



Desarrollo de un cuestionario para estimar las habilidades digitales de estudiantes universitarios

Javier Organista-Sandoval¹; Gilles Lavigne²; Arturo Serrano-Santoyo³; Maribel Sandoval-Silva⁴

Recibido: septiembre 2015 / Evaluado: diciembre 2015 / Aceptado: enero 2016

Resumen. El propósito del artículo es mostrar la ruta metodológica seguida para desarrollar un cuestionario para estimar las habilidades digitales con propósito educativo que tienen los estudiantes de una universidad pública mexicana. Se describe el desarrollo de un cuestionario basado en cuatro dimensiones: manejo de información, de comunicación, de organización y de tecnología portátil. Se recurre a la consulta de expertos para la delimitación de los factores, la elaboración de los reactivos y la estimación de un indicador de univocidad. Se aplica un análisis preliminar basado en modelado estructural de ecuaciones para obtener evidencias de validez de la escala desarrollada. El cuestionario se aplicó al azar a una muestra de 350 estudiantes. Se propuso un modelo conceptual para el constructo de habilidad digital, el cual tuvo la congruencia esperada entre las variables observadas y la estructura propuesta. Tras una primera aplicación se obtuvieron valores aceptables en tres de los índices de bondad de ajuste (RMSEA, GFI y AGFI), con excepción de Chi-cuadrada y se detectaron posibilidades de adecuar la escala con base en los índices de modificación derivados del programa AMOS. La información obtenida permitirá mejorar la escala propuesta. Determinar las habilidades digitales de los estudiantes es un punto de interés actual en la búsqueda de la innovación y eficiencia de las actividades educativas.

Palabras clave: habilidades de información; tratamiento de información; educación tecnológica; análisis estadístico.

[en] Development of a questionnaire to estimate undergraduate digital skills

Abstract. The purpose of this article is to show the methodological route carried out to develop a questionnaire to estimate the educational digital skills of students of a Mexican public university as well as to show evidence of construct validity through structural equation modeling. The development of a questionnaire based on four dimensions is described: management of information, communication, organization and portable technology. We draw on expert consultation for the delimitation of the factors, the development of reagents and the estimation of an indicator of

¹ Universidad Autónoma de Baja California (México)
E-mail: javor@uabc.edu.mx

² Universidad Autónoma de Baja California (México)
E-mail: lavignegilles@gmail.com

³ Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE (México)
E-mail: serrano@cicese.edu.mx

⁴ Universidad Autónoma de Baja California (México)
E-mail: maribelsandovals@hotmail.com

unambiguity. A preliminary analysis based on structural modeling of equations is applied to obtain evidence of validity of the developed scale. The questionnaire was applied to a random sample of 350 students. Additionally, we propose a conceptual model for the construct of digital skill, which showed the expected congruency between the observed variables and the proposed structure. After an initial application we were able to obtain acceptable values in three of the goodness of fit indices (RMSEA, GFI and AGFI), with the exception for Chi-square and possibilities were identified for adapting the scale based on the modification rates derived from the AMOS program. The information obtained will improve the proposed scale. Determining the digital skills of the students is a current interest in the search of innovation and efficiency of educational activities.

Keywords: information skills; data processing; technological education; statistical analysis.

Sumario. 1. Introducción. 2. Marco de referencia. 3. Estructura del cuestionario. 4. Evidencias de validez del cuestionario: consideraciones metodológicas. 5. Discusión y conclusiones. 6. Referencias bibliográficas.

Cómo citar: Organista-Sandoval, J.; Lavigne, G.; Serrano-Santoyo, A. y Sandoval-Silva, M. (2017). Desarrollo de un cuestionario para estimar las habilidades digitales de estudiantes universitarios. *Revista Complutense de Educación*, 28 (1), 325-343.

1. Introducción

La creciente expansión de la cobertura de posesión de dispositivos portátiles en la sociedad occidental, y de manera particular entre los miembros de las comunidades académicas, ha propiciado que este sector disponga de los servicios de voz y datos en todo momento y lugar, lo que sugiere que estos dispositivos tienen mayor presencia en las actividades académicas que realizan. Sin embargo, se desconoce y en el mejor de los casos poco se sabe, cómo es que aprenden a utilizar tales dispositivos y en qué medida desarrollan las habilidades digitales para manejar los recursos informáticos de acceso a información, comunicación, organización, por mencionar algunos.

Según Cassany y Ayala (2008), la mayoría de nuestros jóvenes están aprendiendo de manera informal un conjunto de habilidades y técnicas de manejo de información que muchos padres y docentes ignoramos. Sin embargo, los riesgos de este aprendizaje informal supone la falta de una guía u orientación sobre la riqueza pedagógica de los servicios de información y comunicación a los que están expuestos. Esto propicia que los jóvenes exhiban habilidades digitales incipientes o con una inadecuada visión del potencial pedagógico que realmente ofrecen estos servicios.

Ante esta situación, un punto de partida es estimar el nivel de destreza o habilidad que tiene el estudiante universitario para manejar y apropiarse de los dispositivos portátiles. Parte del problema es que el constructo habilidad digital requiere de evidencias de validez, que den la certeza de que realmente se está midiendo lo que se quiere medir. Para ello, en el presente documento se expone la estrategia o ruta metodológica seguida en el proceso de construcción de una herramienta de este tipo con la intención de lograr un adecuado nivel de fiabilidad y validez.

2. Marco de referencia

Desde hace un par de décadas, el concepto de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha cobrado relevancia en los diversos entornos sociales, en gran medida, por los beneficios que ofrecen en cuanto a comunicación y acceso a la información de manera ubicua e inmediata. Sin embargo, las múltiples interpretaciones y especificaciones de tecnologías englobadas bajo el término TIC dificultan la aplicación de los hallazgos de investigaciones a otros contextos al no existir coincidencia en cuanto a la tecnología utilizada. Por ello, en el presente trabajo se parte de una postura ante las TIC, las cuales se visualizan como un conjunto de herramientas las cuales operan a manera de interconexiones (Hasnaoui y Freeman, 2010; Işman, 2012) que posibilitan la ejecución de prácticas relacionadas con conocimientos específicos con la mediación de dispositivos portátiles, cuyos atributos de conectividad y portabilidad apoyan la realización de tareas específicas de comunicación y acceso a recursos de información.

En el contexto educativo actual, cada vez existe un mayor acercamiento con los dispositivos portátiles, ya que como señala Quiroga (2011), ofrecen gran potencial para establecer comunicación en todo momento y lugar, acceder a información y manejar aspectos de organización. Sin embargo, se requieren mejorar las estrategias pedagógicas para potencializar los beneficios que pueden proporcionar (Durall, Gros, Maina, Johnson y Adams, 2012). Inclusive, como señalan Casillas, Ramírez y Ortiz (2014), el nivel de destreza para el manejo de tecnologías que poseen los estudiantes puede propiciar el éxito o fracaso escolar. En este sentido, Duart, Gil, Pujol y Castaño (2008) ubican al entorno tecnológico, a las capacidades de acceso y usos de internet como los nuevos determinantes del rendimiento académico. Así pues, se reconoce que el capital tecnológico, entendido como el conjunto de saberes y destrezas sobre las TIC tiene un rol fundamental para apoyar al proceso educativo.

Sin embargo, los beneficios pedagógicos de la incorporación de la tecnología en las aulas es aún un aspecto controversial. Según el informe PISA sobre el uso de las herramientas digitales en el rendimiento escolar (OECD, 2015) señala que los países que han invertido fuertemente en TIC en los últimos años para la educación, no han visto una mejora notable del rendimiento escolar de sus alumnos en lectura, matemáticas o ciencia. Se destaca en las conclusiones internacionales de dicho estudio sobre el uso moderado y planificado de la tecnología si se quieren mejorar los resultados escolares y en la necesidad de un plan de estudios sobre habilidades digitales, de una preparación pedagógica de los docentes para integrar la tecnología en la enseñanza y de que los estudiantes sepan planificar sus búsquedas y diferenciar información importante de la no importante. Las habilidades requeridas en un contexto digital pueden y deben enseñarse, subraya el estudio.

En el mismo sentido, el Instituto de Estadística de la UNESCO señala la importancia de evaluar la aptitud digital sobre el uso de las TIC en la educación, pues a partir de ello, se pueden determinar las condiciones que tiene un país para participar en acciones donde se promueva el aprendizaje mediado con tecnologías;

lo cual, favorece la planeación de estrategias pedagógicas con incorporación de TIC.

Un punto de partida en torno al concepto de habilidades digitales es distinguirlo de competencia. De acuerdo con Mateo y Martínez (2006), la competencia comprende la selección de conocimientos, capacidades y habilidades que requiere un individuo para actuar en torno a una realidad específica; donde dicha ejecución está determinada por una serie de actitudes y valores propios del sujeto. Por su parte, la habilidad refiere a un conjunto de destrezas las cuales posibilitan aplicar conocimientos en relación a una situación definida, misma que provoca transformaciones en dicho evento. Así, para estimar la intensidad o nivel de dominio de la habilidad es fundamental delimitar las dimensiones que las comprenden y proponer una aproximación metodológica para su medición.

Una investigación a gran escala en torno a la caracterización de las habilidades digitales fue realizada por el Ministerio de Educación de Chile (2013). Para ello, propusieron una matriz de habilidades digitales basada en una estructura de cuatro dimensiones: información, comunicación efectiva y colaboración, convivencia digital y tecnología. Otros estudios (Hatlevik y Christophersen, 2013; Calvani, Fini, Ranieri y Picci, 2012) dan cuenta del interés por desarrollar instrumentos para estimar el nivel de ejecución de los estudiantes ante las TIC. En gran medida, este interés se deriva por los frecuentes hallazgos (Calvani et al., 2012; Mostmans, Vleugels y Bannier, 2012; Regueyra, 2011) que sugieren una relación entre destreza o habilidad digital y el desarrollo de pensamiento crítico, de una mayor participación en actividades colaborativas y eficiencia en cuanto a la búsqueda y localización de información. Todas ellas con posibilidades de uso pedagógico.

En el contexto mexicano, en las últimas tres administraciones públicas ha habido un creciente interés por incorporar las tecnologías de la información y comunicación en la vida educativa del país. Durante la administración foxista se implementó una herramienta pedagógica llamada Enciclomedia para su uso en el salón de clases. La idea era brindar acceso a contenidos digitales hipermedia en las aulas para apoyar el proceso educativo (SEP, 2006). Las principales dificultades en torno a esta iniciativa fueron primeramente de tipo financiero y de una falta de estrategias pedagógicas para propiciar una mejora al proceso educativo (Balderas, 2009). Posteriormente, durante la administración de F. Calderón (2007-2012), se implementó el Programa de Habilidades Digitales para Todos (PHDT) con el propósito de contribuir a mejorar el aprendizaje de los estudiantes de educación básica propiciando el manejo de TIC en el sistema educativo mediante el acceso a las aulas telemáticas. Una de las iniciativas de mayor trascendencia ha sido *e-México*, que inicia en la administración foxista para ampliar la cobertura de servicios básicos como educación y salud. Como una derivación natural de esta iniciativa, el proyecto actual de *México Conectado*, eleva a derecho constitucional el acceso a Internet de banda ancha. Se busca que más estudiantes y maestros tengan acceso a la banda ancha en su escuela o universidad; que más médicos y funcionarios de salud cuenten con conectividad en su clínica o centro de salud, y que se tenga acceso a Internet en espacios públicos como parques, bibliotecas, etc.

De las investigaciones nacionales relacionadas con la mediación tecnológica en el proceso educativo, destaca la de Covi, Garay, López y Portillo (2011) quienes mencionan que los jóvenes universitarios perciben favorablemente el uso de

dispositivos portátiles para el aprendizaje, en gran medida, por la facilidad para comunicarse en cualquier lugar y momento. Por su parte, Cabero, Llorente, Leal y Lucero (2009) encuentran relación entre la disposición de equipos tecnológicos en casa y el desarrollo de destrezas vinculadas al uso de tecnología. Dicho estudio se realizó con estudiantes de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. En otro estudio realizado en el Tecnológico de Monterrey, Ramos, Herrera y Ramírez (2010), señalan la relación que existe entre el uso de la tecnología portátil y la promoción de habilidades cognitivas básicas (enfoque, búsqueda de información, análisis, organización, evaluación y transformación) y superiores (solución de problemas, toma de decisiones, pensamiento crítico y creativo).

Por otra parte, la Coordinación de Tecnologías para la Educación de la Universidad Nacional Autónoma de México, elaboró una matriz de habilidades digitales con la finalidad de agrupar y organizar en distintos niveles las habilidades relacionadas al uso de tecnologías que se deben desarrollar tanto en estudiantes de bachillerato, como universitarios. Con base en lo anterior, se construyó un instrumento⁵ para realizar una evaluación diagnóstica de las destrezas digitales que poseen los estudiantes de primer semestre de licenciatura, con el propósito de mejorar la eficacia de los programas formativos que ofrece dicha Institución así como favorecer el acceso a técnicas y métodos que incidan en la preparación profesional de los estudiantes.

De acuerdo con los referentes teóricos antes mencionados, es clara la tendencia hacia la incorporación de dispositivos portátiles en los entornos de educación superior, ya que los atributos que caracterizan a dichas tecnologías, propician el desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas con el desempeño académico de los estudiantes. Por otra parte, el carácter cambiante de las tecnologías sugiere que las habilidades digitales de los estudiantes también son dinámicas; por ello, es necesario revisar y actualizar los instrumentos para medir dichas habilidades, analizar las dimensiones que las integran y los métodos para estimar el nivel de destreza. El presente trabajo es útil en tanto describe el proceso de construcción de un cuestionario para estimar las habilidades digitales que poseen los estudiantes de una muestra extraída de un campus universitario mexicano. La delimitación por expertos de las habilidades digitales de los universitarios permitió identificar aquellas destrezas que mayormente pueden apoyar al proceso educativo. De esta forma, se derivan las cuatro categorías de las habilidades digitales: manejo de comunicación, de información, de organización y de manejo de tecnología. Identificar el nivel de habilidad digital que posee un estudiante permite diseñar acciones educativas para quienes muestren un nivel de destreza incipiente.

Con base en el marco de referencia presentado, el propósito general de este estudio es describir la ruta metodológica seguida en el desarrollo de un cuestionario para estimar las habilidades digitales con propósito educativo que tienen los estudiantes de una universidad pública mexicana. Para ello, los objetivos específicos se dirigen a: describir los elementos metodológicos preliminares en la construcción de la escala; estimar la fiabilidad de las puntuaciones derivadas de la escala y obtener evidencias de validez del cuestionario desarrollado.

⁵ <http://www.educatic.unam.mx/>

3. Estructura del cuestionario

La propuesta inicial para caracterizar las habilidades digitales de interés con propósito educativo considera cuatro dimensiones: acceso a información, manejo de comunicación, aspectos de organización y manejo de tecnología portátil. Si bien, es frecuente encontrar una mayor diversidad en cuanto a las habilidades educativas, las cuatro dimensiones mencionadas corresponden a categorías mayormente utilizadas por los estudiantes (Organista-Sandoval, Serrano-Santoyo, McAnally y Lavigne, 2013; Kukulska-Hulme y Traxler, 2007).

Se conformó un panel de expertos para precisar las habilidades digitales de interés educativo según las dimensiones antes mencionadas. La tabla I muestra los acuerdos de los expertos en torno a la descripción de las principales destrezas asociadas a cada dimensión.

HABILIDAD DIGITAL	
1. MANEJO DE INFORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Considerar herramientas o motores de búsqueda de información en medios electrónicos Realizar búsquedas eficientes de información en la red Internet o en bases de datos electrónicas Seleccionar la información derivada del criterio de búsqueda Trasladar la información seleccionada al espacio del usuario Organizar la información Apropiación de la información
2. MANEJO DE COMUNICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar reglas y normas sociales en ambientes digitales Desarrollar mensajes o contenidos, de forma personal, considerando elementos de forma y fondo según el destinatario Desarrollar contenidos de forma colaborativa Transferir/recibir mensaje(s) según el formato, propósito y tipo de destinatario Utilizar medios digitales para comunicar y difundir las ideas principales de un documento
3. MANEJO DE TECNOLOGÍA PORTÁTIL	<ul style="list-style-type: none"> Dominar conceptos tecnológicos básicos Cuidado de dispositivos portátiles (celular, tableta y laptop). Resolver problemas técnicos básicos con el equipo portátil Manejo de aplicaciones
4. ORGANIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Calendarizar actividades o eventos Administrar contactos para acuerdos de trabajo grupal Utilizar aplicaciones diversas para disponer de información estratégica o contextual

Tabla I. Descripción de las habilidades digitales según las cuatro dimensiones de interés

Con esta información, el panel de expertos elaboró una tabla de especificaciones con base en la estructura mostrada en la tabla II. En dicha tabla se incluye la descripción de la habilidad de interés, su definición operacional y el

comportamiento observable; insumos básicos para la elaboración de los reactivos del cuestionario. Por lo extenso de la tabla resultante, solo se muestra la especificación para el primer comportamiento observable.

1. MANEJO DE INFORMACION		
Habilidad digital	Definición operacional	Comportamiento observable
1.1. Considerar herramientas o motores de búsqueda de información en medios electrónicos	Seleccionar buscadores de información en la red Internet y/o bases de datos electrónicas pertinentes al interés de búsqueda del usuario	El usuario utiliza buscadores o meta- buscadores de información en la red Internet
...

Tabla II. Ejemplo de especificación para la dimensión: MANEJO DE INFORMACION.

A partir de la especificación desarrollada por los expertos y con base al comportamiento observable se elaboraron 31 reactivos que constituyeron el borrador inicial del instrumento. La escala de medición se recupera a partir de la especificación propuesta por Carrera, Vaquero y Balsells (2011). Un ejemplo de reactivo con su escala se muestra en la tabla III.

Selecciono y utilizo buscadores de información en Internet, conocidos también como motores de búsqueda [0] Lo desconocía [1] No soy capaz de hacerlo [2] Lo haría con ayuda [3] Lo haría sin ayuda [4] SÍ, y sabría explicar la actividad
--

Nota: La codificación utilizada se incluyó en los paréntesis

Tabla III. Ejemplo de reactivo generado a partir de la especificación de conducta observable.

Para estimar la univocidad de cada reactivo, vista ésta como la condición de uno y solo un significado o interpretación posible, se consideró la escala propuesta por Carrera, Vaquero y Balsells (2011) la cual se muestra en la tabla IV.

Significado	Valor
El ítem es entendido e interpretado inequívocamente de una única manera	3
Para algunas personas podría tener otro significado	2
El ítem es susceptible de ser entendido en sentidos diversos	1
El ítem definitivamente se presta para múltiples interpretaciones.	0

Tabla IV. Escala utilizada para la estimación de Univocidad.

Se elaboró una rúbrica para que cada uno de los cinco expertos evaluara la univocidad (Iu) de los 31 reactivos. El cálculo de univocidad se hizo con base a la suma de evaluación de los expertos para cada reactivo dividido entre el valor máximo de la escala por el número de expertos. Por ejemplo, si las evaluaciones de

cinco expertos para el reactivo uno fueron: 2, 3, 3, 2, 2 entonces la univocidad del reactivo uno es: $(2+3+3+2+2)/(3 \times 5) = 12/15 = 0.80$. De esta forma, con base a las estimaciones de univocidad obtenidas para los 31 reactivos, se eliminó a uno de ellos y se modificaron ocho reactivos (ver tabla V).

Criterio de Univocidad*	Nº reactivos	Acción tomada
Iu > 0.80 [mantener forma original]	22	Se mantuvieron
0.60 ≤ Iu ≤ 0.80 [modificar redacción]	8	Se modificaron en su redacción
Iu < 0.59 [eliminar reactivo]	1	Se eliminaron

* Carrera, Vaquero y Balsells (2011)

Tabla V. Resultados de la estimación de univocidad del instrumento.

Un punto fundamental en todo instrumento es que las puntuaciones que se obtengan sean fiables, lo que refleja el grado de precisión de la medida. Para ello, se calculó el coeficiente Alpha de Cronbach (Nunnally & Bernstein, 1994). Es conveniente señalar que la fiabilidad no es una característica del instrumento, sino de las puntuaciones obtenidas en una muestra determinada (Celina y Campo, 2005). La idea es contar con un instrumento que ante múltiples aplicaciones proporcione resultados similares.

Así, para la aplicación del cuestionario se seleccionó a la población de estudiantes del campus Sauzal de la UABC que contaba en 2013 con una matrícula de 3597 estudiantes. Para estimar el tamaño de muestra, se recurre al algoritmo descrito en el sitio web *The Survey System*⁶ con valores de entrada [Población = 3597; Z (95%) = 1.96; Prevalencia = 0.8 y Error = 0.05%]. El valor de prevalencia fue estimado con base en investigaciones previas (Organista-Sandoval y Serrano-Santoyo, 2014; Organista y Serrano, 2015) que dan cuenta de la proporción de estudiantes de la población que poseen la característica de estudio, en este caso, la posesión de algún dispositivo portátil (cómputo, teléfono celular y tableta). El resultado fue un tamaño de muestra de 230 estudiantes. A partir de este dato, se seleccionaron al azar 350 estudiantes a quienes se les aplicó el cuestionario. Se consideró la matrícula de cada una de las cuatro unidades académicas que conforman el campus para mantener una cuota proporcional en la selección al azar de los estudiantes para la muestra. Este valor excedió el valor mínimo de 230, sugerido por el algoritmo.

El coeficiente Alpha estimado para cada dimensión se muestra en la tabla VI. Autores como Panayides (2013) señala valores diferentes (0.50, 0.60, 0.70), por mencionar algunos, para considerar aceptable o crítico a dicho coeficiente. De acuerdo con Nunnally & Bernstein (1994), valores entre 0.70 y 0.80 son adecuados en un análisis exploratorio estándar. Considerando lo anterior, en el presente estudio en ningún caso se tuvieron coeficientes menores a 0.70, por lo que existe evidencia estadística suficiente de una adecuada fiabilidad de las puntuaciones

⁶ <http://www.surveysystem.com/sample-size-formula.htm>

obtenidas. De acuerdo con Arias (2008) los datos deben estar libres de multicolinealidad, la cual se presenta cuando variables diferentes miden el mismo constructo, lo que implica una correlación muy elevada entre ellas (0.90 o superior). En este estudio, se obtuvo una correlación media inter-ítem de 0.30 y al revisar la matriz de correlaciones en ningún caso se presentaron valores de correlación superiores a 0.90. Por su parte, la media de correlaciones entre cada reactivo y el total de la escala fue de 0.61.

Dimensión	k (n° reactivos)	Alpha de Cronbach
Información	7	0.78
Comunicación	8	0.83
Manejo de tecnología	8	0.88
Organización	7	0.82
Total de la escala	30	0.94

Tabla VI. Coeficientes Alpha de Cronbach estimados para cada dimensión de la encuesta

Uno de los supuestos de los modelos de ecuaciones estructurales es que las variables observadas mantengan, de forma conjunta, una distribución normal multivariante para optimizar los estimadores tanto individuales como de ajuste global. Para estimar esta condición, se utilizó la prueba de normalidad multivariante del paquete AMOS, que considera las razones críticas de asimetría y curtosis (González, Abad y Levy, 2006) para analizar si las variables mantienen un patrón de distribución mesocurtico y sin sesgo. Solo doce variables de las treinta que conforman el cuestionario cumplieron el criterio de normalidad univariante, pero el criterio de normalidad multivariada no se alcanzó. Sin embargo, en el caso que no se cumpla el criterio de normalidad multivariada y si la ausencia de normalidad no es extrema (Byrne, 2010), recomienda aplicar métodos alternos de estimación, por ejemplo de mínimos cuadrados ponderados o diagonalizados. Por su parte, Arias (2008) señala que la exigencia de un continuo de la escala podría atenuarse en una escala ordinal y recomienda para ello que el número mínimo de valores de cada indicador sea cuatro para aumentar la probabilidad de seguir un patrón de ocurrencias normal y utilizar las puntuaciones originales. En el caso de este estudio, se utiliza la técnica de modelos de ecuaciones estructurales con un propósito exploratorio para el constructo habilidad digital.

4. Evidencias de validez del cuestionario: consideraciones metodológicas

Se parte de una propuesta de instrumento, cuya elaboración requirió de la revisión de la literatura, de la consulta a investigaciones afines y de la opinión de expertos. Esto permitió tomar un posicionamiento teórico conceptual en torno a las habilidades digitales. Sin embargo, como señalan González-Montesinos y Backhoff (2010), cuando se propone un modelo conceptual que recurre a variables latentes o constructos es necesario aportar evidencias de que se está midiendo lo que se quiere medir. Así, la estrategia metodología para aportar evidencias de validez se

sustenta en una técnica de Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM por sus siglas en inglés). Se aplica un análisis factorial confirmatorio a los datos obtenidos. El software utilizado es AMOS versión 18. A continuación se describen los hallazgos obtenidos en cada etapa.

4.1. Especificación del modelo

La estructura conceptual de las habilidades digitales se sustenta en cuatro factores o variables latentes especificadas como las dimensiones de: manejo de información, manejo de comunicación, manejo de tecnología y aspectos de organización. Las variables observadas o medibles están conformadas por los valores que se obtienen de las respuestas a los reactivos del cuestionario (ver anexo 1). Si bien, se presenta en la tabla VII una categoría de Información general que incluye las variables semestre, carrera, género, promedio de calificación y dispositivos portátiles que tiene el estudiante, éstas no se consideraron en el modelo estructural propuesto.

Habilidad Digital	Descripción
Información gral.	Semestre, carrera, genero, promedio de calificación, posesión de dispositivo portátil (computo, teléfono celular y tableta)
Manejo de información	Considera herramientas de búsqueda [r1] Usa palabras clave para buscar [r2] Realiza búsquedas avanzadas [r3] Recupera información en formato deseado [r4] Descarga la información encontrada en su espacio personal [r5] Mantiene hipervínculos para acceso posterior [r6] Se apropia de la información [r7]
Manejo de comunicación	Confirma recepción de mensajes y responde [r8] Utiliza reglas ortográficas en mensajes [r9] Mejora la presentación de forma de un escrito [r10] Desarrolla contenidos de forma colaborativa [r11] Desarrolla mensajes estructurados según el destinatario [r12] Maneja envío y recepción de mensajes y archivos [r13] Comenta en foros sociales [r14] Usa redes sociales para difundir documentos propios [r15]
Manejo de tecnología	Identifica aspectos técnicos de un dispositivo portátil [r17] Actualiza y configura dispositivo portátil [r18] Instala periféricos al dispositivo portátil [r19] Identifica causas de malfuncionamiento del dispositivo [r20] Actualiza programas antivirus [r21] Maneja la conectividad del dispositivo [r22] Accede a foros de apoyo técnico para solucionar problemas [r23] Instala y desinstala programas y aplicaciones diversas [r24]
Aspectos de organización	Usa Internet para boletos de avión, hotel, compras online [r16] Usa agenda electrónica para organizar sus actividades [r25] Actualiza lista de contactos [r26] Usa aplicaciones de comunicación para acuerdos grupales [r27] Obtiene información estratégica como clima, ubicación, etc. [r28] Usa dispositivo portátil para viajes (reservación, boletos...) [r29]

Usa almacenamiento en la nube como dropbox/OneDrive [r30]

Tabla VII. Descripción de las habilidades digitales consideradas en la investigación

Como parte de la metodología SEM para la validación de constructo, se utilizó el paquete estadístico AMOS versión 18 para la aplicación del Análisis Factorial Confirmatorio. La idea tras este análisis es analizar la estructura de covarianzas observada o recuperada de las respuestas y compararla con la estructura conceptual postulada. La representación gráfica de la estructura propuesta para el cuestionario se muestra en la figura 1. En esta figura los óvalos representan a las variables latentes o constructos y los rectángulos representan las variables observadas manifestadas como los reactivos del instrumento. Las flechas bidireccionales representan covarianzas entre las variables latentes. Las flechas unidireccionales indican que cada variable observada es un indicador de la dimensión a la que pertenecen. Finalmente, los círculos y flechas unidireccionales relacionados con las variables observadas representan los términos de error.

Como primer punto, el índice de bondad de ajuste de Chi-cuadrada es utilizado para evaluar el ajuste general del modelo de medición. Se le considera una medida preliminar de la diferencia entre el modelo propuesto y los datos empíricos. Se observa en la figura 1 que el valor de Chi-cuadrada fue de 830 ($p=0.000$) mismo que al ser menor que 0.05 indica un ajuste no adecuado. Sin embargo, como señalan González-Montesinos y Backhoff (2010) el índice Chi-cuadrada es preliminar al ser muy sensible al tamaño de muestra, por lo que una valoración de un modelo debe darse en términos de índices más robustos. La ejecución del modelo (ver figura 1) produce los coeficientes estandarizados de la regresión multivariada que se interpretan como las líneas de influencia entre las variables latentes y observadas. Dichos coeficientes estuvieron en el rango 0.55-0.84 lo que significa que para un incremento unitario del rasgo latente, la variable observada se incrementa en la proporción del valor de su coeficiente estandarizado. Por su parte, el coeficiente de determinación (R^2), visto como la proporción de varianza explicada para dicha variable tuvo valores en el rango 0.30-0.71. Respecto a los coeficientes de correlación entre las variables latentes, los valores estuvieron entre 0.78-0.87. La mayor relación (0.87) se presentó con los rasgos latentes de aspectos de organización y manejo de comunicación. Las evidencias estadísticas obtenidas en esta etapa de especificación muestran que la evaluación preliminar del modelo es coherente y consistente. Sin embargo, existe suficiente información estadística proporcionada con los índices de modificación y bondad de ajuste para re-especificar el modelo.

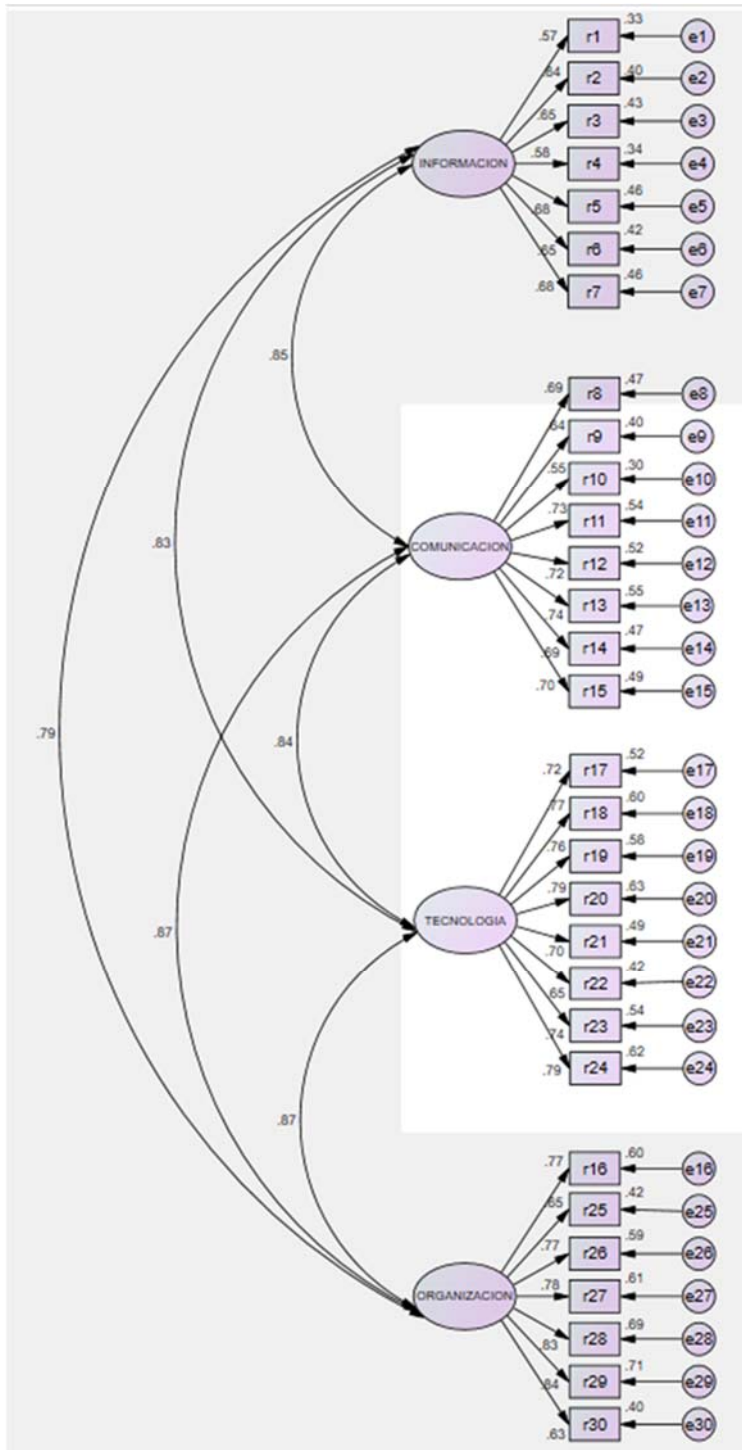


Fig. 1. Modelo conceptual de la estructura del cuestionario de Habilidades digitales

4.2. Índices de bondad de ajuste del modelo

En esta etapa del proceso, se evalúa si el modelo de medición y los datos observados ajustan entre sí. Como parte de la estrategia de la metodología SEM, se han desarrollado diversos índices de bondad de ajuste, para determinar si existen diferencias significativas entre el modelo conceptual y las respuestas de los estudiantes. Como se mencionó anteriormente, un primer índice es Chi-cuadrada, el cual contrasta las diferencias entre el modelo propuesto y los datos empíricos. Se espera obtener un mínimo de diferencias entre ellos. Esta prueba es preliminar y se toma como base para el cálculo de otros índices. El valor de Chi cuadrada obtenido fue de 830 ($p=0.000$; $df=399$). Este valor de significancia implica que el modelo y los datos no ajustan entre sí. No obstante lo anterior, de acuerdo con González-Montesinos y Backhoff (2010), la evaluación de un SEM no debe realizarse únicamente con chi-cuadrada, ni con un solo índice, sino que se espera se consideren aquellos indicadores más robustos.

Uno de los índices recomendados (Meyers, Glenn & Guarino, 2013) en este tipo de modelos multivariados es el Error Medio Cuadrático de Aproximación (RMSEA, por sus siglas en inglés). La importancia de este índice es que refleja una diferencia absoluta entre el modelo propuesto y los datos observados, considerando el número de estimaciones y el tamaño de la muestra. Cuando RMSEA es menor a 0.10 se tiene una evidencia de buen ajuste entre el modelo de medición y la estructura de los datos. En esta investigación, el valor de RMSEA obtenido fue de 0.058, lo que sugiere un ajuste razonable.

Según lo señalado en Byrne (2010), el índice de bondad de ajuste (GFI, por sus siglas en inglés) es una medida de la cantidad relativa de varianza y covarianza en la muestra de datos que en conjunto es explicado en el modelo conceptual/propuesto (σ). El índice ajustado (AGFI, por sus siglas en inglés) difiere de GFI al considerar los grados de libertad en el modelo especificado. Ambos índices se clasifican como índices absolutos, y en donde valores cercanos a 1.0 es un indicativo de buen ajuste. En el caso de los índices estimados en este estudio, el valor obtenido de GFI fue de 0.84 y el AGFI de 0.81, lo que sugiere un buen ajuste. Sin embargo, los resultados obtenidos deben considerarse con sus recaudos de aplicación, al ser un estudio con una pretensión exploratoria, y en donde se requiere reforzar la parte de las consideraciones base para la aplicación de esta técnica de modelos estructurales.

Con base en los indicadores antes presentados, es evidente que el modelo requiere de un análisis de las relaciones propuestas en el modelo original, ello con el propósito de mejorar el ajuste de las respuestas dadas por los estudiantes. El programa AMOS permite estimar los índices de modificación mediante los cuales se muestran las relaciones adicionales que se presentan mediante el análisis de las covarianzas y revisión de cargas cruzadas de los coeficientes de regresión. Se recomienda revisar los reactivos 4, 27 y 30, al presentar los mayores valores de los índices de modificación y un alto valor de correlación entre los errores e4-e27.

5. Discusión y conclusiones

La elaboración de cuestionarios y en especial aquellos que pretendan estimar algún rasgo latente requieren de un tratamiento metodológico que aporte evidencias de que se esté midiendo lo deseado. Para el caso del constructo habilidad digital del presente artículo, se logró un acuerdo entre los expertos para conciliar las temáticas de interés y así proponer una estructura de cuatro categorías, con propósito educativo, las cuales se enfocaron en aspectos de manejo de la información, de comunicación, de organización y de manejo de tecnología.

Una estrategia utilizada para la revisión de los reactivos, con la intención de evitar polisemia o interpretaciones diferentes en ellos fue la estimación de un índice de univocidad (Carrera, Vaquero y Balsells, 2011). Este indicador permitió eliminar un reactivo de los 31 que inicialmente conformaron la escala y requirió modificar la redacción de ocho reactivos para obtener una versión depurada de la escala. En cuanto a la fiabilidad de las puntuaciones, los valores obtenidos del coeficiente Alpha de Cronbach para cada una de las cuatro categorías consideradas, dan cuenta de una adecuada fiabilidad al estimar valores superiores a 0.75 para cada dimensión.

Como se mencionó al final del marco de referencia, el propósito de este trabajo fue describir la ruta metodológica seguida en el desarrollo de un cuestionario para estimar las habilidades digitales con propósito educativo que tienen los estudiantes de una universidad pública mexicana. En ese recorrido, un punto fundamental es la recuperación de evidencias de validez de constructo de la escala desarrollada; ello involucra, como señalan González-Montesinos y Backhoff (2010), aportar evidencias estadísticas de que los valores resultantes de la aplicación de dicho instrumento, son expresiones de los rasgos latentes sustentados en el modelo conceptual inicial. Por lo que, con base en los índices calculados, la estructura dimensional propuesta y las variables observadas tuvieron la congruencia esperada. En síntesis, a continuación se presentan los principales hallazgos de este trabajo:

- El modelo conceptual propuesto, con cuatro categorías de interés para el constructo habilidad digital tiene la congruencia esperada entre las variables observadas y la estructura propuesta.
- Se cuenta con un conjunto de reactivos, los cuales fueron elaborados bajo un esquema metodológico que recurrió a: la consulta de expertos, a la estimación de la univocidad y al cálculo del coeficiente Alpha de Cronbach como un indicador de la fiabilidad de las respuestas obtenidas. Estas estrategias metodológicas aportaron elementos de validez para lograr una propuesta de cuestionario con reactivos minuciosamente elaborados.
- Para evaluar el ajuste entre el modelo conceptual y los datos de la muestra, se consideraron los índices Chi-cuadrada, RMSEA, GFI y AGFI. Se obtuvieron valores aceptables en tres de los índices mencionados, con excepción de Chi-cuadrada. Los reactivos 4, 27 y 30 requieren de revisión.
- Se presentaron relaciones de covarianza elevadas entre los términos de error, especialmente entre e18-e23, e17-e18, e4-e27 y e2-e3. Esta situación puede interpretarse como variables observadas que comparten una fuente

de varianza distinta a los rasgos latentes especificados en el modelo conceptual.

A manera de cierre, los hallazgos aquí presentados dan cuenta de la rigurosidad para la obtención de evidencias de validez cuando se desarrolla una escala o cuestionario. Los rasgos latentes o constructos requieren de una adecuada especificación de las variables que se recopilarán especialmente en el nivel de medición y en el cumplimiento de las especificaciones para la aplicación de un modelo de ecuaciones estructurales.

El presente trabajo pretende aportar elementos metodológicos en el proceso de construcción de una escala encuesta para estimar las habilidades digitales que poseen los estudiantes de una muestra extraída de un campus universitario mexicano y a delimitar, desde la opinión de expertos, aquellas dimensiones y destrezas que pueden apoyar al proceso educativo. Esto coincide con lo señalado por la OECD (2015) en torno a la necesidad de profundizar en los estudios sobre las habilidades digitales y en que los estudiantes sepan planificar sus búsquedas y diferenciar información importante de la no importante.

6. Referencias bibliográficas

- Arias, M. B. (junio, 2008). Desarrollo de un ejemplo de análisis factorial confirmatorio con LISREL, AMOS y SAS. En M.A. Verdugo (Presidencia), Metodología en la investigación sobre discapacidad. Introducción al uso de las ecuaciones estructurales. VI. Simposio científico SAID llevado a cabo en Salamanca, España.
- Balderas, R. (2009). ¿Sociedad de la información o sociedad del conocimiento? *El Cotidiano*, 24(158), 75-80. Recuperado de: <http://132.248.9.34/hevila/ElCotidiano/2009/no158/11.pdf>
- Byrne, B. M. (2010). *Structural Equation Modeling with AMOS. Basic concepts, Applications, and Programming*. 2nd ed. New York, USA: Routledge Taylor and Francis group.
- Cabero, A. J., Llorente, C. M. D., Leal, F. y Lucero, F. A. (2009). La alfabetización digital de los alumnos universitarios mexicanos: una investigación en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. *Enseñanza & Teaching*, (27), 41-59.
- Calvani, A., Fini, A., Ranieri, M. y Picci, P. (2012). Are Young generations in secondary school digitally competent? A study on Italian teenagers. *Computers & Education*, 58(2), 797-807. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.004>
- Carrera, F., Vaquero, E., & Balsells, M. (2011). Instrumento de Evaluación de competencias digitales para adolescentes en riesgo social. *EDUTEC-E. Revista Electrónica de Tecnología Educativa* (35), 1-25. Recuperado de: <http://edutec.rediris.es/revelec2/revelec35>
- Casillas, A. M.A., Ramírez, M.A. y Ortiz, M.V. (2014). El capital tecnológico una nueva especie del capital cultural. Una propuesta para su medición. En Alberto Ramírez Martinell y M.A. Casillas (Eds.), *Háblame de TIC: Tecnología Digital en Educación Superior* (pp. 23-38). Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- Cassany, D. y Ayala, G. (2008). Nativos e inmigrantes digitales en la escuela. *Participación Educativa*, 9, 53-71

- Celina, O. H. y Campo, A. A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80634409>
- Crovi, D., Garay C. D., López G. R. y Portillo S. M. (2011). Uso y apropiación de la telefonía móvil. Opiniones de jóvenes universitarios de la UNAM, la UACM y la UPN. *Revista Derecho a Comunicar*, (3), 54-73.
- Duart, J. M., Gil, M. Pujol, M y Castaño, J. (2008). *La universidad en la sociedad red. Usos de Internet en Educación Superior*. Barcelona: Ed. Ariel.
- Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L. y Adams, S. (2012). *Perspectivas tecnológicas. Educación superior en iberoamérica 2012-2013. Horizon project*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- González-Montesinos, M. & Backhoff, E. (2010). Validación de un cuestionario de contexto para evaluar sistemas educativos con Modelos de Ecuaciones Estructurales. *RELIEVE*, 16(2), 1-17. Recuperado de: http://www.uv.es/RELIEVE/v16n2/RELIEVEv16n2_1.htm
- González.N., Abad, J. & Lévy, J. P. (2006). Normalidad y otros supuestos en análisis de covarianzas. En J. Lévy (Ed.), *Modelización con estructuras de covarianzas* (pp. 31-57). Netbiblo: La Coruña.
- Hasnaoui, A., y Freeman, I. (2010). Diffusion and Implementation of Corporate Social Responsibility (CSR): The Role of Information and Communication Technologies (ICT). *Revue Management Et Avenir*, 9(39), 386-406. doi:10.3917/mav.039.0386
- Hatlevik, O. y Christophersen, K. (2013). Digital competence at the beginning of upper secondary school: Identifying factors explaining digital inclusion. *Journal Computers & Education*, 63(2), 240-247. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.015>
- Işman, A. (2012) Technology and technique: an educational perspective. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(2), 207-213. Recuperado de: <http://tojet.net/articles/v11i2/11222.pdf>
- Kukulka-Hulme, A. Y Traxler, J. (2007). Mobile teaching and learning. En A. Kukulka-Hulme (Eds.), *Mobile learning: a handbook for educators and trainers* (pp. 25-44). Londres y Nueva York: Routledge Taylor & Francis Group.
- Mateo, J. y Martínez, F. (2006). *Más allá de la medición y la evaluación educativa*. Madrid: Ed. La Muralla.
- Meyers, L. S., Glenn C. G. y Guarino A. J. (2013). *Performing Data Analysis Using IBM SPSS*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Ministerio de Educación de Chile (Marzo, 2013). *Matriz de Habilidades TIC para el aprendizaje*. Centro de Educación y Tecnología, Chile. Recuperado de: http://www.eduteka.org/pdfdir/CHILE_Matriz_Habilidades_TIC_para_el_Aprendizaje.pdf
- Mostmans, L., Vleugels, C. & Bannier, S. (2012). Raise your hands or hands-on? The role of computer-supported collaborative learning in stimulating intercreativity in education. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(4), 104-113. Recuperado de: http://www.ifets.info/journals/15_4/10.pdf
- Nunnally, J. C. & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory* (3rd Ed.). New York: McGraw-Hill.
- OECD (2015), *Students, Computers and Learning: Making the Connection*, PISA, OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en>

- Organista-Sandoval, J., Serrano-Santoyo, A., McAnally, L. y Lavigne, G. (2013). Apropiación y usos educativos del celular por estudiantes y docentes universitarios. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 15(3), 138-156. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol15no3/contenido-organistaetal.html>
- Organista-Sandoval, J., & Serrano-Santoyo, A. (2014). Appropriation and Educational Uses of Mobile Phones by Students and Teachers at a Public University in Mexico. *Creative Education*, 5, 1053-1063. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2014.512119>
- Organista, S. J. y Serrano, S. A. (2015). Acceso y uso de los dispositivos portátiles de la población estudiantil de primaria a bachillerato: estudio de caso en Ensenada, México. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 15(3), 1-17. Recuperado de: <http://revista.inie.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/view/802>
- Panayides, P. (2013). Coefficient Alpha. Interpret With Caution. *Europe's Journal of Psychology*. 9(4), 687-696. doi:10.5964/ejop.v9i4.653
- Quiroga, L. E. (2011). Posibilidades y limitaciones de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la docencia. *Actualidades Pedagógicas*, (58), 65-79. Recuperado de: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ap/article/view/539>
- Ramos, A.I., Herrera, J.A. y Ramírez, M.S. (2010). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de caso. *Revista Comunicar*, (34), 201-209.
- Regueyra, E. M.G. (2011). Aprendiendo con las tic: una experiencia universitaria. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 11(no. especial), 1-29. <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v11i4.10230>
- Secretaría de Educación Pública (2006). *Programa Enciclomedia. Libro Blanco*. México: SEP.

9. Utilizar reglas ortográficas cuando elaboro un texto en formato electrónico, y de ser necesario aplicar algún corrector ortográfico
10. Mejorar la presentación de un escrito mediante el manejo de tipo de letra, inserción de imágenes, tablas, etc.
11. Utilizar algún programa en Internet, desde mi dispositivo portátil, para construir o corregir un documento de forma colaborativa con compañeros
12. Ajustar el archivo –ya sea en un formato específico, tamaño deseado, etc.– según los requerimientos del sitio Web a donde lo pretendo enviar
13. Manejar el envío y recepción de mensajes y archivos desde mi dispositivo portátil
14. Participar con comentarios en foros de redes sociales desde mi dispositivo portátil
15. Manejar redes sociales para difundir algún archivo de elaboración propia
16. Utilizar Internet para: reservar boletos de avión, inscribirme a congresos, comprar en línea, etc.
17. Identificar aspectos técnicos básicos de mi dispositivo portátil, como sistema operativo, tamaño de memoria, tipo de pantalla, etc.
18. Actualizar y configurar mi dispositivo portátil, por ej. el sistema operativo, aplicaciones, etc.
19. Instalar periféricos a mi dispositivo portátil como impresora, scanner, etc.
20. Identificar la probable causa de un funcionamiento inadecuado en mi dispositivo portátil
21. Instalar y actualizar programas antivirus para mantener protegido a mi dispositivo portátil
22. Manejar distintos modos de conexión (Wi-Fi, 3G/4G) desde mi dispositivo portátil para acceder a Internet
23. Acceder en línea a foros de consulta técnica para encontrar la solución a un problema técnico en mi dispositivo portátil
24. Instalar/desinstalar aplicaciones diversas en mi dispositivo portátil
25. Utilizar la agenda electrónica de mi dispositivo portátil para calendarizar actividades
26. Mantener actualizada mi lista de contactos
27. Recurrir al uso de medios de comunicación como email, mensajes de texto (SMS), Facebook, Whatsapp, entre otros para lograr acuerdos en actividades educativas
28. Obtener información desde mi dispositivo portátil del clima, del mapa de la ciudad, de la ubicación de un lugar, etc.
29. Utilizar mi dispositivo portátil para organizar un viaje (reservación de hotel, boletos de avión, etc.)
30. Utilizar algún servicio de almacenamiento ‘en la nube’ (P. ej. Dropbox, OneDrive, etc.) para manejar mi información