignatura de “Gerencia de Proyectos” como experiencia piloto en los programas de ingeniería en Colombia. Dicha integración se construye con la ayuda de la Realidad Aumentada mediante herramientas en su mayoría “open source”, brindando una experiencia lúdica como elemento integrador del trabajo en el aula. La creación de una solución pedagógica soportada por un desarrollo tecnológico brinda elementos necesarios para enriquecer la experiencia del estudiante sordo, aprovechando su potencial en términos de movimiento y kinestesia.

La primera fase del proyecto ganó un espacio en ponencias internacionales en India y Estados Unidos, cuando se iniciaba el trabajo con estudiantes de pregrado y posgrado (sordos y oyentes) en el desarrollo de un modelo que brindaría bienestar a sus compañeros sordos o hipoacúsicos. Este trabajo resume los conceptos y necesidades que dieron origen a este proyecto desde su planteamiento de base social, pedagógica y tecnológica. En esta segunda fase, se hace énfasis en la reflexión sobre el desarrollo de la tecnología al servicio de las minorías con capacidades diversas, en situaciones pandémicas, con recursos limitados que se deben balancear a través de un gran aporte de innovación, investigación específica de herramientas y procedimientos, así como un complejo entendimiento de la comunidad objeto de estudio —Comunidad CDA— (en Condición de Discapacidad Auditiva). Se presenta un modelo de desarrollo tecnológico con equipos distribuidos (personal y tecnología en diferentes ubicaciones) debido al COVID-19. Siendo así, se demuestra que sin importar las limitaciones espaciales o de recursos, es posible utilizar tecnología que impacte positivamente a los estudiantes de educación superior con capacidades diversas, en medio de un desarrollo de diseño universal que demuestra la veracidad de la frase “querer es poder”.

Las condiciones de “normalidad” en el proceso enseñanza aprendizaje de los estudiantes universitarios han cambiado de manera radical. Esta reflexión es válida y común en estudiantes promedio en Colombia, pero el cuestionamiento y análisis de las condiciones es crítico al revisar el proceso de formación universitaria en estudiantes de la comunidad sorda. En general, los estudiantes con capacidades diversas adolecen de un diseño universal en los procesos que involucran su formación académica. El proceso resumido en este trabajo es el producto de la segunda fase de un proyecto de investigación y desarrollo de procedimientos incluyentes e integradores, apoyados por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

¹ Mesa de Tecnología

² Universidad ECCI; PhD en Gestión de Proyectos, Universidad AIU (Estados Unidos); wnetol@ecci.edu.co

³ Universidad ECCI; PhD en Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Nacional de Colombia; csarmientog@ecci.edu.co

Abstract: The main goal of this project seeks a real integration for deaf and hearing loss students who are coursing the subject “Project Management” as first experience at different Engineering degrees in Colombia. This integration is built using Augmented Reality mostly with Open-Source tools, producing a ludic experience as an integrator element for the classroom. Creating a pedagogic solution that is based on technological development gives the necessary elements to improve the learning experience for deaf and hearing loss students, taking advantage of their potential in terms of kinesthetic behaviour and movement.

The first phase of this project was recognized in India and the United States with first results among undegraded and graduated students to deliver wellbeing to their deaf and hearing ones. This document summarizes the concepts and needs that gave rise to this project from its basics, including social, pedagogic, and technological components. For this second phase, every single effort is focused on the reflexive development of technology that is aimed to help the minority population that has different abilities, in middle of a pandemic environment with limited resources that must be balanced having an elevated level of innovation, a specific research about tools and procedures, besides a complex understanding of features and profile of a population that is the center of this study. This population is called CDA for its words in Spanish “Condición de Discapacidad Auditiva” (Deaf or Hearing Loss Condition). A model for developing technology is shown, in which is visible the need of distributed teams (personnel and technology in various locations) due to COVID-19. In this way, it is possible to use technology that positively affects the higher education students with different abilities in the middle of universal design that show once more that “to want is to be able to,” despites spatial limitations and the reduced resources. The “normal” conditions inside the teaching-learning process have changed drastically. This thought is valid and common among average students in Colombia. However, questioning and analyzing critically after reviewing the teaching process for deaf students is necessary at higher education.

Typically, students with different abilities suffer from a lack of universal design inside the processes that involve academic development. The process that is summarized in this effort is the result of the second phase of researching an inclusive and integrator development, supported by new Information and Communication Technologies.

Palabras clave: Comunidad Sorda, Diseño Universal, Educación Superior Incluyente, Realidad Aumentada.

Keywords: Augmented Reality, Deaf and hearing loss population, Inclusive Higher Education, Universal Design.

Introducción

Los procesos de inclusión para los individuos con discapacidad auditiva son en general muy escasos a nivel mundial. Sin embargo, las cifras demuestran un escenario con menor participación de comunidades minoritarias en Latinoamérica y específicamente en Colombia.

Para el año 2018, cifras de proyección del DANE reflejan una población total en Colombia de 45.878.698, de la cual un 1.404.108 corresponde a personas con discapacidad. De este último grupo poblacional, un 5.4% (554.119) son personas sordas con una distribución por edades presentada en la figura 1 (INSOR, 2020).

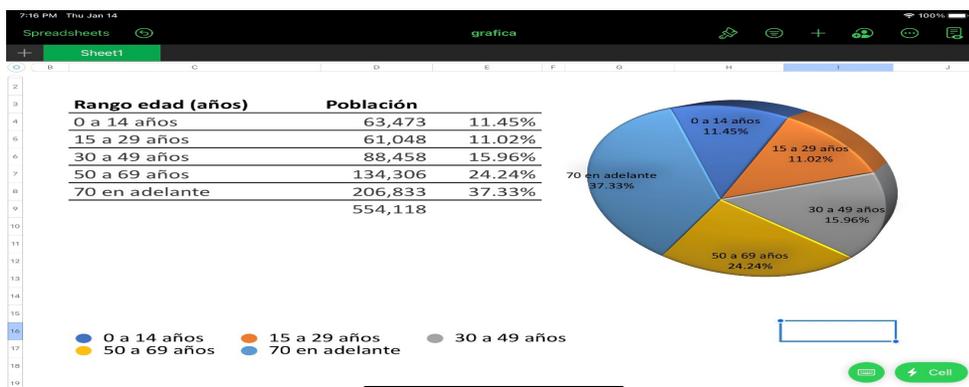


Figura 1. Distribución de personas sordas por edad – 2019. Adaptado de (INSOR, 2020).

Respecto al proceso formación superior para este tipo de población, las Instituciones de Educación Superior (IES) en Colombia, deben llevar a cabo un registro de la información básica de ubicación de los estudiantes con discapacidad. Sin embargo, se ha evidenciado un bajo nivel de identificación de la condición con que ingresan los estudiantes a estas instituciones. Por consiguiente, el Observatorio Social del INSOR⁴ decide adelantar un estudio relacionado con esta problemática, la cual dificulta el cumplimiento de su misión en cuanto al acompañamiento de los procesos educativos de la población sorda (INSOR, 2017).

Algunos de los resultados de este estudio, presentan una caracterización de la población sorda que desarrolla procesos de formación en educación superior. Este estudio se realizó con una muestra de 168 IES de las cuales el 27% (46 IES) han graduado 104 estudiantes sordos. En la figura 2 se presenta la proporción de estudiantes sordos según rango de edad, para una población de 356 estudiantes matriculados.

Los datos de la figura 2 reflejan interés de todos los grupos de edad para acceder a la educación superior, concentrado principalmente para el rango 21 a 30 años. Si se compara el número de estudiantes sordos ubicados en los dos primeros rangos de edad 17 a 20 años y 21 a 30 años (311 estudiantes sordos) con el total de población sorda en el rango de edad de 15 a 29 años (61.048 personas sordas), se observa una diferencia bastante alta en los dos valores, lo cual lleva a pensar en la importancia de establecer las causas de la situación y las posibles alternativas de solución a esta problemática.

| Rango edad (años) | Estudiantes | Porcentaje |
|-------------------|-------------|------------|
| 17 a 20 años | 60 | 16.85% |
| 21 a 30 años | 251 | 70.51% |
| 31 a 40 años | 38 | 10.67% |
| 40 y más | 7 | 1.97% |
| | 356 | |

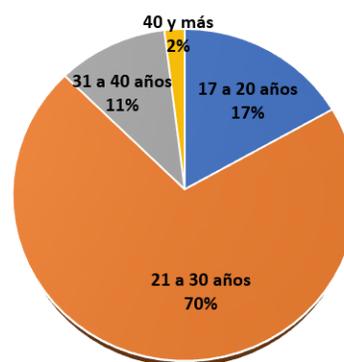


Figura 2. Estudiantes sordos según rango de edad. Adaptado de (INSOR, 2017).

4 El Instituto Nacional para Sordos – INSOR tiene la misión de liderar, orientar y articular la implementación de políticas públicas para consolidar entornos sociales y educativos inclusivos, que permitan el goce pleno de derechos y la igualdad de oportunidades para la población sorda en Colombia. <https://www.insor.gov.co/home/>

Entre las políticas en materia de garantía de los derechos humanos de la población con discapacidad se encuentra la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de la ONU, la Constitución Política de Colombia, la Ley 1145 de 2007⁵, la Ley 1346 de 2009⁶, la Ley Estatutaria 1618 de 2013⁷ y los lineamientos de política de educación superior inclusiva establecidos desde el Ministerio de Educación Nacional.

En relación con la Educación Superior, es importante citar el “Acuerdo por lo Superior 2034. Propuesta de política pública para la excelencia de la educación superior en Colombia, en el escenario de la Paz”, un documento construido por el CESU (Consejo Nacional de Educación Superior) con el propósito de establecer una política pública que representa lo que se espera alcanzar para el 2034 en educación superior (Consejo Nacional de Educación Superior CESU, 2014).

Uno de los temas fundamentales de esta política hace referencia a la educación inclusiva: acceso, permanencia y graduación. Teniendo en cuenta la dificultad de algunos grupos para acceder al sistema educativo por razones de tipo social, político, económico, cultural, físico, geográfico y lingüístico, se hace necesario incluir el concepto de universalidad, con lo cual se espera garantizar el derecho a la educación superior de todas las personas que tienen la motivación y la preparación suficiente, mediante el uso de diversas formas de intervención.

Parte de los problemas nodales identificados en esta política hacen referencia a la permanencia, entendida como el “escenario que evidencia la decisión del universitario de realizar el programa ofrecido por la institución educativa, y que es favorecida por condiciones institucionales, académicas y socio-ambientales” (Velásquez et al., 2011). Así, por ejemplo, se establecen problemas relacionados con la falta de recursos pedagógicos que favorezcan la adaptación del estudiante, la generación de procesos educativos acordes con la creciente diversidad y heterogeneidad de la población estudiantil y el desarrollo de prácticas pedagógicas que no contemplan las características de los estudiantes y el contexto (Consejo Nacional de Educación Superior CESU, 2014).

Al respecto, durante un proceso de formación adelantado con estudiantes sordos de una institución de educación superior, se identificaron precisamente dificultades en su proceso de adquisición del conocimiento, relacionados en parte con la carencia de herramientas pedagógicas adaptadas a sus condiciones físicas y que permitieran en alguna medida garantizar su aprendizaje.

Con el propósito de contribuir en la mejora del proceso enseñanza aprendizaje de esta población, se inicia este proyecto que haciendo uso del concepto de “universalidad” como estrategia de inclusión social, busca crear una experiencia lúdica de trabajo en el aula para la asignatura de “Gerencia de Proyectos” y apoyada en la utilización de herramientas de Realidad Aumentada. Para la primera fase del proyecto se adelantó un trabajo con estudiantes de pregrado sordos y oyentes, orientado al desarrollo de un modelo que contribuye en la mejora de adquisición y asimilación de conceptos de gestión de proyectos por parte de estudiantes sordos o hipoacúsicos.

La segunda fase, en la cual se está trabajando actualmente, está enfocada a la creación de un modelo de desarrollo tecnológico con equipos distribuidos debido al COVID-19. Así mismo, se tendrá en cuenta la generación de un resultado al servicio de las minorías con capacidades diversas, en situaciones pandémicas y con recursos limitados.

5 Ley por medio de la cual se organiza el Sistema Nacional de Discapacidad. https://oig.cepal.org/sites/default/files/2007_ley1145_col.pdf

6 Por medio de la cual se aprueba la “Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad”. <https://www.mincit.gov.co/ministerio/ministerio-en-breve/docs/ley-1346-de-2009.aspx>

7 Ley que establece disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad. <https://discapacidadcolombia.com/phocadownloadpap/LEGISLACION/LEY%20ESTATUTARIA%201618%20DE%202013.pdf>

La situación actual de “nueva normalidad” en la educación dadas las condiciones actuales de salud pública, ha producido importantes cambios en el proceso de enseñanza aprendizaje que genera diversos cuestionamientos cuando se hace referencia al proceso de formación de estudiantes sordos. Lo anterior, dada la necesidad de crear procesos de formación que involucren el diseño universal.

En este artículo se describen los resultados de la segunda fase de este proyecto de investigación y desarrollo de procedimientos incluyentes e integradores, apoyados por las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones).

Marco teórico

En la actualidad, se tiene registro de más de mil millones de personas con algún tipo de discapacidad a nivel mundial. Este hecho evidencia que la población con habilidades diversas tiene una gran importancia por su proporción, así como por la naturaleza específica del tipo de discapacidad. Desde el segundo semestre de 2008 la información consolidada por la Convención de las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud hace seguimiento a las proporciones, lo cual debería incrementar los esfuerzos y políticas en diferentes aspectos de la vida de esta población. Es evidente que con el aumento de esta porción poblacional las condiciones de vida en términos de necesidades básicas; alimentación, vivienda, salud y educación deberían tener una atención especial, sin embargo, la realidad de la priorización y respuesta de los gobiernos no coincide con la importancia de las necesidades de estas comunidades (World Health Organization, 2011)

Discapacidad en el entorno universitario

Las necesidades de los estudiantes son iguales, sin importar el país donde se presente el proceso de formación, pero existen grandes diferencias en la manera como se atienden. Desafortunadamente la infraestructura física y las políticas para prestar el servicio de educación; el cual es un derecho antes que un servicio, varían de acuerdo con el país en cuestión y a las políticas locales definidas por sus gobernantes. Para los estudiantes universitarios, las barreras de la discapacidad pueden aumentar en el día a día; convirtiéndose en obstáculos mucho mayores que los retos académicos inmersos en el desarrollo de un programa de pregrado. Para un estudiante invidente no contar con sistemas dispuesto para leer en voz alta la pantalla es una barrera que le limita el acceso al conocimiento, para el estudiante en silla de ruedas el hecho de no poder acceder a un salón de clase por no contar con rampas y ascensores dispuestos para la totalidad de la ruta a seguir es un impedimento físico para tomar una clase presencial (World Health Organization, 2011). Así mismo, para un estudiante en Condición de Discapacidad Auditiva (CDA), sordo o hipoacúsico existe una interrupción en la adquisición de la información al estudiar en un entorno de oyentes sin contar con las políticas y medidas requeridas dentro del concepto del diseño universal. Por ejemplo, un intérprete que facilite la comunicación en ambos sentidos con el fin de facilitar el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje.

Importancia del entorno lingüístico de la población objetivo

El estudiante CDA universitario debe recorrer un camino de mayor dificultad en el momento de estudiar sobre asignaturas con una dinámica de actualización mayor, basada en textos que se encuentran en idioma inglés. Para un estudiante sordo o hipoacúsico recibir una asignatura de su programa universitario en español equivale a un esfuerzo similar al que podría tener un estudiante oyente cuya primera lengua es el español, tiene un nivel de inglés académico bajo y ve una asignatura de su carrera en inglés académico alto. Este efecto se amplifica en términos de dificultad cuando un estudiante sordo debe ver una asignatura con “frameworks” (Marcos de trabajo internacionales) como texto guía en idioma inglés y recibe una

explicación en inglés y español escrito, desde el docente y el texto base, con ayuda de un intérprete que no maneja el inglés técnico en medio de un aula de estudiantes oyentes con un L1=Español (ver figura 3).

Se recrea una situación común en el aula, diseñado un entorno de pruebas, se toma el caso de la asignatura “Gerencia de Proyectos”, asignatura la cual ha sido tomada como parte del plan piloto de aplicación en estudiantes de últimos semestres de ingeniería.

Dentro del desarrollo de estrategias de aula apoyadas por tecnología, es evidente que el componente lingüístico tiene un amplio espectro. El manejo de un *traductor* en el proceso es diferente al de un *intérprete* en el mismo. En el caso de un traductor, el individuo recibe un texto en español y emite un texto en inglés, se trata de una comunicación en un solo formato (escrito en este caso). En el uso de un traductor simultáneo en un ejercicio oral, el traductor escucha frases e ideas por un audífono y emite los sonidos correspondientes a las ideas en idioma de destino. En el caso de la interpretación desde o hasta un lenguaje de señas, se contempla un número mayor de variables debido a la parte kinésica del componente corporal y la expresión gestual de su rostro, en este caso el mensaje tiene mayores componentes lo cual se debe revisar desde el punto de vista de la Querología, involucrando los Queremas que combinan el movimiento (gesto) con las palabras mismas en medio del desarrollo de una Lengua de Señas, elementos que se conocen desde el trabajo de William Stokoe en los 60’s; sin embargo, poco o nada se han aplicado en el trabajo con los sordos en el aula. (Bauman et al, 2006)

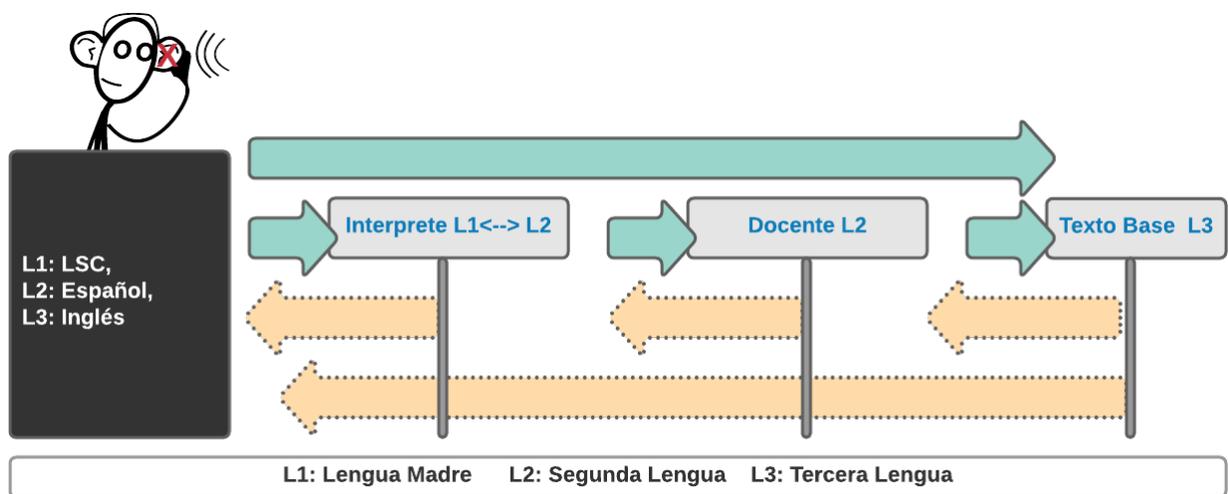


Figura 3. Flujo lingüístico.

La composición y entorno lingüístico en las aulas en Colombia es limitado para el estudiante sordo, generalmente por la falta de recursos o la falta de conocimiento en el momento de planear las condiciones de este. Instituciones como INSOR han contribuido en gran manera al entendimiento de la LSC (Lengua de Señas Colombiana) con información y recursos. Sin embargo, Colombia al igual que muchos países latinoamericanos se encuentra en una curva de adopción de tecnologías al servicio de la comunidad sorda, lo cual requiere de un tiempo de desarrollo, adopción, soporte en políticas de estado y capacitación para los involucrados en estos procesos. Adicionalmente, el proceso de investigación a nivel lingüístico en los temas donde se involucra la lengua de señas aumenta el nivel de complejidad, debido a la existencia de diversas lenguas de señas en países donde la población oyente habla español o inglés; es así como dentro de las leguas más conocidas en desarrollo e investigación se tiene por un lado el LSC (Lengua de Señas Colombiana), LSE (lengua de Señas Española), LSC (Lengua de Señas Catalana), ASL (American Sign Language), BSL (British Sign Language), AUSLAN (Australian Sign Language) y NZSL (New Zealand

Sign Language). Es importante resaltar que cada lengua de señas tiene un diccionario diferente lo cual dificulta estandarizar los análisis y resultados de investigación y desarrollo en cada país. (Hunt, 2019)

El desarrollo en cada lengua obedece a las necesidades culturales, las políticas de estado acerca de la educación y la inclusión, elementos socio económicos mucho más complejos que las necesidades propias del estudiante sordo o de las limitaciones que puedan estar presentes en el proceso de desarrollo de formación de este (Pfau, 2012). El pensamiento que da origen al sordo debe ser más internacional, con un pensamiento global que identifique al individuo sordo como parte de la humanidad y no como parte de un país que habla un idioma y tiene una lengua de señas diferente a la de su vecino.

Los avances en términos de investigación para la educación de las lenguas de señas antes mencionadas contienen un conocimiento fruto de la diversidad de los esfuerzos de los investigadores que a través de diferentes medios y en diferentes ubicaciones persiguen el mismo fin de integración e inclusión del estudiante CDA en el aula. Para esta investigación, cobra gran importancia el desarrollo local de INSOR como entidad adscrita al Ministerio de educación Nacional, el cual se tiene en cuenta como base para los principales conceptos en su diccionario y sus políticas donde desde el 2020 se incluye el componente del bilingüismo en la educación del estudiante colombiano. (Márquez et al, 2020)

Realidad Aumentada, Virtual y Mixta como tecnologías de inmersión y gamificación

Las necesidades del estudiante en Condición de Discapacidad Auditiva ofrecen diferentes tipos de retos; se encuentran barreras lingüísticas, comunicación limitada, baja capacidad económica entre otros. Algunos de estos elementos pueden ser enfrentados mediante el uso de un desarrollo tecnológico que involucre las limitantes y potencial de los estudiantes CDA. Es así como el uso de la realidad aumentada, una tecnología que permite obtener la expresión del potencial kinestésico del estudiante sordo en un mundo que conecta su realidad con los conceptos y la aplicación de estos en medio de un diseño curricular previsto para la asignatura.

La realidad aumentada tiene su origen en un momento previo a la escritura formal de la humanidad, no se trata de un concepto nuevo, existen escenarios con muestras de la realidad virtual y realidad aumentada como *El gran salón de los toros (Great Hall of Bulls)* en Francia, un espacio que representaba con la tecnología del fuego y la tierra de ese momento, un escenario de realidad mixta desde el año 16,000 A.C. aproximadamente. (Looney, 2015)

La inclusión de elementos electrónicos y una óptica más refinada se evidencia en el desarrollo de la visualización años más tarde, cuando Morton Heilig desarrolla en 1956 el diseño del Sensorama, un dispositivo que vincula la estereoscopia y la electrónica disponible en el momento para brindar elementos de inmersión en la experiencia del espectador, brindando las bases para los desarrollos de los diseños de Ivan Sutherland en 1963, dando inicio a los desarrollos de computación gráfica interactiva. (Stanney, 2002). La representación de la realidad en un modelo tridimensional computacional es el primer paso para entender en un entorno controlado la realidad y buscar la forma de mejorarla.

La realidad aumentada y la realidad virtual dan origen entonces a nuevas necesidades. Con el uso de estas visualizaciones, el usuario o el visor de este esquema se halla inmerso en un mundo alejado de la realidad, lo cual en ciertos momentos puede disminuir el efecto del proceso de aprendizaje de un concepto concreto. Para tal fin, se recurre a la realidad mixta, en la cual se pueden tomar elementos de la realidad del usuario como ancla a la realidad y se incorporan al igual que con la realidad aumentada marcadores, elementos de papel reales que conectan objetos tridimensionales con la realidad espacial en la cual el usuario convive. La construcción de ambientes usando la representación de la realidad en modelos 3D

y uniendo lo virtual con lo real requiere trabajar con las definiciones de una taxonomía clara y global, donde se manejan definiciones como la EWK (Extend of World Knowledge) como una dimensión aún más extensa que la realidad virtual extendida, la cual se puede encontrar en los últimos desarrollos de consolas de videojuegos con dispositivos de inmersión estereoscópica en un mundo modelado en 3D con dimensiones similares a las de los patrones de la realidad con la cual el usuario ha convivido toda su vida (Milgram, 1994). Diferentes modelos de realidad aumentada, virtual o mixta pueden ser usados dependiendo del nivel de avance de la óptica, electrónica, modelado, número de usuarios, espacio físico, finalidad y presupuesto para el proyecto. Modelos como los de Milgram & Kishino no han tenido grandes variaciones en los diseños comparado con las últimas experiencias de las consolas de videojuegos, desarrollos en biomedicina o procesos de industrialización, la única diferencia es el potencial que la electrónica y la óptica puede dar en la aceleración y entrega de la experiencia de acuerdo con las variables previamente explicadas.

Con el tiempo, la representación de modelos, productos e ideas propias del comercio, la industria de videojuegos y la manufactura se trasladó al entorno educativo, en el cual se usan los procesos propios del modelado en tercera dimensión con el fin de comunicar ideas y conceptos en medio de una experiencia inmersiva que usa la gamificación como disparador del interés del estudiante promedio.

Tecnología como medio para el desarrollo en cuarentena

Cientos de millones de personas a nivel mundial debieron cambiar a teletrabajo o una combinación entre trabajo presencial y remoto debido a la cuarentena que se debió establecer en 2020 por COVID-19. El aislamiento físico además incrementó en mayor medida la necesidad de comunicarse de manera virtual, no solo para fines laborales o académicos, también se registró un aumento en las comunicaciones de tipo social, entre familiares o entre compañeros de trabajo o estudio para asuntos que no estaban relacionados con sus temas comunes de conversación. Se presentó un aumento en el uso de los mensajeros, las redes sociales, y las aplicaciones de videollamadas y teleconferencias. Los espacios de videochat se convirtieron en un espacio social de catarsis de la tensión y ansiedad de pasar a un “encierro” obligatorio o voluntario con el fin de disminuir la velocidad de propagación de un virus que se convertía en una amenaza a la salud pública, al igual que a la zona de confort en la cual se encontraban los individuos promedio en la sociedad. (Wen, 2020) Ninguna industria estaba preparada para este cambio, pero el sector educativo se vio principalmente afectado debido a la convergencia en la comunicación, donde un emisor (el docente) transmite la mayor parte del tiempo para un auditorio múltiple (estudiantes).

El desarrollo de tecnología con población oyente y CDA requiere un proceso de verificación de la comunicación detallado y permanente en el momento de planificar los rendimientos y los indicadores de los resultados.

Teniendo en cuenta que se deben desarrollar medios de comunicación con el componente lingüístico antes descrito. En el periodo previo a la cuarentena se contaba con algunas limitantes, especialmente con la comunicación en el aula entre Investigador --> Intérprete --> Estudiante y el manejo de textos escritos en inglés y español. En el periodo de cuarentena de 2020 se presentaron nuevos retos, la comunicación presencial y el trabajo con interpretes se dificultó por las medidas internacionales de salud pública, el mundo, el país y la academia local se enfrentaron a un cambio de dinámicas para el desarrollo para el cual no se encontraba preparada. Desde el gobierno se plantearon planes de acción para aumentar el cubrimiento de la conectividad (internet). Para el cierre del mes de Junio de 2020, MINTIC reportó un cubrimiento del 53%, luego de 4 meses de trabajo intenso para el aumento de la cobertura de internet a nivel nacional haciendo énfasis en los estratos económicos más bajos, lo cual demuestra un panorama de mejora de las comunicaciones nacionales comparado con las cifras anteriores a la pandemia, sin

embargo, refleja bajo cubrimiento para poder garantizar modelos académicos y laborales competentes y continuos en la tele presencialidad en el país. (MinTIC, 2020)

La estabilidad o cubrimiento de la infraestructura nacional es una variable que no se puede controlar al interior de los equipos de desarrollo tecnológico. Los desarrollos de modelos tridimensionales requieren GPUs (Unidades de Procesamiento Gráfico) especiales con aceleradoras gráficas NVIDIA/AMD de 6 Gigas de memoria en frecuencia propia a DDR 6 o superior con el fin de procesar los triángulos de las geometrías y las texturas en un tiempo acorde a las necesidades del desarrollo. Se encuentran en la actualidad diferentes aplicaciones para el modelado de sólidos que pueden ser usados en la generación de realidades de base digital, existen open source y de pago, así como varían las posibilidades en términos de sistemas operativos para desplegarlas (Iliescu et al, 2016). La disposición de los participantes en proyectos de desarrollo en diferentes puntos geográficos requiere sistemas de video y teleconferencia para el desarrollo y seguimiento más allá de mensajeros de texto o comunicaciones asincrónicas por email. El hardware especializado se debe tener centralizado específicamente en un punto físico, así que se debe recurrir a herramientas de acceso remoto a escritorios de trabajo con el hardware necesario para la modelación y generación de marcadores individuales y su ruteo con los modelos tridimensionales, las herramientas de personalización de eventos e interacción con el usuario o espectador del sistema en un futuro. Entonces al final se concluye que el desarrollo tecnológico necesario para el objeto de este proyecto requiere modeladores de objetos y escenas en tercera dimensión, clientes de escritorio remoto multiplataforma, mensajeros, herramientas de tele conferencia y video conferencia, gestores de correo, repositorios en la nube, editores de código que permita interactuar con las APIs del modelado en temas de eventos y características de los objetos tridimensionales, gestores de proyecto con tableros que reflejen el estado del desarrollo y un exigente hardware para el modelado y despliegue de pruebas con la interacción del futuro espectador miembro de la comunidad CDA.

Equipos virtuales de trabajo

La actual situación de “nueva normalidad” producida como consecuencia del virus que está afectando la población a nivel mundial, ha generado diversos retos en distintos sectores de la sociedad. La forma como se llevaban a cabo los procesos en distintas organizaciones ha requerido un cambio, apoyado en el uso de la tecnología y la forma como se establece la comunicación y el trabajo en equipo.

Es así como se empieza a pensar en alternativas para hacer frente a estos retos, entre las cuales se encuentra el trabajo en equipos virtuales. En muchas organizaciones se ha iniciado la tarea para familiarizarse con estilos de liderazgo electrónico para equipos de proyectos virtuales y se ha iniciado la transición al uso de otras técnicas de comunicación que faciliten la comunicación en estos nuevos equipos de trabajo, de la misma forma que se ha hecho necesario el empezar a trabajar en el desarrollo de competencias de liderazgo electrónico, que permitan la gestión de proyectos y recursos humanos.

Estas nuevas formas de trabajo y liderazgo deben ser gestionadas de tal forma que puedan ofrecer beneficios a la organización, representados en mejores productos y entregables del proyecto. Por consiguiente, se hace necesario fortalecer las comunicaciones de los equipos de proyecto virtuales, explorando nuevas facetas del liderazgo electrónico (Lee, 2014).

En los equipos virtuales, sus miembros están ubicados geográficamente en distintos lugares, realizando un trabajo colectivo por lograr unas metas o productos comunes. Existen diferentes tipos de equipos virtuales, clasificados de acuerdo con la forma de desarrollar el trabajo, el tiempo de permanencia de los miembros del equipo en un proyecto o su disponibilidad para trabajar en varios proyectos a la vez, así como su participación en un equipo interno o externo (Zofi, 2011) (Duarte & Snyder, 1999).

En un ambiente de trabajo virtual apoyado en las tecnologías de la información es necesario contar con uno o más líderes electrónicos, que cuenten con las habilidades necesarias para alcanzar el éxito del proyecto o proyectos a su cargo (Cascio, 2000).

Por otra parte, es importante resaltar que esta nueva forma de trabajo no surgió como consecuencia de la situación actual de salud pública que vive el mundo. Algunas organizaciones se han visto en la necesidad de buscar alternativas que les permita enfrentar los cambios que ha traído consigo la globalización, entre los cuales se encuentra nuevos mercados, costos de operación, cambios en la normatividad y acceso a recursos y bases de conocimiento. De esta forma se han visto en la necesidad de cambiar su forma tradicional de trabajo para hacer uso de los ambientes de trabajo virtuales y los sistemas descentralizados (Tran & Latapie, 2006).

Sumado al trabajo virtual, es importante tener en cuenta la forma como se gestionará el conocimiento en equipos distribuidos globalmente. La diversidad de los miembros del equipo, las limitantes para la comunicación en tiempo real y la capacidad limitada para entender quién sabe qué dentro de los equipos de trabajo, son algunos de los factores que influyen notablemente en el logro de los resultados esperados y que, por consiguiente, requieren un estudio de distintas propuestas que permitan hacer frente a estas necesidades (Kotlarsky et al., 2008).

Con el propósito de continuar con el desarrollo del proyecto en medio de esta difícil situación de salud pública, que obligó a cambiar la forma de trabajo tradicional en la cual se trabajaba en un mismo espacio físico, se inicia un proceso de organización del equipo virtual para continuar el desarrollo del proyecto. Mediante el uso de las tecnologías de la información como herramienta de apoyo para el trabajo en equipos distribuidos, se logra avanzar principalmente en las tareas de revisión, organización, clasificación y socialización de la literatura disponible, que permitieron generar conocimiento importante para el proyecto.

Metodología

En el momento de plantear la metodología es importante incorporar los diferentes componentes del entorno, la situación problémica encontrada tiene en la fase 1 el estudiante CDA como objeto de estudio. En la fase 2, el estudio se ve orientado a un proceso holístico, en el cual, la tecnología, la lingüística y el entendimiento de la didáctica apropiada para los procesos de una integración eficiente entre los actores en el aula, hacen parte de los temas a profundizar para el desarrollo de un modelo que aporte a la solución. La figura 4 representa esta última fase.

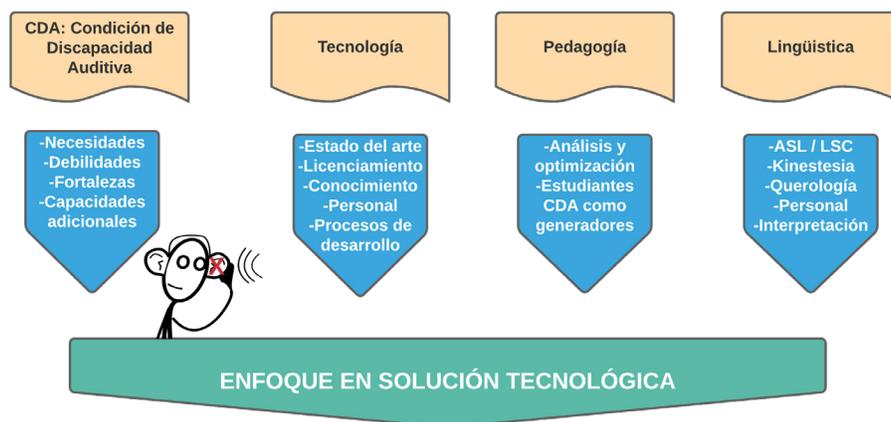


Figura 4. Componentes metodológicos.

Se parte de un análisis del problema, la población objeto de estudio y el entorno físico; revisando variables del entorno en los componentes tecnológico, pedagógico y lingüístico. Se identifica el perfil típico del estudiante sordo o hipoacúsico y se evidencian las características de su realidad, potenciales y limitantes en el desarrollo de su solución, con la claridad del uso de la tecnología como medio de solución incluyente.

Análisis cualitativo inicial. Se tomaron las percepciones de elementos a mejorar en el aula, en un grupo piloto con 32 estudiantes de noveno semestre de ingeniería (26 estudiantes oyentes, 4 sordos, 2 hipoacúsicos) en la asignatura a evaluar. Se realizaron observaciones de aula y entrevistas a docentes y estudiantes. Se analizó el entorno en las condiciones sociales, económicas y pedagógicas y se evaluó el nivel de motivación / frustración del estudiante CDA (6 estudiantes) en medio de un grupo de oyentes.

Análisis cuantitativo inicial. Con el propósito de validar la pertinencia de la investigación y la necesidad de enfrentar la situación problémica se analizaron fuentes oficiales y de organizaciones reconocidas, con el fin de cuantificar el problema que afecta a la población CDA y el porcentaje en las edades correspondientes a la educación superior proyectando un impacto en un grupo representativo de la población con sordera o hipoacusia en Colombia. Posteriormente, los investigadores tomaron un grupo de muestra en una institución de educación superior donde se validó que, de acuerdo con las estadísticas del Ministerio de Educación, se encontraba un grupo representativo de la población categorizada como objeto de estudio en la problemática encontrada.

Análisis Lingüístico. Se revisaron las variables y procesos propios de la Lengua de Señas, los conceptos del LEXICON⁸ y el PMBoK⁹ (Project Management Body of Knowledge), el PMI¹⁰ (Project Management Institute), los procesos de interpretación del personal disponible, las ayudas visuales y procesos de enseñanza del docente encargado de la clase y las bases de ASL (Lengua de Señas de Estados Unidos) entre otros, con el fin de entender los componentes necesarios dentro de la comunicación manejada en medio de 3 lenguas. (PMI, 2017)

Análisis Tecnológico. Es necesario un desarrollo de investigación teórica, seguida de una validación experimental enmarcada en especificaciones técnicas e indicadores de rendimiento en los procesos de modelado, codificación, prueba y validación general de la experiencia de usuario. Es así, como se revisan para las posibilidades de desarrollo las principales características de nombres como Blender, Unity, Rhinoceros, Python, R, Gimp, Inkscape, Vuforia, Firefox, Opera, Safari, Chrome, GDrive, Opendrive, Dropbox, GitHub, entre otros. En sistemas operativos como Windows 8, Windows 10, OSx 10.5 a 10.15, Android 7 en adelante, diferentes versiones de IOS, Linux basados en Debian y Linux basados en Red Hat.

Definición del modelo de desarrollo. Luego del análisis de la situación problémica y de los diferentes componentes temáticos relacionados anteriormente, se analizan las limitantes, las herramientas y los canales de comunicación usando la tecnología como medio, como herramienta de desarrollo y como fin del desarrollo tecnológico propuesto para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la comunidad CDA, ahora en una condición especial de equipos de trabajo distribuidos por las limitantes que el aislamiento en época de pandemia exige, pero que aumenta el modelo de la productividad en un futuro.

⁸ El *PMI LEXICON*, presenta las definiciones de cerca de 200 de los términos más utilizados en Gestión de Proyectos.

⁹ Guía desarrollada por el PMI, que establece un criterio de buenas prácticas relacionadas con la gestión, la administración y la dirección de proyectos.

¹⁰ Organización sin fines de lucro que asocia a profesionales relacionados con la Gestión de Proyectos. <https://www.pmi.org/>

Resultados y Conclusiones

Es evidente que el desarrollo tecnológico con fines pedagógicos se encuentra en general en Colombia en un estado de madurez inferior a los desarrollos comerciales para manufactura, juegos y entretenimiento o análisis de negocios en este país, efecto que aumenta al compararlo con el entorno internacional. Los resultados en las primeras dos fases de este proyecto de investigación han dado frutos en el trabajo presencial y virtual.

Se tiene ya establecido un modelo de desarrollo que busca la conceptualización del mundo real, la parametrización del diseño curricular y la comunicación permanente del equipo de trabajo. El modelo ha sido adaptado para las condiciones de trabajo remoto, sincrónico o asincrónico, involucrando adicionalmente las herramientas disponibles para la comunicación telefónica con intérpretes en Colombia. Dicho modelo ha servido para la generación de los conceptos principales de la temática de gestión de proyectos del PMI y su LEXICON, aumentando la participación y creación crítica de los estudiantes oyentes y CDA para beneficio e integración de los estudiantes sordos y oyentes, en condiciones didácticas compatibles y gamificadas en un entorno de inclusión social (ver figura 5).

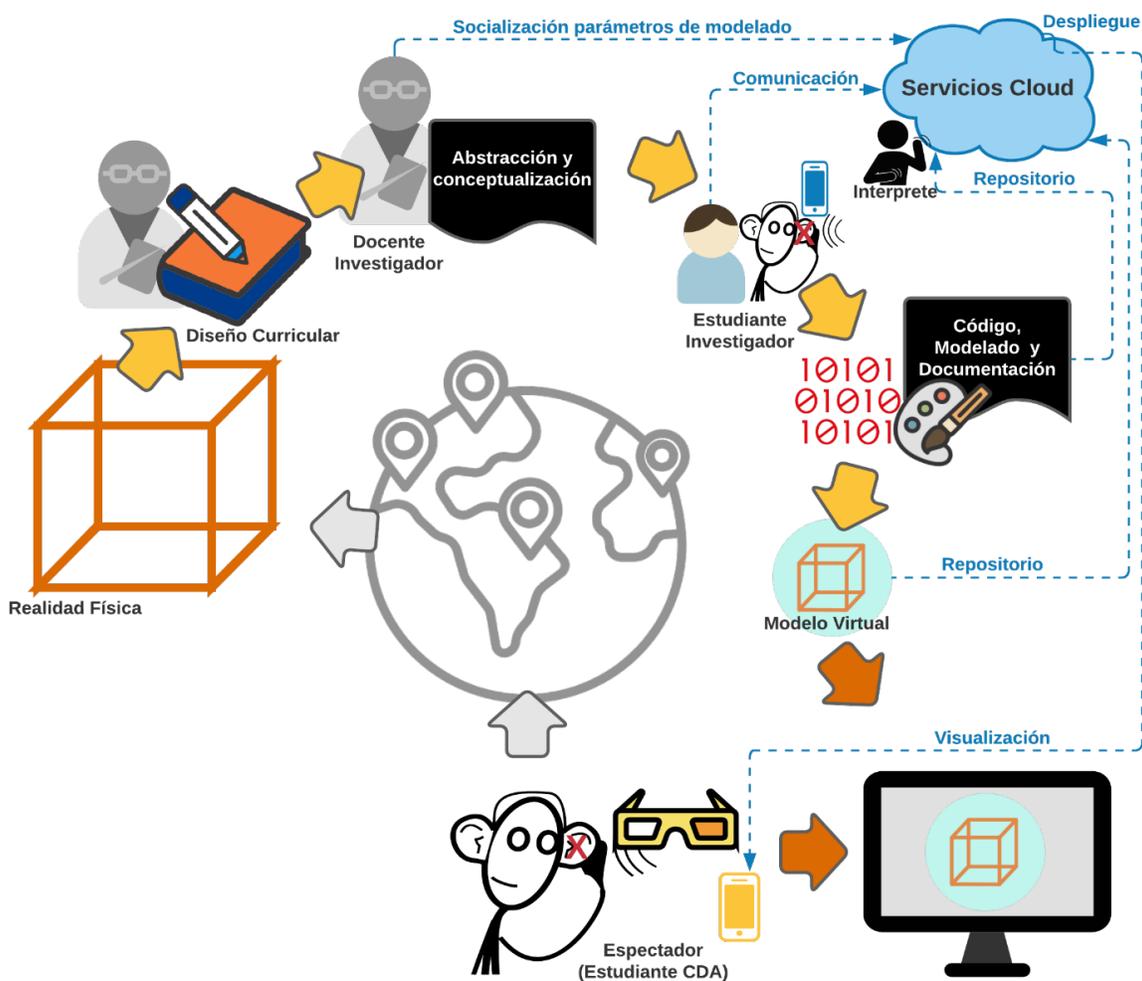


Figura 5. Modelo de desarrollo de la realidad física en el entorno digital.

Se tiene establecido un flujo de trabajo comprobado en cuanto al modelado tridimensional y la abstracción de los conceptos, así como una madurez en el análisis lingüístico necesario para traducir los conceptos

de la realidad en entorno académico, mediante el diseño universal y los entornos virtuales. Se espera la ampliación y ejecución total del modelo propuesto en la tercera fase.

Existen algunos retos por superar, como la financiación del recurso humano investigativo, el hardware especializado para modelado con especificaciones exigentes a nivel GPU (Unidad de Procesamiento Gráfico), con el fin de acelerar la producción de los modelos 3D y el licenciamiento de software diferente al Open Source manejado hasta el momento con el fin de ampliar los resultados. A la fecha, dichos recursos han sido solventados en su totalidad por los dos investigadores, es claro que con el aumento de recursos se podrían acelerar los resultados y la velocidad con la cual se podría impactar positivamente la calidad de vida de la comunidad CDA.

Referencias

Bauman, H.-D. L., Nelson, J. L., & Rose, H. M. (Eds.). (2006). *Signing the body poetic: Essays on American Sign Language literature*. University of California Press.

Cascio, W. F. (2000). Managing a virtual workplace. *Academy of Management Perspectives*, 14(3), 81-90.

Consejo Nacional de Educación Superior CESU. (2014). *Acuerdo por lo Superior 2034: Propuesta de política pública para la excelencia de la educación superior en Colombia en el escenario de la paz*. CESU Consejo Nacional de Educación Superior.

Duarte, D. L., & Snyder, N. T. (1999). *Mastering virtual teams*. Jossey-Bass.

Hunt, A. (2019, marzo 20). Sign Languages Around the World [Linguistic]. *CultureReady*. <http://www.cultureready.org/blog/sign-languages-around-world>

Iliescu-Feidyue, C., & Geambaşu, G. G. (2016). Interactive Simulations for Demos, Exhibitions and as a Testing Platform for Designer. *Journal of Industrial Design & Engineering Graphics*, 11(2), 27–30. Applied Science & Technology Source.

INSOR. (2017). *Caracterización de condiciones de acceso, permanencia y graduación de estudiantes sordos en IES colombianas*. http://www.insor.gov.co/bides/wp-content/uploads/archivos/caracterizacion_acceso_perm_grad_estudiantes_sordos_ies.pdf

INSOR. (2020). *Plan Estratégico Institucional 2019-2022 INSOR* [PDF]. http://www.insor.gov.co/home/descargar/plan_estrategico_INSOR_2019_2022V1.pdf

Kotlarsky, J., Oshri, I., & Fenema, P. van (Eds.). (2008). *Knowledge processes in globally distributed contexts*. Palgrave Macmillan.

Lee, M. R. (2014). *Leading virtual project teams: Adapting leadership theories and communications techniques to 21st century organizations*. CRC Press.

Looney, M. B. (2015). *Hall of Bulls, Lascaux – Smarthistory*. <https://smarthistory.org/hall-of-bulls-lascaux/>

Márquez, H., Portilla, L., & Andrade, F. (2020). *Oferta Educativa Bilingüe Bicultural para Personas*

Sordas-OEBBS. Mineducación. <http://educativo.insor.gov.co/wp-content/uploads/2020/12/Documento-OEBBS.pdf>

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12), 1321–1329.

MinTIC. (2020, junio 29). *Ministra de TIC hace balance de la conectividad durante la pandemia*. MinTIC Colombia. <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-145946.html>

Pfau, R., Steinbach, M., & Woll, B. (Eds.). (2012). *Sign language: An international handbook*. De Gruyter Mouton.

Project Management Institute (Ed.). (2017). *A guide to the project management body of knowledge / Project Management Institute* (Sixth edition). Project Management Institute.

Project Management Institute (Ed.). (2017). *PMI Lexicon of Project Management Terms*. Project Management Institute.

Stanney, K. M. (Ed.). (2002). *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications*. Lawrence Erlbaum Associates.

Tran, V. N., & Latapie, H. M. (2006). Four strategies for team and work structuring in global organizations. *The Business Review, Cambridge*, 5(1), 105-110.

Velásquez, M., Posada, M., Gómez, D. N., López, N., Vallejo, F., Ramírez, P. A., & Vallejo, A. (2011). Acciones para favorecer la permanencia. Universidad de Antioquia. 2011 Colombia. *Congresos CLABES*. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/856>

Wen, T. (2020). *How coronavirus has transformed the way we communicate*. <https://www.bbc.com/worklife/article/20200408-coronavirus-how-lockdown-helps-those-who-fear-the-phone>

World Health Organization. (2011). *World Report on Disability*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/53067/retrieve>

Zofi, Y. S. (2011). *A manager's guide to virtual teams*. AMACOM.