

rdiis[®]

Revista online
de la Red Internacional de
Investigación en Diseño

ISSN 2254 - 7215

Vol. 4, núm. 1
Julio, 2020

Científico **2020**

REVISTA ONLINE DE LA RED INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN DISEÑO

ISSN 2254 – 7215

Volumen 4, número 1
Julio, 2020



rdis® - REVISTA ONLINE

Red Internacional de Investigación en Diseño

editorial@rdis.es

www.rdis.es

Teléfono: (34) 963879055 / Fax: (34) 963879055

Camino de Vera, s/n – Despacho 5s28, 4ª planta ala Sur

ETSID – UPV 46022 Valencia.

CONTENIDO:

Ficha Técnica.....	3
Presentación.....	4
Artículos científicos.....	5
- “ESTUDIO SOBRE VARIABLES DE LA CREATIVIDAD MEDIANTE CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA Y ANOVA” - Margarita Flores Miranda.....	7
- “THE TRAITS, SKILLS, CAPACITIES, AND CHARACTERISTICS OF CREATIVITY” - Margarita Flores Miranda, Iñaki Esnal Angulo, Bernabé Hernandis Ortuño & Begoña Agudo Vicente.....	20
- “CONTRIBUTOS PARA O DESIGN DE INTERAÇÃO: BOAS PRÁTICAS PARA PROJETO DE PRODUTO COMPLEXO” – Francisco Barreto Fernandes.....	44
- “DESIGN DE INTERAÇÃO COM PRODUTO COMPLEXO: EXPERIÊNCIA COM O SELF-CHECKOUT” - Francisco Barreto Fernandes.....	58
- “INVESTIGAÇÃO EM DESIGN – QUESTIONAR O UTILIZADOR DO SISTEMA SELF-CHECKOUT” - Francisco Barreto Fernandes.....	72
- ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA RELACIÓN NEUROCIENCIA, OLFATO Y DISEÑO” - Esther Campos Serrulla.....	86
- “DISEÑO DE PRODUCTOS, A PARTIR DE VALORES CULTURALES Y DEMANDAS DEL MERCADO DE LA ARTESANÍA EN VENEZUELA. CASO DE ESTUDIO: PRODUCTOS DE CERÁMICA” - Keyla Daniela Torres Pabón.....	98
- “PROSPECTIVAS DEL PAVIMENTO TÁCTIL URBANO Y SU ACCESIBILIDAD UNIVERSAL” – Fernando Sánchez Mercader, Francisco Javier Martínez Cortijo y Bernabé Hernandis Ortuño.....	108
- “ESTUDIO PARA LA SELECCIÓN DE UN PROCESO DE MANUFACTURA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL DISEÑO MECANICO EN SOUTHCO CON SEDE EN CIUDAD DE CHIHUAHUA.” - Héctor Eduardo Rivas Ortega.....	114
- “CÓMO ASEGURAR LA COMPETENCIA COMUNICATIVA PROFESIONAL EN INGLÉS DE LOS EGRESADOS EN LAS ESCUELAS SUPERIORES DE DISEÑO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA”. - Salvador J. Ros-Turégano.....	127

- “FORMAS BIOINSPIRADAS CON BASE MATEMÁTICA COMO RECURSO EN DISEÑO INDUSTRIAL”. – D. Parras-Burgos y M. Domínguez..... 135
- “DIGITAL FABRICATION FOR COSMETIC PROSTHETICS - CASE STUDY MICROTIA”. – Marco De-Rossi-Estrada, Edison Arturo Murcia Arias y Juan Sebastián Ávila Forero..... 143

FICHA TÉCNICA:

rdis©

Revista online de la Red Internacional de Investigación en Diseño

Volumen 4, número 1

Julio, 2020. Valencia – España

Universitat Politècnica de València

ISSN: 2254-7215

EQUIPO EDITORIAL

DIRECCIÓN

Bernabé Hernandis Ortuño, Universitat Politècnica de València, España.

COORDINACIÓN

Iñaki Esnal Angulo, Universitat Politècnica de València, España.

Sheila Cordeiro, Universidade Federal do Amazonas, Brasil.

Miguel Ángel Agustín Fonfría, Universitat Politècnica de València, España.

EDICIÓN

Bernabé Hernandis Ortuño, Universitat Politècnica de València, España.

Iñaki Esnal Angulo, Universitat Politècnica de València, España.

Miguel Ángel Agustín Fonfría, Universitat Politècnica de València, España.

Susana Paixão Pereira Mestre Barradas, Universitat Politècnica de València, España.

Ruth León, Tecnológico de Monterrey, México.

DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN

Iñaki Esnal Angulo, Universitat Politècnica de València, España.

Sheila Cordeiro, Universidade Federal do Amazonas, Brasil.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Email: editorial@rdis.es – www.rdis.es

Teléfono: (34) 963879055 / Fax: (34) 963879055

Camino de Vera, s/n – Despacho 5s28, 4ª planta ala Sur ETSID – UPV 46022 Valencia.

PRESENTACIÓN:

Estimados lectores:

Con esta cuarta edición retomamos de nuevo la difusión de material de investigación en diseño, centrado especialmente en la sistémica aplicada al diseño. En esta ocasión exponemos, además, una recapitulación de las diferentes perspectivas que muestra la amplia transversalidad de la disciplina del diseño sistémico, tanto en los enfoques cualitativos como en los cuantitativos, en los teóricos como en los prácticos; que permiten validar cada uno de los enfoques que persigue la investigación científica en esta área.

Estos proyectos, realizados por investigadores nóveles y senior son un aporte esencial al conocimiento global en nuestra disciplina y permite propulsar, en algunos casos, y consolidar, en otros, las carreras investigadoras de muchos de los autores participantes, aportando en todo caso, elementos de discusión, reflexión y debate en torno al tema central de la revista que sin duda enriquecen nuestra visión de la misma.

Desde **rDis®** esperamos que este material sea de interés y que contribuya a la motivación de los actores que intervienen en el desarrollo de la temática abordada, a publicar en futuras ediciones.

Dr. Bernabé Hernandis Ortuño
Director de **rdis®**

ESTUDIO SOBRE VARIABLES DE LA CREATIVIDAD, MEDIANTE CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA Y ANOVA.

Margarita Flores Miranda

Universitat Politècnica de València, España.

Margarita.flores@gmail.com

RESUMEN

Un análisis factorial fue implementado para examinar la matriz de correlación entre 38 atributos de la creatividad y 8 características de una muestra N=502. La metodología completa de esta exploración se estructura en cinco apartados: (1) características de la muestra, (2) estudio de las variables atributos: Coeficiente de dispersión de Pearson, (3) relación de los atributos con el resto de las variables: ANOVA, (4) Segmentación de la población: Análisis de Clúster, (5) Agrupación de las variables: Análisis de Componentes Principales. La totalidad de este análisis factorial pertenece a una investigación más amplia y este artículo se enfoca al desarrollo de los puntos 2, 3 y 4, exponiendo la síntesis de los datos obtenidos y la descripción de los mismos.

Palabras Clave: Creatividad, Atributos, Habilidades, Análisis Factorial, Potencial Creativo.

ABSTRACT

A factor analysis was implemented to examine the correlation matrix between 38 attributes of creativity and 8 characteristics of a sample N = 502. The complete methodology of this exploration is structured in five sections: (1) characteristics of the sample, (2) study of the attributes variables: Pearson dispersion coefficient, (3) relationship of the attributes with the rest of the variables: ANOVA, (4) Population segmentation: Cluster Analysis, (5) Grouping of the variables: Analysis of Main components. The whole of this factor analysis belongs to a more extensive investigation and this article focuses on the development of points 2, 3 and 4, exposing the synthesis of the detected data and their description.

Keywords: Creativity, Attributes, Skills, Factor Analysis, Creative Potential.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la creatividad en la ciencia es producto de la evolución del ya previamente consolidado estudio de la inteligencia. Entre los esfuerzos realizados, por los investigadores, en la comprensión del intelecto como una habilidad multifacética, emergieron habilidades que no pertenecían a la inteligencia sino a la creatividad. El caso más citado, es el programa Aptitude Research Project (ARP) que el psicólogo Joy Paul Guilford, financiado por la Fuerza Naval y Aérea de Estados Unidos, dirigió de 1949 a 1969, con el objetivo de investigar las habilidades intelectuales y entre estas las habilidades en el área del pensamiento creativo, que serían utilizadas en la selección del personal y la asignación de labores durante la Segunda Guerra (Guilford, 1958).

2. ESTADO DEL ARTE

El origen del concepto de la inteligencia, de acuerdo a Cyril Burt (1955), proviene del término *intelligentia* introducido por Cícero. Por su parte, Spearman (1972) hizo notar que la visión tradicional de aquella esencia unitaria, llamada inteligencia había ganado divulgación desde el siglo XV (Guilford, 1967, p. 11). Ambos autores atribuyen la introducción del término en la psicología a Herbert Spencer, quien habiendo definido la vida como “el ajuste continuo de las relaciones internas a las relaciones externas”, creía que dicho ajuste era alcanzado en virtud de la inteligencia existente en cada hombre. Definiendo la inteligencia como “el poder de combinar muchas impresiones separadas” (1895, p. 403). De modo operativo la inteligencia se define como la capacidad integral del individuo para actuar con determinación, pensar racionalmente y relacionarse eficazmente con su entorno (Wechsler, 1958, p. 7).

Dentro de los varios significados, los investigadores de la creatividad han utilizado el término "inteligencia" para referirse a lo que mide la prueba de coeficiente intelectual. En ese sentido, Guilford observó que las pruebas IQ medían las operaciones mentales más rutinarias y eliminaban la posibilidad de identificar lo que la persona evaluada, podría hacer de manera creativa como sería el caso de la generación de ideas propias (Fruchter, Comrey, & Michael, 1989).

Aunque encaminado al estudio de la inteligencia, Guilford vislumbró la creatividad como una habilidad característica del ser humano y formuló ideas visionarias que perduran en la actualidad. Desde su punto de vista, el desarrollo creativo depende de contemplar conjuntamente las áreas en las que la persona alcanza la mayor satisfacción y las áreas en las que puede realizar las contribuciones más significativas.

2.1 EL CONCEPTO DE LA CREATIVIDAD

La creatividad ganó independencia en el campo de las investigaciones creativas a partir del discurso de Guilford para la toma de la presidencia de la American Psychological Association (APA) en 1950, en donde anunció la importancia del desarrollo de las habilidades creativas.

In its narrow sense, creativity refers to the abilities that are most characteristic of creative people. Creative abilities determine whether the individual has the power to exhibit creative behavior to a noteworthy degree. Whether or not the individual who has the requisite abilities will actually produce results of a creative nature will depend upon his motivational and temperamental traits. ...The psychologist's problem is that of creative personality (Guilford, 1968).

Guilford aclaró que todas las personas poseen en algún grado las habilidades creativas y por lo tanto se pueden esperar actos creativos de todas las personas. “Cualquiera que sea la naturaleza del talento creativo, las personas que son reconocidas como creativas simplemente tienen más de lo que todos tenemos” (Guilford, 1967). Aventurando que fomentar el desarrollo de la creatividad era posible al fortalecer las

funciones involucradas. Más tarde, Mark Runco plantea que la educación de la creatividad debe enfocarse en alcanzar el cumplimiento del potencial creativo existente en cada persona (2014).

2.2 LAS HABILIDADES CREATIVAS

En 1971 Guilford y Hoepfner, notaron la falta de estudios científicos de la creatividad y argumentaron que había muy poco precedente para iniciar el estudio de las habilidades más relevantes a la producción creativa, ya que hasta el momento no se había realizado un análisis factorial sistemático e integral, en esa dirección específica (1971). Con el ánimo de comprobar objetivamente que se había descuidado el estudio de la creatividad, estos autores, examinaron los resúmenes de los artículos indexados por el campo de la psicología desde sus orígenes y encontraron que, de 121,000 títulos solo 186 índices estaban relacionados con el tema de la creatividad.

El primer intento por elaborar una lista de habilidades creativas demostrables mediante un análisis factorial realizado por el ARP, comenzó con la siguiente lista de hipótesis (Guilford & Hoepfner, 1971), (Guilford, 1968):

- *Sensibilidad a los problemas*: Identificar efectivamente ciertos problemas mientras que otras personas los pasan por alto.
- *Fluidez*: Producir un amplio número de ideas significativas en una unidad determinada de tiempo.
- *Flexibilidad*: Cambiar el set mental con facilidad y bifurcar una idea en nuevos canales de pensamiento.
- *Originalidad*: Generar respuestas poco comunes y plausibles, considerando el grupo en evaluación.
- *Análisis*: Descomponer una estructura en sus partes simbólicas para construir una nueva estructura.
- *Síntesis*: Organizar las ideas en patrones más inclusivos.
- *Redefinición*: Reorganizar las totalidades previamente establecidas.
- *Elaboración*: Alcanzar un alto grado de complejidad en la definición de nuevas estructuras conceptuales.
- *Evaluación*: Examinar las ideas prevalecientes.

Una contribución vital de Guilford fue que, a partir de la diferenciación de dimensiones básicas, logro construir un enfoque multivariado desde el cual es posible describir a una persona en términos de un perfil, en lugar de con una sola puntuación. Para Lubart (1999), trabajar con el perfil de la persona es condición necesaria para incrementar las habilidades de manera individualizada, sugiriendo que la identificación de personas potencialmente creativas implica una comparación entre el perfil de un individuo sobre el conjunto de componentes para la creatividad y el perfil de componentes necesarios para la creatividad en una tarea particular.

La diferenciación de habilidades con validez predictiva y discriminativa, realizada desde el campo de la psicometría, ha representado un ejercicio exhaustivo en la investigación de la creatividad. En la literatura, se encuentran múltiples listas de habilidades creativas; que sin embargo, permanecen aisladas sin ser consideradas en su conjunto para la configuración de correlaciones en la forma de lo que Guilford llamaría factores de alto orden (Sternberg, 2005).

2.3 LOS ATRIBUTOS DE LA CREATIVIDAD

Con la intención de conocer los términos que se han utilizado para definir las principales características de la creatividad, el autor realizó una revisión de la literatura y extrajo los términos empleados por 113 autores relevantes al campo de la creatividad. Posteriormente tras la categorización semántica de los términos identificados, se sintetizó un listado de 38 atributos, que fueron sometidos a una valoración empírica.

Listado de atributos de la creatividad (Elaboración propia, 2019):

1. *Abstracción*: Ejercicio racional que consiste en derivar las cualidades de un objeto o un hecho para considerarlas en su esencia pura.
2. *Adaptación*: Capacidad para adaptarse a las condiciones existentes o para transformar una situación dada en una situación anhelada.
3. *Análisis*: Separar un todo en sus partes constitutivas para examinar sus cualidades particulares y comprender el todo con mayor detalle.
4. *Asociaciones remotas*: Distinguir similitudes entre fenómenos de diferente clase, cuanta más distancia exista entre aspectos o eventos más significativos será el descubrimiento.
5. *Autonomía*: Pensar y actuar legítimamente de acuerdo a las propias convicciones; representa la distinción y el reconocimiento del verdadero ser.
6. *Autorrealización*: El logro satisfactorio de las aspiraciones personales, tendencia del hombre a realizar su potencial.
7. *Comunicación*: Capacidad para comunicar un mensaje a otros de manera convincente.
8. *Conocimiento*: Información almacenada que se vuelve esencial en la solución de un problema, consiste en datos y experiencias obtenidas, sistematizadas y disponibles para la memoria.
9. *Contribución*: Proporcionar un valor mayor al medio ambiente.
10. *Curiosidad*: Interés natural por preguntarse y comprender en profundidad una situación o fenómeno.
11. *Elaboración*: Dar forma y vida a un propósito a través de un trabajo minucioso, alejándose de lo obvio para abordar los detalles impredecibles a primera instancia.
12. *Estética*: Orden armonioso de los elementos que configuran un todo que deleita los sentidos.
13. *Fantasía*: Disponibilidad para explorar los mundos internos permitiendo que la mente divague y cree cosas que no existen.
14. *Flexibilidad*: Apertura para idear y explorar varias categorías de respuestas para la solución de un problema.
15. *Fluidez*: Capacidad de producir rápidamente muchas ideas para la solución de un problema.
16. *Fuerza de voluntad*: Decidir y ordenar el comportamiento propio.
17. *Humor*: Talento para presentar la realidad destacando una incongruencia relevante de las cosas que se mueve a la risa.
18. *Identificación del problema*: Capacidad de permanecer abierto e interesado en identificar y circunscribir situaciones incompletas o fallidas.
19. *Imaginación*: Facultad mental para producir y asociar imágenes a partir de las cuales es posible visualizar el pasado o estimar el futuro.
20. *Incubación*: Etapa del proceso creativo en el que la solución de un problema opera automáticamente mientras la mente se relaja realizando otras actividades.
21. *Innovación*: Efecto de transformar algo con la intención de mejorarlo agregando aspectos novedosos.
22. *Inspiración*: Instante de claridad y certeza que surge inesperadamente, generalmente como consecuencia del trabajo dedicado.

23. *Inteligencia*: Capacidad de comprender y prosperar en el contexto; implica la comunicación efectiva de las ideas generadas.
24. *Intuición*: Impresión inmediata de una situación que ayuda a apoyar la toma de decisiones, surge de un conocimiento primordial, aunque no reflexivo.
25. *Invencción*: Propuesta que surge de lo existente para ofrecer algo que aún no está presente.
26. *Investigación*: Realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático, con el propósito de aumentar el conocimiento sobre un tema específico.
27. *Libertad*: Privilegio de decidir cómo actuar de acuerdo a la voluntad, asumiendo la responsabilidad de los actos.
28. *Motivación*: Intención primaria sin la cual no hay acción, energía que se origina en el individuo y subyace al comportamiento cuando se ejecuta una actividad.
29. *Originalidad*: Producir ideas únicas y sorprendentes, que no deriven de cosas existentes y que ofrezcan nuevos valores para el contexto.
30. *Pensamiento crítico*: El razonamiento solía considerar, evaluar y depurar las opciones disponibles.
31. *Pensamiento divergente*: Razonamiento que va en varias direcciones para producir múltiples respuestas lógicas de la misma fuente.
32. *Proactividad*: Característica de las personas que toman el control y deciden qué hacer en anticipación a los eventos.
33. *Resistencia al cierre*: Capacidad para seguir trabajando hasta alcanzar el resultado deseado.
34. *Resolución de problemas*: Transformar una situación dada en otra deseable, requiere la definición precisa del estado actual, el estado esperado y el conjunto de operaciones a cumplir.
35. *Síntesis*: Componer un todo a través de la articulación de sus partes independientes para obtener un valor mayor.
36. *Tolerancia a la ambigüedad*: Sobrellevar la incertidumbre y el caos que acontece cuando no se tiene claro cómo resolver un problema.
37. *Tolerancia a la frustración*: Mostrar compromiso con las ideas de uno a la luz del rechazo o la crítica del contexto.
38. *Valentía*: Fortaleza mental que mueve a emprender una acción que implica dificultad y esfuerzo.

La valoración empírica de las 38 variables (atributos) se llevó a cabo con una muestra de estudio representativa de los profesionales que ejercen sus disciplinas creativas en México N = 502. Las profesiones encuestadas son: arquitectura con 242 participantes, diseño con 83 participantes, y las diferentes áreas de las artes visuales y escénicas con 177 participantes. La muestra se caracteriza con las siguientes 8 variables: edad, nivel de estudios, años de la obtención del título: licenciatura, maestría y doctorado, género, profesión y práctica docente.

Con la intención de derivar componentes esenciales de la creatividad, el autor realizó un análisis factorial, estableciendo la hipótesis de que los factores emergentes ayudarán a ilustrar una correlación entre las características de la persona creativa y los pasos esenciales del proceso creativo. Los resultados arrojaron cuatro factores de creatividad de orden superior: afecto, cognición, voluntad y empatía. A continuación, se presenta la metodología y los resultados, del análisis de las variables de acuerdo a los datos obtenidos en el análisis factorial.

3. METODOLOGIA

A continuación, se describe el método con el que se abordó el estudio cuantitativo de las variables de la creatividad, mediante la caracterización de la muestra de estudio.

3.1 ESTUDIO DE LAS VARIABLES, ATRIBUTOS: COEFICIENTE DE DISPERSIÓN DE PEARSON

El primer paso fue el estudio de las 38 variables de modo independiente, para lo cual se realizó una tabla con cada una de las medias, desviación típica, y nivel de dispersión de Pearson (Benesty, 2009). La función de esta tabla es representar la constancia o la diversidad existente en la opinión de la muestra sobre cada uno de los atributos de la creatividad. Los siguientes pasos corresponden al estudio de la correlación entre los atributos y el resto de las variables.

3.2 RELACIÓN DE LOS ATRIBUTOS CON EL RESTO DE LAS VARIABLES: ANOVA

Se realizó un análisis ANOVA (Weinfurt, 2000) con el propósito de conocer las diferencias entre las medias de los atributos de acuerdo a cada una de las características de la muestra. Posteriormente, para los valores con un nivel de significación ≤ 0.05 , se obtuvieron las medias de los atributos según cada una de las características de la muestra.

3.3 SEGMENTACIÓN DE LA POBLACIÓN: ANÁLISIS DE CLUSTER

Se realizó un análisis de Clúster utilizando el Método Ward (Anderberg, 2014) con el objetivo de conocer la agrupación de conjuntos entre las entidades de la muestra. Consecutivamente, para examinar las diferencias entre las agrupaciones se realizaron tablas de contingencia, y finalmente se obtuvieron las medias para los valores con un nivel de significación ≤ 0.10 .

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta sección expresa los resultados obtenidos del estudio cuantitativo, de acuerdo a la metodología planteada.

4.1 ESTUDIO DE LAS VARIABLES, ATRIBUTOS: COEFICIENTE DE DISPERSIÓN DE PEARSON

Con objeto de identificar el nivel de homogeneidad o heterogeneidad con el que la muestra evalúa cada atributo, se realizó una tabla de medias, desviación típica, y nivel de dispersión de Pearson (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Media, Desviación Típica y Coeficiente de Dispersión de Pearson para las variables (atributos)

Variable	Media	DT	CV
Abstracción	8.61	1.60	0.19
Adaptación	9.03	1.36	0.15
Análisis	8.91	1.43	0.16
Aportación	8.61	1.51	0.18
Asociaciones remotas	8.17	1.65	0.20
Autonomía	8.55	1.66	0.19
Autorrealización	8.14	1.78	0.22

Conocimiento	8.93	1.39	0.16
Curiosidad	9.49	0.99	0.10
Elaboración	8.85	1.36	0.15
Estética	8.18	1.75	0.21
Fantasía	8.41	1.72	0.20
Flexibilidad	9.18	1.12	0.12
Fluidez	8.16	1.66	0.20
Fuerza de voluntad	8.99	1.38	0.15
Imaginación	9.22	1.20	0.13
Incubación	8.50	1.56	0.18
Innovación	8.26	1.64	0.20
Inspiración	8.10	1.83	0.23
Inteligencia	8.94	1.31	0.15
Intuición	8.65	1.57	0.18
Inventiva	8.40	1.57	0.19
Investigación	8.90	1.39	0.16
Libertad	8.75	1.63	0.19
Motivación	8.71	1.48	0.17
Originalidad	8.03	1.73	0.22
Pensamiento convergente	8.30	1.53	0.18
Pensamiento divergente	8.48	1.50	0.18
Persuasión	8.01	1.72	0.21
Proactividad	8.09	1.69	0.21
Resistencia al cierre	8.21	1.69	0.21
Resolución de problemas	8.53	1.51	0.18
Sensibilidad a los problemas	8.78	1.39	0.16
Humor	8.21	1.75	0.21
Síntesis	8.84	1.39	0.16
Tolerancia a la ambigüedad	8.22	1.75	0.21
Tolerancia a la frustración	8.84	1.50	0.17
Valentía	8.68	1.55	0.18

(Elaboración propia, 2019)

Los atributos de la creatividad valorados de manera más constante en la encuesta fueron: autorrealización, estética, fantasía, fluidez, innovación, originalidad, persuasión, proactividad, resistencia al cierre y tolerancia a la ambigüedad.

4.2 RELACIÓN DE LOS ATRIBUTOS CON EL RESTO DE LAS VARIABLES: ANOVA

El análisis de varianza ANOVA permitió conocer la relación entre las 8 características de la muestra y los 38 atributos de la creatividad. Posteriormente se estimaron las medias para la relación entre cada característica de la muestra y cada variable con un nivel de significación ≤ 0.05 (Ver tablas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9).

Tabla 1. Medias para la relación de la variable Edad con las variables (atributos)

Variables	Edad				α
	≤ 28	29-34	35-41	≥ 42	
	M	M	M	M	
Abstracción	8.78	8.26	8.67	8.74	0.040
Fluidez	8.31	7.73	8.05	8.57	0.000
Inspiración	8.47	7.80	8.04	8.13	0.044
Inventiva	8.37	8.03	8.43	8.77	0.003
Valentía	8.92	8.87	8.53	8.44	0.033

(Elaboración propia, 2019)

Dentro de los grupos de edades, el grupo de integrantes más joven [≤ 28] concede la valoración más elevada a las variables: abstracción, inspiración y valentía; estas variables bajan en su ponderación con los siguientes dos grupos de edades [29-34] y [35-41]; sin embargo, recuperan su valor con el grupo de edades más adultas [≥ 42] a excepción de la valentía. En el grupo [≥ 42] las variables fluidez e inventiva alcanzan la valoración más alta.

Tabla 2. Medias para la relación de la variable Género con las variables (atributos)

Variables	Género		α
	Masculino M	Femenino M	
Autonomía	8.37	8.78	0.006
Autorrealización	7.98	8.34	0.028
Fantasía	8.27	8.60	0.037
Flexibilidad	9.07	9.32	0.015
Imaginación	9.11	9.37	0.017
Fuerza de voluntad	8.88	9.14	0.039
Incubación	8.30	8.76	0.001
Inspiración	7.78	8.52	0.000
Intuición	8.49	8.87	0.007
Libertad	8.52	9.05	0.000
Originalidad	7.83	8.30	0.003
Valentía	8.54	8.86	0.025

(Elaboración propia, 2019)

El género femenino asigna un valor más elevado a todos los atributos de la creatividad con los que sostiene una relación de α inferior a 0.05. Recordando que la variable edad anuncia un aumento sustancial en el número de mujeres en la práctica, el set de variables expuesto en la tabla anterior, arroja pistas sobre los posibles cambios en la expresión creatividad de las disciplinas comprendidas en la muestra.

Tabla 3. Media para la relación de la variable Profesión con las variables (atributos de la creatividad)

Variables	Profesión			α
	Arquitectura M	Arte M	Otras Profesiones M	
Abstracción	8.83	8.39	8.43	0.013
Asociaciones remotas	7.88	8.60	8.10	0.000
Autonomía	8.29	8.94	8.46	0.000
Elaboración	8.76	9.16	8.44	0.000
Fantasía	8.21	8.64	8.50	0.036
Incubación	8.30	8.72	8.61	0.019
Fuerza de voluntad	8.80	9.39	8.71	0.000
Innovación	8.49	7.98	8.19	0.007
Intuición	8.47	8.92	8.60	0.016
Libertad	8.37	9.22	8.83	0.000
Motivación	8.53	9.04	8.56	0.001
Humor	7.89	8.56	8.44	0.000
Tolerancia a la	7.99	8.49	8.34	0.012
Tolerancia a la frustración	8.64	9.18	8.71	0.001
Valentía	8.53	9.06	8.30	0.000

(Elaboración propia, 2019)

En el caso de la variable formación profesional, los arquitectos valoran más los atributos abstracción, e innovación. En contraste, los artistas asignan el valor más elevado a las asociaciones remotas, la autonomía, la elaboración, la fantasía, la incubación, la intuición, la libertad, la motivación, el humor, la tolerancia a la

ambigüedad, la tolerancia a la frustración, la valentía y la fuerza de voluntad. A partir de este hecho, se podría plantear que los procesos de creación que persigue el artista estimulan el desarrollo de una personalidad predispuesta al conocimiento y el desarrollo del ser, de aquí la importancia de incorporar a los artistas en el sistema de enseñanza en general.

Tabla 4. Medias para la relación de la variable Nivel de Estudios con las variables (atributos de la creatividad)

Variables	Nivel de Estudios			α
	Licenciatura	Maestría	Doctorado	
	M	M	M	
Asociaciones	8.10	8.09	8.93	0.006
Libertad	8.97	8.37	8.98	0.000
Pensamiento divergente	8.44	8.41	9.02	0.046
Humor	8.42	7.94	8.09	0.014

(Elaboración propia, 2019)

La variable nivel de estudios proyecta una interpretación sugerente sobre el comportamiento que acompaña a una persona en relación al nivel de estudios alcanzado. Por ejemplo, quienes solo cuentan con el grado de licenciatura valoran el humor; característica de una personalidad que cuenta con el ánimo para enfrentar la timidez que acompaña al novato. El grupo con doctorado valora las asociaciones remotas, la libertad y el pensamiento divergente; en este caso la personalidad sería de alguien responsablemente libre y seguro de sí mismo. Las personas con maestría no ponderan ningún atributo, y asignan los valores más bajos a las asociaciones remotas, la libertad, el pensamiento divergente y el humor; esta personalidad podría considerarse como una que existe en una etapa de transición que lo llevará a ubicarse de manera auténtica en su profesión.

Tabla 5. Medias para la relación de la variable Titulación de Licenciatura con las variables (atributos de la creatividad)

Variables	Años desde la Titulación de Licenciatura				α
	≤ 3	4-9	10-16	≥ 17	
	M	M	M	M	
Fluidez	8.29	7.89	7.98	8.49	0.016
Inspiración	8.40	8.19	7.67	8.20	0.010
Síntesis	8.83	8.68	8.72	9.14	0.042
Valentía	8.90	8.87	8.60	8.39	0.032

(Elaboración propia, 2019)

La variable *años* desde que se obtuvo la titulación de licenciatura, muestra que el grupo de los recién egresados [≤ 3] asignan el valor más alto a las variables *valentía* e *inspiración*, mientras que los más adultos [≥ 17] proporcionan a la valentía la valoración más baja. A su vez, los más adultos valoran de manera más elevada la fluidez y la síntesis. Corroborando lo observado en la tabla nivel de estudios.

Tabla 6. Medias para la relación de la variable Titulación de Maestría con las variables (atributos de la creatividad)

Variables	Años desde la Titulación de Maestría				α
	≤ 1	2	3-8	≥ 9	
	M	M	M	M	
Resistencia al	7.62	7.95	8.02	8.61	0.039
Sensibilidad	8.36	8.69	9.10	8.56	0.041

(Elaboración propia, 2019)

En cuanto a la variable grado de maestría, la relación arroja solo dos atributos la resistencia la cierre y la sensibilidad a los problemas. Entre más largo sea el período transcurrido desde la obtención del título más se valora la resistencia al cierre prematuro.

Tabla 7. Medias para la relación de la variable Titulación de Doctorado con las variables (atributos de la creatividad)

Variables	Años desde la Titulación de Doctorado				α
	≤ 1	2	3-8	≥ 9	
	M	M	M	M	
Estética	8.38	6.44	8.40	8.50	0.015
Motivación	9.88	9.56	8.50	8.90	0.037

(Elaboración propia, 2019)

Para el grado de doctorado, el grupo de los recién titulados valoran la motivación, mientras que el grupo con más tiempo transcurrido desde la titulación valora la estética.

Tabla 8. Medias para la relación de la variable Docencia con las variables (atributos)

Variables	Docencia		α
	Docente	No Docente	
	M	M	
Fantasía	8.21	8.58	0.018
Imaginación	9.06	9.36	0.005
Inspiración	7.89	8.28	0.016
Investigación	9.06	8.77	0.024
Libertad	8.56	8.91	0.016
Motivación	8.56	8.85	0.029
Síntesis	9.02	8.69	0.009
Valentía	8.53	8.81	0.042

(Elaboración propia, 2019)

En cuanto a la enseñanza, se advierte que los docentes valoran más la investigación y la síntesis, y que los no docentes valoran más la fantasía, la imaginación, la inspiración, la libertad, la motivación y la valentía. Esto permite apreciar que la enseñanza se enfoca al dominio de las habilidades mentales, dejando de lado los atributos necesarios para la sensibilización del conocimiento que apoyan a despertar en el alumno el ánimo por la búsqueda y la expresión de lo que aún no se ha manifestado. El que se valoren por debajo los atributos que se estiman importantes en la práctica profesional, revela un aspecto de la educación, que inhibe el desarrollo de la creatividad necesario para el futuro desempeño laboral del estudiante.

4.3 SEGMENTACIÓN DE LA POBLACIÓN: ANÁLISIS DE CLÚSTER

Con objeto de conocer los grupos de encuestados que en mayor grado coinciden en la valoración que asignan a los atributos, se ejecutó un análisis de clúster. Considerando que no haría sentido evaluar más de 7 ni menos de 2 grupos, el estudio de clúster se realizó para 7, 6, 5, 4 y 3 grupos (Ver Tabla 10).

Tabla 9. Frecuencias para cada grupo de Clúster

Grupos	Frecuencias				
	Clúster 7	Clúster 6	Clúster 5	Clúster 4	Clúster 3
1	182	182	252	252	252
2	56	56	56	65	65
3	73	108	108	108	185
4	77	77	77	77	

5	35	9	9
6	9		

Nota. Agrupaciones obtenidas con el Método Ward.

(Elaboración propia, 2019)

A diferencia del Clúster 3 en el que todos sus grupos son lo suficientemente representativos en cuanto a la cantidad de personas que incluyen, los Clúster de 7 a 4 grupos muestran frecuencias bajas en algunos de sus grupos. Por lo tanto, se seleccionó el Clúster 3 para ser estudiado. La siguiente tabla muestra la relación entre los grupos del Clúster 3 y las características de la muestra con las que se relacionan con un nivel de significación ≤ 0.10 (Ver Tabla 11).

Tabla 10. Frecuencia para la relación entre el Clúster 3 con las características de la muestra

Características de la muestra		Grupos			Σ
		1	2	3	
Frecuencias		252	65	185	502
Edad	≤ 28	60	7	44	111
	29-34	54	22	54	130
	35-41	61	18	49	128
	≥ 42	77	18	38	133
Profesión	Arquitectura	119	28	95	242
	Arte	99	26	52	177
	Diseño	34	11	38	83
Licenciatura	≤ 3	66	12	39	117
	4-9	55	13	51	119
	10-16	57	25	55	137
	≥ 17	74	15	40	129

Nota. Los porcentajes del total aparecen entre paréntesis. Clúster 3 – Edad $\chi^2 = 0.042$. Clúster 3 – Profesión $\chi^2 = 0.083$. Clúster 3 – Licenciatura $\chi^2 = 0.063$.

(Elaboración propia, 2019)

El grupo 1 recoge la mayor cantidad de los adultos $[\geq 42]$ existentes en la muestra y se conforma principalmente por arquitectos y artistas. El grupo 2 se caracteriza por sostener un balance en cuanto a los grupos de edades y los tipos de profesiones. El grupo 3, se distingue por que la cantidad de arquitectos supera casi por el doble a la cantidad de artistas y diseñadores que agrupan.

Con el objetivo de conocer qué es lo que cada grupo opina sobre los atributos de la creatividad, se realizó una comparativa de medias (Ver Tabla 37). El comportamiento que caracteriza tal valoración, se estudió con base en el sitio que conquista cada atributo dentro de una lista de 38 registros, ocupando el punto superior de la lista la evaluación más alta y el punto inferior la evaluación más baja.

Tabla 11. Medias para la relación entre el Clúster 3 con las variables (atributos de la creatividad)

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Variables	M	Variables	M	Variables	M
Curiosidad	9.76	Curiosidad	8.88	Curiosidad	9.32
Imaginación	9.65	Flexibilidad	8.35	Flexibilidad	8.91
Flexibilidad	9.57	Imaginación	8.26	Imaginación	8.90
Fuerza de voluntad	9.53	Adaptación	8.20	Adaptación	8.85
Análisis	9.45	Análisis	7.91	Inteligencia	8.68
T. Frustración	9.44	Inteligencia	7.82	Síntesis	8.68
Inteligencia	9.40	Fuerza de voluntad	7.82	Investigación	8.65
Libertad	9.40	T. Frustración	7.75	Elaboración	8.62
Conocimiento	9.40	Conocimiento	7.66	Conocimiento	8.61

Investigación	9.36	Investigación	7.58	Fuerza de voluntad	8.55
Adaptación	9.33	Sensibilidad	7.54	Sensibilidad	8.43
Elaboración	9.33	Motivación	7.48	Análisis	8.39
Autonomía	9.31	Síntesis	7.45	Motivación	8.30
Sensibilidad	9.31	Valentía	7.40	Abstracción	8.29
Valentía	9.26	Asociaciones	7.38	Intuición	8.22
Motivación	9.24	Elaboración	7.34	Resolución	8.20
Intuición	9.23	Libertad	7.34	Libertad	8.18
Síntesis	9.23	Aportación	7.28	Aportación	8.13
Resolución	9.17	Incubación	7.28	T. Frustración	8.13
P. Divergente	9.13	Abstracción	7.22	Valentía	8.12
Aportación	9.12	Intuición	6.98	Inventiva	8.05
Incubación	9.10	Autonomía	6.82	P. Divergente	8.04
Inventiva	9.10	Humor	6.77	Innovación	7.97
Abstracción	9.08	T. Ambigüedad	6.71	Incubación	7.95
Fantasía	9.04	P. Divergente	6.62	Fantasía	7.84
P. Convergente	9.01	Residencia	6.55	P. Convergente	7.84
Autorrealización	8.99	Fantasía	6.49	Autonomía	7.82
Innovación	8.96	Resolución	6.49	Humor	7.74
Fluidez	8.95	Fluidez	6.37	Estética	7.62
Residencia	8.90	P. Convergente	6.29	Inspiración	7.56
T. Ambigüedad	8.88	Proactividad	6.12	T. Ambigüedad	7.55
Estética	8.86	Inventiva	6.11	Fluidez	7.48
Proactividad	8.86	Autorrealización	5.98	Persuasión	7.46
Originalidad	8.83	Estética	5.68	Asociaciones	7.45
Inspiración	8.77	Inspiración	5.60	Residencia	7.39
Asociaciones	8.71	Innovación	5.51	Originalidad	7.37
Persuasión	8.69	Persuasión	5.46	Proactividad	7.33
Humor	8.62	Originalidad	5.29	Autorrealización	7.22

Nota. Los valores asignados por cada grupo se acomodan en orden descendente.

(Elaboración propia, 2019)

Al analizar la tabla se encontró que el grupo 1 concede a los atributos las valoraciones más elevadas y por el contrario el grupo 2 asigna las valoraciones más bajas. Las valoraciones del grupo 3 se ubican entre los grupos 1 y 2, pero inclinándose a los niveles elevados del grupo 1.

Lo primero que se distingue es que los tres grupos acomodan la originalidad entre los atributos que reciben la valoración más baja. Esto revela que, a la vista de las profesiones encuestadas, la creatividad no es entendida desde la definición que le conceden las investigaciones, la cual demanda la coexistencia de lo original y lo útil. Sin embargo, intuitivamente, los tres grupos reconocen que la curiosidad es un elemento esencial de la creatividad y la ubican en la posición más alta. Los siguientes atributos mejor valorados por los tres grupos son la flexibilidad y la imaginación. Otros atributos ubicados en una posición alta por los tres grupos son la inteligencia, el conocimiento y la fantasía.

Los contrastes más significativos de acuerdo a la ubicación de los atributos suceden de las siguientes maneras:

Atributos ocupando una posición más alta por parte de los grupos 1 y 2, y una posición considerablemente más baja en el grupo 3: análisis, voluntad, tolerancia a la frustración, valentía, incubación, autonomía, fluidez, proactividad y autorrealización.

Atributos posicionados más arriba por el grupo 3 y más abajo por los grupos 1 y 2: investigación, síntesis, elaboración, abstracción, intuición, resolución, inventiva, estética, inspiración, innovación y persuasión.

Atributos igualmente posicionados por los grupos 2 y 3, y en una posición más baja por el grupo 1: adaptación, sensibilidad, motivación y aportación.

Un comportamiento único es el de los atributos: asociaciones remotas y sentido del humor, que están considerablemente mejor posicionados dentro del grupo 2 y su descenso no solo es radical con el grupo 3, sino que continúa en el grupo 1.

4. CONCLUSIONES

A partir de la validación empírica de los 38 atributos de la creatividad, este estudio reconoce que la creatividad es una habilidad multifacética y que su estímulo en las personas está relacionado al trabajo específico con cada uno de los atributos que la componen.

Conocer los atributos de la creatividad es de apoyo significativo en el diseño de técnicas o herramientas propicias para el desarrollo de la creatividad en las personas. Así mismo, el objetivo de cualquier dinámica que persiga este objetivo, ha de ser el crecimiento balanceado de todos los atributos de la creatividad.

En el caso de las disciplinas encuestadas, el estudio aquí presentado ofrece contenido al contexto mexicano y abre la posibilidad de generar dinámicas de trabajo dirigidas a los diferentes grupos de edades y niveles de titulación que caracterizan la muestra.

6. REFERENCIAS

- Anderberg, M. R. (2014). *Cluster analysis for applications: probability and mathematical statistics: a series of monographs and textbooks* (Vol. 19). Academic press.
- Benesty, J. C. (2009). Pearson correlation coefficient. En *Noise reduction in speech processing* (págs. 1-4). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Fruchter, B., Comrey, A. L., & Michael, W. B. (1989). J. Paul Guilford (1897-1987). *Multivariate behavioral research* , 24 (1), 3-15.
- Guilford, J. P. (1971). *The analysis of intelligence*. McGraw-Hill Inc.
- Guilford, J. P. (1958). Can creativity be developed? *National Art Education Association* , 11 (6), 3-7+14-18.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York, NY, US: McGraw-Hill Inc.
- Guilford, J. P. (1968). *Intelligence, creativity, and their educational implications*. San Diego, California: Robert R. Knapp.
- Guilford, J. P., & Hoepfner, R. (1971). *The analysis of intelligence*. McGraw-Hill.
- Herbert, S. (1895). *The principles of psychology*. New York: Appleton.
- Hutchinson, E. D. (1931). Materials for the study of creative thinking. *Psychological Bulletin* , 28 (5), 392-410.
- Lubart, T. I. (1999). Componential Models. En M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Edits.), *Encyclopedia of Creativity* (Vol. 1, págs. 295-300). San Diego, CA: Academic Press.
- Runco, M. A. (2014). "Big C, Little c" creativity as a false dichotomy: Reality is not categorical. *Creativity Research Journal* , 26 (1), 131-132.
- Sternberg, R. J. (2005). Creativity or creativities? *International Journal of Human-Computer Studies* , 63 (4-5), 370-382.

Wechsler, D. (1958). *The measurement and appraisal of adult intelligence* (4th ed.). Baltimore, MD: Williams & Wilkins Co.

Weinfurt, K. P. (2000). Reading and understanding MORE multivariate statistics. En L. G. Yarnold (Ed.), *Repeated measures analysis: ANOVA, MANOVA, and HLM* (págs. 317-361). Washington, D.C.: American Psychological Association.

THE TRAITS, SKILLS, CAPACITIES, AND CHARACTERISTICS OF CREATIVITY

Margarita Flores Miranda

Universitat Politècnica de València, Spain
margarita.flores@gmail.com

Iñaki Esnal Angulo

Universitat Politècnica de València, Spain.
iesnalangulo@gmail.com

Bernabé Hernandis Ortuño

Universitat Politècnica de València, Spain.
bhernand@upv.es

Begoña Agudo Vicente

Universitat Politècnica de València, Spain.
bego.agudo.vicente@gmail.com

RESUMEN

En 1958 Guilford declaró que la creatividad podía ser entendida y desarrollada. Previamente en 1950, durante su discurso presidencial ante la Asociación Americana de Psicología, Guilford argumentó que la creatividad se refiere a las habilidades creativas que son más características en cada persona. El trabajo aquí presentado parte de la investigación de la literatura primaria en este campo, con el objetivo de identificar los términos que los diversos autores relevantes han utilizado para definir las características de la creatividad. Como resultado del estudio metodológico de los términos recopilados, se obtuvo una lista de atributos que sintetiza las contribuciones realizadas desde la aparición del término con Guilford en 1950 hasta el presente. El propósito fundamental de este artículo es que la suma de los atributos alcanzados, representen la condición multidimensional y multifacética de la creatividad, y por lo tanto sean de apoyo en el diseño de técnicas o herramientas educativas, conducentes al desarrollo del potencial creativo en las personas.

Palabras clave: creatividad, atributos, habilidades, desarrollo, Guilford.

ABSTRACT

In 1958 Guilford stated that creativity could be understood and developed. Previously in 1950, during his presidential address to the American Psychological Association, he argued that creativity regards to the creative abilities that are most characteristic in each person. This work departs from the research of primary literature in the field, with the aim of knowing the terms that the various relevant authors have used to define the main characteristics of creativity. As a result of the methodological study of the collected terms, we assemble a list of attributes, which synthesizes the contributions made since the appearance of the term with Guilford in 1950 to the present. The main purpose of this article is that the sum of the attributes

presented, represent the multidimensional and multifaceted condition of creativity, and therefore be supportive in the design of educational techniques or tools, conducive to the enhancement of creativity in people.

Keywords: creativity, attributes, abilities, enhancement, Guilford

1. INTRODUCTION

This work offers a list of attributes of creativity that contribute to a more precise understanding of this volatile but fascinating phenomenon. The current field of knowledge offers numerous lists of creative abilities that are the product of research made in the context of the diagnosis of creativity. Its antecedents are in the statistical analyses carried out by psychologist J. Paul Guilford (1897-1987). Among the lists of creative abilities proposed by the various authors, it highlights the absence of a study of its associations, which raises the question about its possible integration into a list of attributes. The present work configures such a list throughout a methodology that collects, analyzes and synthesizes the contributions made to date — departing from the event that marked the beginning of the psychological analysis of creativity: Guilford's address when assuming the presidency of the American Psychological Association (APA) in 1950.

2. MAN AND CREATIVITY

Unlike other animal, humans can change their rules of conduct, both learned or inherited. Ibáñez (1984) went so far as to suggest "Man is the only animal that invents... Man plays in the letter of the creation of his being". Creativity has paradoxical existed throughout human history, on the one hand evidencing its abatement because of its disuse, and on the other hand, seeking to characterize itself with the dexterities that each person achieves throughout life. The human being as a unique and unrepeatable entity possesses the ability to create. It is important to remember that it is not enough to live in a world that offers its catalogs of aesthetics and myths, before creating each individual must first find a personal position to share a world then.

As for the satisfaction of human needs, the excess of comfort that characterizes our time has reached absurd levels of efficiency, in which the only thing we have to do is to press a button. What we have ignored is that this button both solves our needs and sets at risk our creative ability. Unaccustomed to take decisions, every time we face an unknown problem we feel that the situation goes beyond the scope of our understanding and our capabilities. This experience suggests we have forgotten that actually, we enjoy making decisions and that by doing so, not only thought and creative production gets activated, but also, we obtain the satisfaction that provides the resolution of problems. Guilford (1958) confirmed this view by stating:

We have developed a social and economic machine of enormous complexity and proportions. The use of that machine has not been an unmixed blessing. It makes possible a fullness of living never before known by the average person. At the same time, it can be crippling to those who learn to depend too much upon it. Fortunately, regardless of the automation of life, there are still many unresolved issues, most of which must be addressed by the use of creativity.

2.1 THE SEARCH FOR BALANCE

When facing the desire to become the best of what one is capable of, every person holds the possibility to recognize their abilities, enhance them, and expand their range. Also, creativity requires the use of diverse skills that sometimes are opposite, hence the importance of training the before-mentioned abilities from a balanced fashion. Frank Barron's famous quote provides a good sense of this "The creative person is both more primitive and more cultivated, more destructive and more constructive, a lot madder and a lot saner, than the average person".

Barron (1995) discovered that innocence operates throughout life and that, fortunately, there are moments when an adult can experience the surprise of seeing things as if it were the first time. It may be a engaged

innocence, but ultimately, it is an innocence that survived the shock of growing up. On innocence, Runco (1996) clarifies that creativity is not entirely childish, but that it requires the combination of the skills rising at childhood with the ones achieved through maturity.

As well as in the development of abilities, a person must attempt for balance in the experience. If we pay full attention to the details contained in each new experience, we would not have time for incubation and enlightenment. If, on the other hand, we only concentrate on past experience, our actions will be stiff and automatic. In short, experience provides useful knowledge, but the individual must seek how to take advantage of it, without blindly holding on to it (Riccio, Rabinowitz, & Axelrod, 1994).

2.2 KNOW YOURSELF

Albert (1990) stated that:

“Creativity begins with and is expressed through the decisions one makes, not through the particular media used or the products generated... An individual's knowledge of self and particular aspects of his or her world is the ultimate medium of creative behavior”.

When it comes to a substantial creation, creativity takes a broader, even infinite, meaning. Definitely, for every person the limit is different, hence the importance of the Greek phrase: *gnóthi seautón*, in Latin *nosce te ipsum*, know yourself. A simple invitation to reflect and face the valuable need to know ourselves. In fact, "If we are not to believe either in muses or gods that inspire; that is, if we do not explain creativity from the outside, we have to explain it from the inside" (Rodríguez, 1985).

2.3 DESIGN YOURSELF

The creative person exists, both motivated to transform the world in original interpretations, as occupied manifesting them in reality, always discerning when such changes are appropriate to the context and when they are not. Feldman, Csikszentmihalyi, & Gardener (1994) found that for creativity to occur, people have to imagine the changes that could happen in reality and feel the courage to situate themselves in the construction of their culture. The desire for transcendence stimulates such clarity of action; that longing is born from experience and carries the necessary will power to face the obstacles that might appear along the way. In the area of transcendence, Barron (1995) highlighted the importance of intentions by pointing out the possibility to create ourselves and to evolve through our design and the reflection on the changes we attain. As for the process of designing oneself, Barron alluded to free will when he said:

The essence of our human freedom is this, that matter has acquired the capacity to work radical modifications in it. Thus, among its available responses is the ability to act in such a manner as to increase its own flexibility, or deliberately to maximize its own response variability.

We can infer that creativity, in addition to the mentioned advantages, it is an integrating dimension of human being.

2.4 THE DEVELOPMENT OF CREATIVE SKILLS

Guilford (1958) affirmed that creativity, like any other behavior of human beings, belongs to natural phenomena, and therefore, only after studying it, we could understand it. Clarifying to skeptics that without understanding phenomena, we cannot work with them, but only, limit ourselves to get excited when they happen and to be afflicted when they do not occur. Based on Guilford's work, the efforts aimed to the diagnosis of creativity, pursue the objective of supporting each person in its most creative and profoundly

personal line, in which they will feel more fulfilled because they will perform the most significant contributions (Ibáñez, 1995).

Ortega Y Gasset (1964), considers that there are two types of creatures "those that demand a lot and accumulate on themselves difficulties and duties, and those that, do not demand anything in particular... but for them to live is to be what they are without an effort of perfection on themselves". To be creative does not mean having the abilities, in fact, to be creative implies the development of creative skills through its exercise.

In 1950, during his inaugural conference to assume APA's presidency, Guilford distinguished "Creativity refers to the abilities that are most characteristic of creative people. Creative abilities determine whether the individual has the power to exhibit creative behavior to a noteworthy degree" (Guilford, 1968). With full commitment, Guilford freed the way to the objective compilation of primary creativity skills, founding his research on experimental and quantitative methods, specifically factorial analysis. In 1948 he received financial support from the Navy and the American Air Force, to identify intellectual abilities and among them, skills in the area of creative thinking (Guilford, 1958). Guilford began this duty, asking which would be the different intellectual tasks performed by humans. His interest was in knowing, how well each person could perform the required ability, and when he identified that a group of individuals tended to solve a set of similar tasks successfully; he concluded that underlying their execution existed a unique type of ability, that he would call a factor.

In Guilford (1968) proposed eight main characteristics of creativity validated by factorial studies: (1) sensitivity to problems, (2) fluency, (3) flexibility, (4) originality or novelty, (5) analysis, (6) synthesis, (7) redefinition, and (8) elaboration or complexity (Guilford, 1968). At the present time, the discovery of creative skills remains effective, suggesting that creativity is not a subjective aspect, but an objective one that is composed of differentiated skills. Even when creative people are so diverse among themselves, some attributes distinguish them, a kind of common denominator, object of study to this research.

3. METODOLOGY

The methodology carried out in this qualitative research attends the objective to build a list of the attributes of creativity. Its process divides into two aspects, the gathering of the skills of creativity and its synthesis through the comparison of similarities and differences.

To collect the skills of creativity from literature, reference databases were used as information channels. According to Cooper, Hedges, and Valentine (2019) these indexing services represent the most fruitful sources of information for current research. Among options, Scopus database was selected since it now represents the largest database of scientific titles and abstracts, peer-reviewed. Edited by Elsevier it contains more than 71 million worldwide records in the fields of science, engineering, medicine, arts, and humanities.

To define the sample population a search was carried out using the following parameters, available on Scopus search-form: search *Creativity*, in *Article title*, subject area *Psychology*, date range *All years to Present*, and document type *Article*. Once determined, the sample was studied considering the following aspects: year of publication, authors, journals, keywords and countries of origin.

From the sample of articles, the skills of creativity determined by the various relevant authors were extracted and organized in a table that relates the source (author and year of publication) with its contribution.

For the analysis of the obtained skills, their frequencies were collected and with the use of three thesaurus-dictionaries: The Free Dictionary, Lexico, and Merriam Webster; the obtained frequencies were semantically categorized into a list of differentiated attributes of creativity. To contextualize the list in the field of creativity, each attribute was defined considering the descriptions provided by the collected authors.

As the last step, the attributes were validated through contrast with the index of the Encyclopedia of Creativity, edited by Runco & Pritzker in 1999, selected for its more than 525 citations received.

4. RESULTS AND DISCUSSION

A sample population was defined for the extraction of the creative skills raised by the different authors relevant to the field. The search was conducted in January 2018, via Scopus document search-form, the equation generated by Scopus showed a population of 3,304 articles published by 160 authors, that contain the word creativity in its title, including all the years registered until 2018, in journals linked to the field of physiology.

Scopus generated equation:

TITLE (creativity) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR < 2018 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "PSYC")) AND (LIMIT TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish"))

4.1 SAMPLE DEFINITION

Sample definition began with the analysis of the population, based on the number of articles produced by decades (see table 1).

Table 12. Articles published by decades, which include in their title the word creativity.

Decade	# Articles	Percentage
2011-2018	1143	35
2001-2010	587	18
1991-2000	549	17
1981-1990	330	10
1971-1980	387	12
1961-1970	282	9
1949 -1960	26	1
Total	3,304	100

Note. Information obtained from the database, Scopus.

The constant increase in the amount of produced publications shows the scientific community interest on the subject of creativity. Considering that the decade with the largest number of published articles is the current one, 2011-2018 is established as the time range that will characterize the sample. As a second filter, only articles published in journals that incorporate the word creativity in their name were selected, obtaining a sample of 381 articles.

The number of articles published among 2011-2018 per year, varies from 37 to 59 articles, being 2014 the year in which the largest number of publications was registered. The most productive authors of the sample are James C. Kaufman (26 articles), Mark A. Runco (13 articles), and Roni Reiter-Palmon (10 articles). The journals that stand out with the highest number of published articles are Creativity Research Journal (188 articles), Psychology of Aesthetics Creativity and The Arts (85 articles), and Journal of Creative Behaviour (71 articles). The most used keywords are Creativity (135), Divergent thinking (12), Innovation (10), Counselling (8), Personality (8), Intelligence (7) and Openness to experience (7); this set of words indicates the close relationship between creativity and innovation, as well as the importance of the role of divergent thinking, personality, intelligence and openness to experience, as skills to be considered in the

enhancement of creativity. Regardless of the dominance in the number the publications by the United States (191 articles), it is surprising to discover the huge participation of East Asia (69 articles) that surpasses the rest of the countries.

4.2 AUTHORS AND SKILLS

From the review of the 381 references, 96 authors were identified to contribute a total of 509 creative skills (see table 2).

Table 13. Creativity skills established by the authors found in the literature.

Authors	#	Creative skills
*Acha (2002)	3	desire, drive, willingness to enunciate innovations
Amabile (1983)	3	creativity-relevant processes, domain-relevant skills, task motivation,
Amabile (1996)	4	preparation, response generation, response validation and communication, task identification
Arieti (1976)	4	amorphous, conceptual cognition, imagery, primitive cognition
B. Hayes-Roth and K. Hayes-Roth (1979)	1	redefinition of plans and approach
Barron (1993)	1	controlled weirdness
Barron and Harrington (1981)	15	ability to resolve antinomies, accommodate opposite traits in one's self-concept, analogical and metaphorical abilities, associational abilities, attraction to complexity, autonomy, broad interest, firm self of self as creative, high energy, high valuation of aesthetic qualities, imagery abilities, independence of judgment, intuition, problem finding abilities, self-confidence
Berg (1995)	1	playfulness
Brown (1988)	1	perseverance
Campbell (1962)	1	blind variation and selective retention
Cohen and Ambrose (1999)	3	adaptation
Conti and Amabile (1999)	2	drive, motivation
Costa Jr and McCrae (1985)	6	actions, aesthetics, fantasy, feelings, ideas, values
Costa Jr, McCrae, and Kay (1995)	7	achievement, cognitive structure, endurance, judging, norm-favouring, orderliness, self-control
Crutchfield (1962)	3	nonconformity, rebelliousness, unconventionality
Csikszentmihalyi (1996)	1	perseverance
*Csikszentmihalyi (1998)	2	curiosity, flexibility
Cupchik (1999)	1	perception
Dacey, Lennon, and Fiore (1998)	1	self-control
Davidson and Sternberg (1984)	3	selective combination, selective comparison, selective encoding
Davis (1997)	17	adventurousness, anticipate consequences, artisticness, avoid mental and perceptual sets, curiosity, humor, Independence, make good decisions, open-minded, perceptiveness, reflectiveness, risk-taking, see structure in chaos, spontaneity, think critically, tolerance for ambiguity, understand complex issues
Dollinger, Urban, and James (2004)	1	openness to experience
Dudek (1999)	1	aesthetics
Feist (1999)	2	autonomy, independence

Authors	#	Creative skills
Feist and Gorman (1998)	3	conceptual combination, information encoding, problem construction
Feldhusen (1986)	1	self-esteem
Feldhusen, Treffinger, and Bahlke (1970)	4	elaboration, flexibility, fluency, originality,
Finke, Ward, and Smith (1992)	8	analogical transfer, elaboration, examination, idea association, knowledge retrieval, synthesis, testing of the pre-inventive structures, transformation
Golann (1963)	1	tolerance of ambiguity
Goleman, Kaufman, and Ray (1992)	1	frustration
Guilford (1950)	1	sensitivity to problems
Guilford (1967)	1	divergent thinking
Guilford (1968)	8	analysing ability, elaboration (complexity), evaluation, flexibility, fluency, originality (novel ideas), redefinition, synthesizing ability
Heinzen (1999)	1	proactivity
Henle (1962)	5	detached devotion, immersion, receptivity, see the right questions, use errors
Helson (1999a)	1	openness
Helson (1999b)		personality
Hennessey and Amabile (1988)	1	self-esteem
Hertz (1999)	1	invention
Hutchinson (1949)	1	frustration
*Ibáñez (1995)	22	abstraction, analysis, communication, connectivity, creative style, elaboration, expressive wealth, fantasy, figurative expansion, flexibility, fluency, graphic ability, image morphology, imaginative reach, organization, originality, product improvement, redefine or unusual uses, remote associations, resistance to closure, sensitivity to problems, synthesis
Jay and Perkins (1997)	3	problem finding, problem formulation, problem redefinition
Kaplan and Davidson (1988)	1	incubation
Kettner, Guilford, and Christensen (1959)	6	analogical reasoning, conceptual correlates or naming observed relations, correlates or supplying something to complete a pattern, patterns or the capacity to identify relational rules and systems, perceptual relations or seeing perceptual relations, structural relations on seeing similarities
Khandwalla (1993)	1	divergent thinking
Kharkhurin (2014)	4	aesthetics, authenticity, novelty, utility
Kuhn (1970)	1	identifying key facts
*Lowenfeld (1958)	16	abstraction, analysis, communication, elaboration, fluency, hypothesis formation, mental flexibility, organization, originality, product improvement, productivity, questions, redefine (unusual uses), remote associations, sensitivity to problems, synthesis
*Lowenfeld and Brittain (1961)	8	abstraction, flexibility, fluency, organizational coherence, originality, redefinition, sensitivity, synthesis
Ludwig (1995)	1	oppositional thinking
*Maslow (1994)	9	choose the growth option and not the fear option, experience without shyness, honesty, listen to the voices of the impulse, mission, self-

Authors	#	Creative skills
		realization, summit experience, take responsibility, update of own potential
*Matuseek (1977)	4	causal links, perception of nuances, problem sensitivity, solution process
McCrae (1987)	1	bravery
McCrae and Costa Jr (1999)	5	neuroticism, extraversion, openness to experience, agreeableness, conscientiousness
Mednick (1962)	1	remote associations
Merrifield, Guilford, Christensen, and Frick (1962)	4	conceptual foresight, penetration, problem sensitivity, redefinition
*Miller (2009)	6	analog thinking, brainstorming, flow of ideas, idea manipulation, imagination, incubation of ideas
Mobley, Doares, and Mumford (1992)	2	conceptual combination, reorganization
Mumford, Baughman, Supinski, and Maher (1996)	1	perception
Mumford, Costanza, Threlfall, Baughman, and Reiter-Palmon (1993)	1	adaptive flexibility
Mumford, Mobley, Uhlman, Doares, and Reiter-Palmon (1991)	3	evaluate ideas, monitor the success of their efforts, plan implementation activities
Mumford, Supinski, Threlfall, and Baughman (1996)	1	acquiring information bearing on the problem
O'Quin and Derks (1999)	1	humor
Ochse (1990)	1	incubation
Okuda, Runco, and Berger (1991)	1	problem formulation
Olton (1979)	1	incubation
Piaget (1973)	1	abstraction
Policastro (1999)	1	intuition
*Rodriguez Estrada (1985)	14	ambition, autocracy, decision making, devotion, fineness of perception, flexibility, imagination, Independence, intuition, self-confidence, strong intelligence, tenacity, values, versatility
*Rodriguez Estrada (2006)	11	ability to toy with elements and concepts, extensional orientation, feeling that the creation satisfies and expresses oneself, internal locus of evaluation, lack of rigidity, self-actualization, tolerance of ambiguity
Rogers (1954)	7	lack of rigidity, tolerance of ambiguity, extensional orientation, internal locus of evaluation, feeling that the creation satisfies and expresses oneself, ability to toy with elements and concepts, self-actualization
Rotenberg (1999)	1	articulation
Runco (1996)	3	discretion, ego strength, intentionality
Runco (1997)	20	cognitive process, developmental process, divergent thinking, education, emotion and affect, enhancement, free will, giftedness, humor, imagery, imagination, incubation, intelligence, intuition, mental health, metacognition, motivation, personality, potential, problem solving
Runco (1999a)	1	critical thinking
Runco (1999b)	1	divergent thinking
Runco (1999c)	1	self-actualization

Authors	#	Creative skills
Runco (2014)	12	autonomy, curiosity, flexibility, intrinsic motivation, openness to experience, playfulness, preference for complexity, risk taking or risk tolerance, self-efficacy, sensitivity, tolerance of ambiguity, wide interests
Runco and Chand (1995)	7	declarative knowledge, evaluation, extrinsic motivation, ideation, intrinsic motivation, problem finding, procedural knowledge
Runco and Dow (1999)	1	problem finding
Russ (1993)	34	access to affect-laden thought, adaptive regression, affective fantasy in play, affective pleasure in challenge, affective pleasure in problem solving, cognitive, integration of affect, comfort with intense affect, control affect, critical thinking skills, curiosity, divergent thinking, evaluative ability, incidental learning, independence of judgment, insight ability, intrinsic motivation, mood-induction, openness to affect states, openness to experience, passionate involvement in task, preference for challenge, preference for complexity, primary process thinking, risk taking, self-confidence, sensitivity to problems, tendency to practice with alternative solutions, tolerance of ambiguity, tolerance of anxiety, tolerance of failure, transformation abilities, use analogies, wide breath of knowledge, wide range of interest
Russ (1999)	2	emotion, affect
*Salas (2002)	7	anti-conventionalism, independence of judgment, intrinsic motivation, originality, persistence, sensitivity to problems, work discipline
Sapp (1992)	1	frustration
Scott (1999)	1	knowledge
Simonton (1998)	2	anomalous observations, evaluation of ideas
Singer (1999)	1	imagination
Smith and Dodds (1999)	1	incubation
Stein (1953)	9	communication, direction, flexibility, hypothesis formation, hypothesis testing, insight, sensitivity, time perspective oriented to the future, tolerate ambiguity
Sternberg (2005)	7	advance forward incrementation, forward incrementation, reconstruction, redefinition, redirection, reinitiation, synthesis
Sternberg (2006)	2	confluence, decision making
Sternberg and Davidson (1999)	1	insight
Sternberg and Lubart (1991)	13	analytic skill, big picture view, extrinsic motivation, individuality, intrinsic motivation, knowledge, novel ways, openness to new experiences, perseverance, practical skill, synthetic skill, willingness to take risk, willingness to tolerate ambiguity
Sternberg & Lubart (1992)	3	selective-combination insight, selective-comparison insight, selective-encoding insight
*Sternberg and Lubart (1993)	13	ability to face risks, ambiguity tolerance, define and redefine problems, divergent thinking, environmental context, insight, intellectual styles, intelligence, knowledge, motivation, self-esteem, willingness to continue growing and creating, willingness to overcome obstacles and persevere
Stokes (1999)	1	novelty
Taylor (1964)	16	cognition, convergent production, dedication to work, desire to bring order out of disorder, desire to discovery, divergent production, drive, evaluation, femininity of interest, Independence, memory, professional self-confidence, resourcefulness, self-sufficiency, striving for general principles, tolerance of ambiguity

Authors	#	Creative skills
Thurston and Runco (1999)	1	flexibility
Torrance (1962)	8	altruistic, energetic, Independence, industrious, persistent, self-assertive, sensitivity, versatile
Torrance and Shaughnessy (1998)	18	being aware of emotions and using them, being flexible, combining and synthesizing, elaboration, enjoying and using fantasy, extending boundaries by cutting through them or going beyond them, giving ideas movement and sound, glimpsing infinity, highlighting the essence, keeping open, letting humor flow, looking at problems and solutions in many ways, problem finding, producing many alternatives, producing original ideas, putting ideas into context, visualizing richly and colorfully, visualizing things internally, below the surface
Tuska (1957)	2	observe, question
Urban (1995)	38	analyzing and synthesizing thinking, broad perception and information processing, communication, concentration, critical end evaluative thinking, curiosity, defocusing, devotion and duty, drive for knowledge, elaboration, expertise, external recognition, flexibility, fluency, humor, increasing acquisition and mastery of specific knowledge and skills for specific areas of creating thinking and acting, memory network, metacognition, need of control and instrumental profit, need of novelty, nonconformity and autonomy, openness to experience, originality, playfulness, postponing quick solutions, problem sensitivity, readiness for risk-taking, reasoning and logical thinking, regression and relaxation, remote associations, restructuring and redefinition, selectivity, self-actualization, steadfastness and persistence, task commitment, thinking, tolerance of ambiguity, topic/ object / product focusing
Veron (1970)	1	tolerance of ambiguity
Wallach and Kogan (1965)	1	physiognomic sensitivity
Ward, Smith, and Vaid (1997)	1	analogy and metaphor
Weisberg (1993)	1	analogy and metaphor
West and Rickards (1999)	1	innovation
Wilson, Guilford, and Christensen (1954)	6	adaptive flexibility, conceptual foresight, penetration, problem sensitivity, redefinition judgment, spontaneous flexibility
Wink (1999)	1	self-processes
Witt and Beorkrem (1989)	7	autonomy, encouragement specifically for originality, freedom, freedom from criticism, good role models and resources (including time), innovation, norms in which innovation is prized and failure not fatal
Woodman & Schoenfeldt (1990)	3	cognitive abilities and styles, organismic variables, personality traits

*Note: Words marked with * were translated from Spanish to English.*

After extracting the skills enunciated by the authors of the references listed, it is possible to analyze them through a grouping process.

4.2 STUDY OF FREQUENCIES

By collecting the existent frequencies among the 509 skills identified, a list of 344 skills was generated (see table 3).

Table 14. Frequencies among the creative skills identified in the literature

<i>f</i>	Skill	Author
2	Analogy and metaphor	Ward et al. (1997), Weisberg (1993)
	Conceptual combination	Fiest and Gorman (1998), Mobley et al. (1992)
	Conceptual foresight	Merrifield et al. (1962), Wilson et al. (1954)
	Decision making	Sternberg (2006), Rodríguez Estrada (1985, 2006)
	Freedom	Rodríguez Estrada (2006), Witt and Beorkrem (1989)
	Hypothesis formation	Lowenfeld (1958), Stein (1953)
	Metacognition	Runco (1997), Urban (1995)
	Penetration	Merrifield et al. (1962), Wilson et al. (1954)
	Problem formulation	Okuda, Runco and Berger (1991), Jay and Perkins (1997)
	Questions	Tuska (1957), Lowenfeld (1958),
	Self-control	Costa et al. (1995), Dacey et al. (1998)
	Transformation abilities	Finke et al. (1992), Russ (1993)
	Values	Costa Jr and McCrae (1985), Rodríguez Estrada (1985)
	Versatility	Rodríguez Estrada (1985), Torrance (1962)
3	Drive	Acha (2002), Conti and Amabile (1999), Taylor (1964)
	Frustration	Goleman et al. (1992), Hutchinson (1949), Sapp (1992)
	Imagery	Arieti (1976), Barron and Harrington (1981), Runco (1997)
	Intelligence	Rodríguez Estrada (1985), Runco (1997), Sternberg and Lubart (1993)
	Innovation	Acha (2002), West and Rickards (1999), Witt and Beorkrem (1989)
	Organization	Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Lowenfeld and Brittain (1961)
	Perseverance	Brown (1988), Csikszentmihalyi (1996), Sternberg and Lubart (1991)
	Persistence	Salas (2002), Torrance (1962), Urban (1995)
	Personality	Helson (1999b), Runco (1997), Woodman and Schoenfeldt (1990)
	Playfulness	Berg (1995), Runco (2014), Urban (1995)
	Product improvement	Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Urban (1995)
	Self-actualization	Rogers (1954), Runco (1999a), Urban (1995)
	Wide range of interest	Barron and Harrington (1981), Runco (2014), Russ (1993)
4	Abstraction	Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Lowenfeld and Brittain (1961), Piaget (1973)
	Aesthetics	Barron and Harrington (1981), Costa Jr and McCrae (1985), Dudek (1999), Kharkhurin (2014)
	Attraction to complexity	Barron and Harrington (1981), Davis (1997), Runco (2014), Russ (1993)
	Fantasy	Costa Jr and McCrae (1985), Ibáñez (1995), Russ (1993), Torrance and Shaughnessy (1998)
	Insight	Russ (1993), Stein (1953), Sternberg and Davidson (1999), Sternberg and Lubart (1992, 1993)
	Intuition	Barron and Harrington (1981), Policastro (1999), Rodríguez Estrada (1985), Runco (1997)
	Novelty	Kharkhurin (2014), Sternberg and Lubart (1991), Stokes (1999), Urban (1995)
	Remote associations	Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Mednick (1962), Urban (1995)
	Self-confidence	Barron and Harrington (1981), Rodríguez Estrada (1985), Russ (1993), Taylor (1964)

<i>f</i>	Skill	Author
	Self-esteem	Feldhusen (1986), Hennessey and Amabile (1988), Rodríguez Estrada (2006), Sternberg and Lubart (1993)
5	Autonomy	Barron and Harrington (1981), Feist (1999), Runco (2014), Urban (1995), Witt and Beorkrem (1989)
	Analysis	Guilford (1968), Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Sternberg and Lubart (1991), Urban (1995)
	Critical thinking	Davis (1997), Rodríguez Estrada (2006), Runco (1999), Russ (1993), Urban (1995)
	Communication	Amanile (1996), Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Stein (1953), Urban (1995)
	Humor	Davis (2003), O'Quin and Derks (1999), Runco (1997), Torrance and Shaughnessy (1998), Urban (1995)
	Imagination	Ibáñez (1995), Miller (2009), Rodríguez Estrada (1985), Runco (1997), Singer (1999)
	Knowledge	Finke et al. (1992), Runco and Chand ((1995), Russ (1993), Scott (1999), Sternberg and Lubart (1991, 1993)
	Risk-taking	Davis (1997), Runco (2014), Russ (1993), Sternberg and Lubart (1991, 1993), Urban (1995)
	Problem finding	Barron and Harrington (1981), Jay and Perkins (1997), Runco and Chand (1995), Runco and Dow (1999), Torrance and Shaughnessy (1998)
	Sensitivity	Lowenfeld and Brittain (1961), Runco (2014), Stein (1953), Torrance (1962), Wallach and Kogam (1965)
6	Curiosity	Csikszentmihalyi (2006), Davis (2003), Rodríguez Estrada (2006), Runco (2014), Russ (1993), Urban (1991)
	Divergent thinking	Guilford (1967), Khandwalla (1993), Runco (1997, 1999c), Russ (1993), Sternberg and Lubart (1993), Taylor (1964)
	Fluency	Feldhusen et al. (1970), Guilford (1968), Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Lowenfeld and Brittain (1961), Urban (1995)
	Incubation	Kaplan and Davidson (1988), Miller (2009), Ochse (1990), Olton (1979), Runco (1997), Smith and Dodds (1999)
	Openness to experience	Dollinger et al. (2004), McCrae and Costa (1999), Runco (2014), Russ (1993), Sternberg and Lubart (1997), Urban (1995)
7	Motivation	Amabile (1983), Conti and Amabile (1999), Runco (1997, 2014), Runco and Chand (1995), Russ (1993), Salas (2002), Sternberg and Lubart (1991, 1993)
	Perception	Cupchik (1999), Davis (1997), Kettner et al. (1959), Matusek (1977), Mumford et al. (1996), Rodríguez Estrada (1985), Urban (1995)
	Elaboration	Feldhusen et al. (1970), Finke et al. (1992), Guilford (1968), Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Torrance and Shaughnessy (1998), Urban (1995)
	Evaluation	Guilford (1968), Mumford et al. (1991), Ronger (1954), Runco and Chand (1995), Russ (1993), Simonton (1998), Taylor (1964)
8	Independence	Barron and Harrington (1981), Davis (1997), Feist (1999), Rodríguez Estrada (1985), Russ (1993), Salas (2002), Taylor (1964), Torrance (1962)
	Originality	Feldhusen et al. (1970), Guilford (1968), Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Lowenfeld and Brittain (1961), Salas (2002), Urban (1995), Witt and Beorkrem (1989)
9	Sensitivity to problems	Guilford (1950), Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Matusek (1977), Merrifield et al. (1962), Russ (1993), Salas (2002), Urban (1995), Wilson et al. (1954)
	Synthesis	Finke, et al. (1992), Guilford (1968), Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Lowenfeld and Brittain (1961), Sternberg (2005), Sternberg and Lubart (1991), Torrance and Shaughnessy (1998), Urban (1995)
1	Redefinition	B. Hayes-Roth and H. Hayes-Roth (1979), Guilford (1968), Ibáñez (1995), Jay and Perkins (1997), Lowenfeld (1958), Lowenfeld and Brittain (1961), Merrifield

<i>f</i>	Skill	Author
	Ambiguity tolerance	et al., (1962), Sternberg (2005), Sternberg and Lubart (1993), Urban (1995), Wilson et al. (1954) Davis (1997), Golann (1963), Rodríguez Estrada (2006), Rogers (1954), Runco (2014), Russ (1993), Stein (1953), Sternberg and Lubart (1991, 1993), Taylor (1964), Urban (1995), Veron (1970)
1 4	Flexibility	Csikszentmihalyi (1998), Feldhusen et al. (1970), Guilford (1968), Ibáñez (1995), Lowenfeld (1958), Lowenfeld and Brittain (1961), Mumford et al. (1993), Rodríguez Estrada (1985), Runco (2014), Stein (1953), Thurston and Runco (1999), Torrance and Shaughnessy (1998), Urban (1995), Wilson et al. (1954)

Note. *f* = Number of times each skill was found in the literature.

A primary finding was to identify that the frequencies contain all the characteristics of creativity that Guilford proposed in 1968: (1) sensitivity to problems_ *f*9, (2) fluency_ *f*6, (3) flexibility_ *f*14, (4) originality_ *f*8, (5) analysis_ *f*5, (6) synthesis_ *f*9, (7) redefinition_ *f*11, and (8) elaboration_ *f*7. It is important to keep in mind that in correspondence with the definition of creativity which refers to a contribution that is valuable and not only original, the word communication reaches a frequency *f*5, confirming that if the person cannot communicate the value of its product, this will not be acknowledged by society as being creative.

4.2 SEMANTIC CATEGORIZATIONS

To avoid redundancies between the meanings of the obtained skills, these were semantically classified, using the thesaurus: The Free Dictionary, Lexico, and Merriam-Webster. As a result, 38 categories were obtained; the word with the most representative meaning for each group converts into an attribute (See table 4).

Table 15. Semantic categorization of creative skills identified in the literature

Category name	Skills within the category
Abstraction	abstraction (4), defocusing, highlighting the essence
Adaptation	adaptation, adaptive regression, openness, openness to affect states, openness to experience (6), transformation abilities (2)
Aesthetics	aesthetics (4)
Ambiguity tolerance	ambiguity tolerance (11), regression and relaxation
Analysis	analysis (4), examination, reasoning and logical thinking, selective comparison
Communication	articulation, communication (5)
Contribution	agreeableness, altruistic, big picture view, discretion, external recognition, make good decisions, utility, values (2)
Critical thinking	critical thinking (5), confluence, convergent production, evaluation (7), judging, reflectiveness, selectivity, think critically, thinking
Curiosity	attraction to complexity (4), curiosity (6), desire for discovery, femininity of interest, observe, wide range of interest (3)
Divergent thinking	divergent thinking (6)
Elaboration	conscientiousness, depth, elaboration (7), figurative expansion, giving ideas movement and sound, graphic ability, immersion, penetration (2), preparation, visualizing richly and colorfully, visualizing things internally below the surface
Fantasy	fantasy (4)

Category name	Skills within the category
Flexibility	ability to toy with elements and concepts, expressive wealth, extending boundaries by cutting through them or going beyond them, extensional orientation, flexibility (14), idea manipulation, keeping open, lack of rigidity, looking at problems and solutions in many ways, open-minded, playfulness (3), spontaneity, tendency to practice with alternative solutions
Fluency	brainstorming, flow of ideas, fluency (6), producing many alternatives
Frustration tolerance	frustration (3), tolerance of anxiety, tolerance of failure, use errors
Humor	humor (5)
Imagination	image morphology, imagery (3), imagination (5)
Incubation	incubation (6).
Innovation	innovation (3), product improvement (3)
Insight	creativity-relevant processes, glimpsing infinity, ideas, ideation, insight (4), intuition (4), listen to the voices of the impulse, perception (6), perceptiveness, producing original ideas, summit experience
Intelligence	intelligence (3), intellectual capacity, intellectual styles
Invention	concentration, increasing mastery of specific knowledge and skills, metacognition (2)
Knowledge	blind variation and selective retention, cognition, cognitive abilities and styles, cognitive integration of affect, cognitive process, cognitive structure, conceptual cognition, domain-relevant skills, education, expertise, incidental learning, knowledge (5), memory, memory network
Metacognition	concentration, increasing mastery of specific knowledge and skills, metacognition (2)
Motivation	affect, desire, drive (3), emotion, emotion and affect, feelings, motivation (7)
Originality	anomalous observations, anti-conventionalism, authenticity, avoid mental and perceptual sets, novelty (4), originality (8), oppositional thinking, unconventionality
Personality	individuality, personality (3)
Proactivity	actions, anticipate consequences, direction, energetic, high energy, industrious, need of control and instrumental profit, plan implementation activities, proactivity, productivity, time perspective orientated to the future
Problem finding	access to affect-laden thought, amorphous, being aware of emotions and using them, desire to bring order out of disorder, environmental context, identifying key facts, intentionality, primary process thinking, primitive cognition, problem finding (5), problem sensitivity (9), receptivity, sensitivity (5), task identification
Problem solving	affective pleasure in problem solving, advance forward incrementation, decision making (2), developmental process, forward incrementation, hypothesis testing, norm-favouring, practical skill, problem construction, problem formulation (2), problem solving, putting ideas into context, reconstruction, redefinition (11), redirection, reinitiation, reorganization, response generation, solution process, testing of the pre-inventive structures
Remote associations	ability to resolve antinomies, analog thinking, analogical and metaphorical abilities, analogical reasoning, analogical transfer, analogy and metaphor (2), associational abilities, causal links, conceptual combination (2), conceptual correlates or naming observed relations, connectivity, correlates or supplying something to complete a pattern, idea association, organismic variables, patterns or the capacity to identify relational rules and systems, remote associations (4), see structure in chaos, structural relations on seeing similarities, use analogies
Research	acquiring information bearing on the problem, drive for knowledge, questions (2), see the right questions
Resistance to closure	resistance to closure, endurance, perseverance (3), persistence (3), postponing quick solutions, task commitment, tenacity
Risk-taking	adventurousness, affective pleasure in challenge, audacity, bravery, choose the growth option and not the fear option, ego strength, experience without shyness, extraversion, norms in which innovation is prized and failure not fatal, preference for challenge, rebelliousness, risk taking (5)

Category name	Skills within the category
Self-esteem	accommodate opposite traits in one's self-concept, autocracy, autonomy (5), free will, freedom (2), honesty, independence (8), nonconformity, self-assertive, self-confidence (4), self-esteem (4), take responsibility
Self-realization	achievement, ambition, artisticness, creative style, enhancement, feeling that the creation satisfies and expresses oneself, firm self of self as creative, giftedness, good role models and resources (including time), mental health, monitor the success of their efforts, potential, resourcefulness, self-actualization (3), self-efficacy, self-processes, self-realization, self-sufficiency, update of own potentials, versatile (2), willingness to continue growing and creating
Synthesis	synthesis (9), information encoding, orderliness, organization (3), selective combination, selective encoding
Will power	comfort with intense affect, control affect, controlled weirdness, dedication to work, detached devotion, devotion, devotion and duty, mission, mood-induction, passion, passionate involvement in task, self-control (2), striving for general principles, willingness to overcome obstacles and persevere, work discipline

Note. Categories made based on sources: <https://www.freethesaurus.com>, <https://www.merriam-webster.com/thesaurus> y <https://www.lexico.com/en/synonym>

To contextualize the final list in the field of research, each attribute was defined by synthesizing the descriptions made by the included authors (See table 5).

Table 16. List of creative attributes and their definitions

Attribute	Definition
Abstraction	A rational exercise consisting of recognizing the qualities of an object or a fact to consider them in their pure essence.
Adaptation	Ability to adapt to the existing conditions or to transform a given situation into the desired situation.
Aesthetics	Harmonious order of the elements configuring a whole that delights the senses.
Ambiguity tolerance	Overcome the uncertainty and the chaos that arises when it is not clear how to solve a problem.
Analysis	Separate a whole into its constituent parts to examine its particular qualities and understand the whole in greater detail.
Communication	Ability to convincingly convey a message to others.
Contribution	Provide greater value to the environment.
Critical thinking	Reasoning that considers, evaluates and purifies the available options.
Curiosity	A natural interest to question and understand in depth a situation or phenomenon.
Divergent thinking	Reasoning that goes in several directions to produce multiple logical responses out of the same source.
Elaboration	Give form and life to a purpose through meticulous work, moving away from the obvious to address the details that are unpredictable at first instance.
Fantasy	Availability to explore the inner worlds allowing the mind to wander and create non-existent things.
Flexibility	Opening to ideate and explore different categories of answers in the resolution of a problem.
Fluency	Ability to quickly produce many ideas for the solution of a problem.

Attribute	Definition
Frustration to tolerance	Show commitment to one's ideas in the light of rejection or criticism from the context.
Humor	Talent to present reality highlighting a relevant incongruity of things that moves to laughter.
Imagination	Mental ability to produce and associate images from which it is possible to visualize the past or estimate the future.
Incubation	Stage in which the mind automatically works in the solution of a problem, while the person relaxes performing activities that are not related to the issue.
Innovation	Effect of transforming something with the intention of improving it by adding novel aspects.
Insight	Instant of clarity and certainty about the solution to the problem, which arises unexpectedly as a result of dedicated work.
Intelligence	Ability to understand and prosper in context, it implies the effective communication of the generated ideas.
Invention	A proposal that emerges from what exists, to offer something that is not yet present.
Knowledge	Stored information that becomes essential in solving a problem, it consists of data and experiences obtained, systematized and available to memory.
Metacognition	Ability to think about our own mental processes.
Motivation	Primary intention without which there is no action, it nourishes the energy that originates in the person and underlies its behavior.
Originality	Produce unique and surprising ideas that offer new values to the context.
Personality	Ability to recognize oneself as a singular person who owns a unique pattern of traits.
Proactivity	Faculty of the person who take control and decide what to do in anticipation of the events.
Problem finding	Ability to remain open and interested in identifying and specifying incomplete or failed situations.
Problem solving	Act of transforming a given situation into a desirable one, it requires the precise definition of the current state, the expected state, and the set of operations to be fulfilled.
Remote associations	Distinguish similarities between phenomena of different kinds, the more distance there is between the related aspects, the more significant the discovery will be.
Research	Perform intellectual and experimental activities in a systematic way, with the purpose of increasing the existing knowledge on a specific topic.
Resistance to closure	Ability to continue working until attaining the desired result.
Risk-taking	The mental strength that moves to perform an action that could have undesirable consequences.
Self-esteem	To think and act legitimate according to one's convictions, it represents the distinction and recognition of true being.
Self-realization	The satisfactory achievement of personal aspirations, tendency to realize one's potential.
Synthesis	Compose a whole through the articulation of its independent parts to obtain a higher value.
Will power	To decide and order own behavior, when confronting an action that involves difficulty and effort.

As a final step to confirm the validity of the list, the obtained attributes were compared with the index of the Encyclopedia of Creativity edited by Runco & Pritzker in 1999 (See table 6).

Table 17. Comparison between the list of attributes and the index of the Encyclopedia of Creativity

Attribute	Title in the index of the Encyclopedia of Creativity	Author
Abstraction	-	-
Adaptation	Adaptation and Creativity	LeoNora M. Cohen and Don Ambrose
Aesthetics	Art and Aesthetics	Stephanie Z. Dudek
Ambiguity tolerance	-	-
Analysis	-	-
Communication*	Advertising	Sandra E. Moriarty and Brett A. Robbs
Contribution	-	-
Critical thinking	Critical thinking	Mark A. Runco
Curiosity	-	-
Divergent thinking	Divergent thinking	Mark A. Runco
Elaboration	-	-
Fantasy*	Dreams and Creativity	Stanley krippner
Flexibility	Flexibility	Becky J. Thurston and Mark A. Runco
Fluency*	Brainstorming	Tudor Rickards
Frustration tolerance	-	-
Humor	Humor	Karen O'Quin and Peter Derks
Imagination	Imagination	Jerome L. Singer
Incubation	Incubation	Steven M. Smith and Rebeca A. Dodds
Innovation	Innovation	Michael A. West and Tudor Rickards
Insight	Insight	Robert J. Sternberg and Janet E. Davidson
Intelligence	Intelligence	Robert J. Sternberg
Invention	Invention	Michael Hertz
Knowledge	Knowledge	Teres Enix Scott
Metacognition	Metacognition	Norbert Jaušovec
Motivation	Motivation/Drive	Regina Conti and Teresa Amabile
Originality*	Novelty	Patricia D. Stokes
Personality	Personality	Ravenna Helson
Proactivity	Proactive Creativity	Thomas E. Heinzen
Problem finding	Problem Finding	Mark A. Runco and Gayle Dow
Problem solving	Problem Solving	Richard E. Mayer
Remote associations	Associative Theory	Daniel Fasko Jr.
Research*	Science	Kevin Dunbar
Resistance to closure	-	-
Risk-taking	-	-
Self-esteem	Autonomy and independence	Gregory J. Feist
Self-realization*	Self-actualization	Mark A. Runco
Synthesis	-	-
Will power	-	-

*Note. Attributes marked with * are considered synonymous with the titles in the Encyclopedia of Creativity.*

It is essential to visualize that the first abilities that focused on creative thinking have transcended in time, but also new abilities concerning the creative personality have arisen. During the totality of the period studied, the following attributes were announced by different authors more than 10 times: adaptability (12), ambiguity tolerance (13), critical thinking (18), curiosity (16), elaboration (18), flexibility (28), insight (25), knowledge (20), motivation (19), originality (18), proactivity (11), problem finding (30), problem solving (33), remote associations (24), resistance to closure (12), risk taking (17), self-esteem (31), self-realization (24), synthesis (16), will power (16).

As future lines of research, it will be relevant to validate the obtained list by quantitative analysis, considering the opinion of a representative group of professionals capable of assessing the attributes from their creative practice.

4. CONCLUSION

The list of attributes presented is shared by Guilford's idea of creativity as a human condition composed by multiple aspects. On the polarity between some of the attributes contained in the resulting list, as it is in the case of divergent and synthetic thinking, it is important to comment that coexistence among attributes is possible if we consider the notion of equilibrium described in the theoretical framework of this study. To this, it can be added that the point of balance is different in each one, therefore the enhancement of creativity in a person is linked both to the knowledge of the attributes of creativity, as well as to its identification and its balanced development.

Creativity works to achieve favorable change, an incessant need of humanity. In an increasingly complex and challenging world, a person should be interested in understanding its creativity and in designing the way to reach its potential. At the social level, it is essential that teachers in education and the institutions supporting them learn how to identify and enhance creativity in their students. By the awareness of the attributes of creativity, an opportunity opens up, to improve by the conscious treatment of our attributes; such development would generate an increase of creativity, confident for the individual and consequently for its society.

6. REFERENCES

- Acha, J. (2002). *Introducción a la creatividad artística*. México: Trillas.
- Albert, R. S. (1990). Identity, experiences, and career choice among the exceptionally gifted and eminent. In M. A. Runco, & R. S. Albert (Ed.), *Theories of creativity* (Vol. 115, pp. 13-34). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity: A componential conceptualization. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45 (2), 357-376.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context*. Boulder, CO: Westview Press.
- Arieti, S. (1976). *Creativity: The magic synthesis*. New York: Basic Books.
- Barron, F. (1993). Controllable oddness as a resource in creativity. *Psychological Inquiry*, 4 (3), 182-184.
- Barron, F. (1995). *No rootless flower: An ecology of creativity*. Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Barron, F. (1995). The disposition toward originality. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 51 (3), 478-485.

- Barron, F., & Harrington, D. M. (1981). Creativity, intelligence, and personality. *Annual review of psychology* , 32 (1), 439-476.
- Berg, D. H. (1995). The power of playful spirit at work. *Journal for Quality and Participation* , 18 (4), 32-39.
- Brown, K. A. (1988). *Inventors at work: Interviews with 16 notable American inventors*. Redmond, WA: Microsoft Press.
- Campbell, D. T. (1962). Blind variation and selective retentions in creative thought as in other knowledge processes. *Psychological Review* , 67 (6), 380-400.
- Cohen, L., & Ambrose, D. (1999). Adaptation and creativity. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of Creativity* (Vol. 1, pp. 9-22). San Diego, CA: Academic Press.
- Conti, R., & Amabile, T. (1999). Motivation / Drive. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of Creativity* (Vol. 2, pp. 251-259). San Diego, CA: Academic Press.
- Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (Eds.). (2019). *The handbook of research synthesis and meta-analysis*. Russell.
- Costa Jr, P. T., & McCrae, R. R. (1985). *The NEO Personality Inventory manual and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI) manual*. Odesa, Fla: Psychological Assessment Resources, Inc.
- Costa Jr., P. T., McCrae, R. R., & Kay, G. G. (1995). Persons, places, and personality: Career assessment using the Revised NEO Personality Inventory. *Journal of Career Assessment* , 3 (2), 123-139.
- Crutchfield, R. S. (1962). Conformity and creative thinking. In H. E. Gruber, G. Terell, & M. Wertheimer (Ed.), *Contemporary Approaches to Creative Thinking: A symposium held at the Univeristy of Colorado*. New York: Atherton.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity*. New York: Harper Collins.
- Csikszentmihalyi, M. (1998). Creatividad: el fluir y la psicología del descubrimiento y la invención. Barcelona, España: Paidós.
- Cupchik, G. (1999). Perception and Creativity. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of Creativity* (Vol. 2, pp. 355-360). San Diego, CA: Academic Press.
- Dacey, J. S., Lennon, K., & Fiore, L. B. (1998). *Understanding creativity: The interplay of biological, psychological, and social factors*. Jossey-Bass Inc Pub.
- Davidson, J., & Sternberg, R. (1984). The role of insight in intellectual giftedness. *Gifted child quarterly* , 28 (2), 58-64.
- Davis, G. A. (1997). *Identifying creative students and measuring creativity. Handbook of gifted education* (Vol. 2).
- Dollinger, S. J., Urban, K. K., & James, T. A. (2004). Creativity and openness: Further validation of two creative product measures. *Creativity Research Journal* , 16 (1), 35-48.
- Dudek, S. (1999). Art and aesthetics. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 1, pp. 99-113). San Diego, CA: Academic Press.
- Feist, G. J. (1999). Autonomy and independence. In R. Mark, & R. S. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 1, pp. 157-163). San Diego, C.A.: Academic Press.
- Feldhusen, J. F. (1986). A conception of giftedness. In R. J. Stemberg, & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 112-127). New York: Cambridge University Press.
- Feldhusen, J., Treffinger, D., & Bahlke, S. (1970). Developing creative thinking: The Purdue creativity program. *The Journal of Creative Behavior* , 4 (2), 85-90.
- Feldman, D. H. (1994). *Changing the world: A framework for the study of creativity*. Westport, CT.
- Fiest, G. J., & Gorman, M. E. (1998). The psychology of science: Review and integration of a nascent discipline. *Review of General Psychology* , 2 (1), 3-47.

- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge, MA, US: MIT Press.
- Golann, S. E. (1963). Psychological study of creativity. *Psychological Bulletin* , 60 (6), 548-565.
- Goleman, D., Kaufman, P., & Ray, M. L. (1992). *The creative spirit*. New York: Dutton.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist* , 444-454.
- Guilford, J. P. (1958). Can creativity be developed? *National Art Education Association* , 11 (6), 3-7+14-18.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York, NY, US: McGraw-Hill Inc.
- Guilford, J. P. (1968). *Intelligence, creativity, and their educational implications*. San Diego, California: Robert R. Knapp.
- Hayes-Roth, B., & Hayes-Roth, F. (1979). A cognitive model of planning. *Cognitive Science* , 3 (4), 275-310.
- Heinzen, T. (1999). Proactive creativity. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 2, pp. 429-431). San Diego, CA: Academi Press.
- Henle, M. (1962). The birth and death of ideas. In H. E. Gruber, G. Terrell, & M. Wertheimer (Eds.), *The Atherton Press behavioral science series. Contemporary approaches to creative thinking: A symposium held at the University of Colorado* (pp. 31-62). New York, NY: Atherton Press.
- Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (1988). The role of the environment in creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp. 11-38). New York: Cambridge University Press.
- Hertz, M. (1999). Invention. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of Creativity* (Vol. 2, pp. 95-102). San Diego, CA: Academic Press.
- Hutchinson, E. D. (1949). *How to think creatively*. Oxford, England: Abingdon.
- Ibáñez, R. M. (1984). *La Creatividad* (2nd ed.). Barcelona: Ceac.
- Ibáñez, R. M. (1995). *La creatividad: diagnóstico, evaluación e investigación*. Madrid, España: UNED.
- Jay, E. S., & Perkins, D. N. (1997). Problem finding: The search for mechanism. In M. A. Runco, *The creativity research handbook* (Vol. 1, pp. 257-293). Cresskill, NJ: Hampton.
- Kaplan, C. A., & Davidson, J. (1988). Incubation effects in problem solving (No. AIP-57). *CARNEGIE-MELLON UNIV PITTSBURGH PA ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PSYCHOLOGY PROJECT*.
- Kettner, N. W., Guilford, J. P., & Christensen, P. (1959). A factor analysis study across the domains of reasoning, creativity, and evaluation. *Psychological Monographs: General and Applied* , 73 (9), 1-31.
- Khandwalla, P. N. (1993). An exploratory investigation of divergent thinking through protocol analysis. *Creativity Research Journal* , 6 (3), 241-259.
- Kharkhurin, A. V. (2014). Creativity.4in1: Four-Criterion Construct of Creativity. *Creative Research Journal* , 26 (3), 338-352.
- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lowenfeld, V. (1958). *El niño y su arte*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Lowenfeld, V., & Brittain, W. L. (1961). *Desarrollo de la capacidad creadora*. Buenos Aires, Argentina: Kapelusz.
- Ludwig, A. M. (1995). *The price of greatness*. New York: Guilford Press.
- Maslow, A. H. (1994). *La Personalidad Creadora*. Barcelona: Kairós.
- Matuseek, P. (1977). *La creatividad. Desde una perspectiva psicodinámica*. Barcelona: Herder.

- McCrae, R. R. (1987). Creativity, divergent thinking, and openness to experience. *Journal of personality and social psychology* , 52 (6), 1258-1265.
- McCrae, R. R., & Costa Jr, P. T. (1999). A five-factor theory of personality. In *Handbook of personality: Theory and research* (Vol. 2, pp. 139-153).
- Mednick, S. A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review* , 69 (3), 220–232.
- Merrifield, P. R., Guilford, J. P., Christensen, P., & Frick, J. W. (1962). The role of intellectual factors in problem solving. *Psychological Monographs: General and Applied* , 76 (10), 1-21.
- Miller, A. L. (2009). *Cognitive processes associated with creativity: Scale development and validation. Doctoral Thesis*. Ball State University.
- Mobley, M. I., Doares, L. M., & Mumford, M. D. (1992). Process analytic models of creative capacities: Evidence for the combination and reorganization process. *Creativity Research Journal* , 5 (2), 125-155.
- Mumford, M. D., Baughman, W. A., Supinski, E. P., & Maher, M. A. (1996). Process-based measures of creative problem-solving skills: II. Information encoding. *Creativity Research Journal* , 9 (1), 77-88.
- Mumford, M. D., Costanza, D. P., Threlfall, K. V., Baughman, W. A., & Reiter-Palmon, R. (1993). Personality variables and problem-construction activities: An exploratory investigation. *Creativity Research Journal* , 6 (4), 365-389.
- Mumford, M. D., Mobley, M. I., Uhlman, C. E., Doares, L. E., & Reiter-Palmon, R. (1991). Process analytic models of creative capacities. *Creativity Research Journal* , 4 (2), 91-122.
- Mumford, M. D., Supinski, E. P., Threlfall, K. V., & Baughman, W. A. (1996). Process-based measures of creative problem-solving skills III: Category selection. *Creativity Research Journal* , 9, 395-406.
- O'Quin, K., & Derks, P. (1999). Humor. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 1, pp. 845-853). San Diego, CA: Academic Press.
- Ochse, R. A. (1990). *Before the gates of excellence: The determinants of creative genius*. New York: Cambridge University Press.
- Okuda, S. M., Runco, M. A., & Berger, D. E. (1991). Creativity and the finding and solving of real-world problems. *Journal of Psychoeducational assessment* , 9 (1), 45-53.
- Olton, R. M. (1979). Experimental studies of incubation: Searching for the elusive. *The Journal of Creative Behavior* , 13 (1), 9-22.
- Otrega Y Gasset, J. (1964). *La rebelión de las masas*. Madrid: Espasa-Calpe.
- Piaget, J. (1973). *To understand is to invent: The future of education*. New York: Penguin.
- PolICASTRO, E. (1999). Intuition. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 2, pp. 89-93). San Diego, CA.
- Riccio, D., Rabinowitz, V., & Axelrod, S. (1994). Memory: When less is more. *American Psychologist* , 49 (11), 917-26.
- Rodríguez Estrada, M. (1985). *Psicología de la creatividad: manual de seminarios vivenciales*. México: Trillas.
- Rodríguez Estrada, M. (2006). *Manual de creatividad: los procesos psíquicos y el desarrollo*. México: Trillas.
- Rogers, C. R. (1954). ETC: A review of general semantics. *Toward a theory of creativity* , 11 (4), 249-260.
- Rotenberg, A. (1999). Articulation. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 1, pp. 121-125). San Diego, CA: Academic Press.

- Runco, M. (1996). Personal Creativity: Definition and Developmental Issues. In M. A. Runco (Ed.), *Creativity from childhood through adulthood: The Developmental Issues* (pp. 3-30). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Runco, M. A. (1996). Personal Creativity: Definition and Developmental Issues. In *Creativity from childhood through adulthood*. Jossey-Bass.
- Runco, M. A. (1997). Creativity research handbook. In M. A. Runco (Ed.). Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Runco, M. A. (2014). *Creativity: Theories and themes: Research, development, and practice*. Elsevier.
- Runco, M. A., & Chand, I. (1995). Cognition and creativity. *Educational psychology review* , 7 (3), 243-267.
- Runco, M., & Dow, G. (1999). Problem finding. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 2, pp. 433-435). San Diego, CA: Academic Press.
- Russ, S. (1999). Emotion / Affect. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 1, pp. 659-668). San Diego, CA: Academic Press.
- Russ, S. W. (1993). *Personality assessment. Affect and creativity: The role of affect and play in the creative process*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Salas, H. (2002). Una definición de la creatividad a través del estudio de 24 autores seleccionados (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.
- Sapp, D. D. (1992). The point of creative frustration and the creative process: A new look at an old model. *The journal of creative behavior* , 26 (1), 21-28.
- Scott, T. (1999). knowledge. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 1, pp. 119-129). San Diego, CA: Academic Press.
- Simonton, D. K. (1998). Donald Campbell's model of the creative process: Creativity as blind variation and selective retention. *Journal of Creative Behaviour* , 32 (2), 153-158.
- Singer, J. (1999). Imagination. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 2, pp. 13-25). San Diego, CA: Academic Press.
- Smith, S., & Dodds, R. (1999). Incubation. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 2, pp. 39-43). San Diego, CA: Academic Press.
- Stein, M. I. (1953). Creativity and culture. *The journal of psychology* , 36 (2), 311-322.
- Sternberg, R. (2005). Creativity or creativities. *International Journal of Human-Computer Studies* , 63 (4-5), 370-382.
- Sternberg, R. J. (2006). The nature of creativity. *18* (1), 87-98.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1991). An investment theory of creativity and its development. *Human development* , 34 (1), 1-31.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1992). Buy low and sell high: An investment approach to creativity. *Current Directions in Psychological Science* , 1 (1), 1-5.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1993). Creative giftedness: A multivariate investment approach. *Gifted Child Quarterly* , 37 (1), 7-15.
- Sternberg, R., & Davidson, J. (1999). Insight. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 2, pp. 57-69). San Diego, CA: Academic Press.
- Stokes, P. (1999). Novelty. In M. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 2, pp. 297-303). San Diego, CA: Academic Press.
- Taylor, C. W. (1964). Some knowns, needs, and leads. *Creativity: Progress and Potential*.
- Thurston, B. J., & Runco, M. A. (1999). Flexibility. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (pp. 729-732). San Diego, CA: Encyclopedia of Creativity.

- Torrance, E. P. (1962). *Guiding Creative Talent*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Torrance, E. P., & Shaughnessy, M. F. (1998). An interview with E. Paul Torrance: about creativity. *Educational Psychology Review* , 10 (4), 441-452.
- Tuska, C. D. (1957). *Inventors and inventions*. McGraw-Hill.
- Urban, K. K. (1995). Different models in describing, exploring, explaining and nurturing creativity in society. *European Journal of High Ability* , 6 (2), 143-159.
- Veron, P. E. (1970). *Creativity: Selected readings*. Middlesex: Penguin.
- Wallach, M. A., & Kogan, N. (1965). *Modes of thinking in young children*. New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- Ward, T. B., Smith, S. M., & Vaid, J. E. (1997). *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes*. Washington, DV: American Psychological Association.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. WH Freeman.
- West, M., & Rickards, T. (1999). Innovation. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 2, pp. 45-55). San Diego, CA: Academic Press.
- Wilson, R. C., Guilford, J. P., & Christensen, P. R. (1954). A factor-analytic study of creative-thinking abilities. *Psychometrika* , 19 (4), 297-311.
- Wink, P. (1999). Self-processes and creativity. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (Vol. 2, pp. 537-541). San Diego, CA: Academic Press.
- Witt, L., & Beorkrem, M. (1989). Climate for creative productivity as a predictor of research usefulness and organizational effectiveness in an R&D organization. *Creativity Research Journal* , 2 (1-2), 30-40.
- Woodman, R. W., & Schoenfeldt, L. F. (1990). An interactionist model of creative behavior. *The Journal of Creative Behavior* , 24 (4), 279-291.

CONTRIBUTOS PARA O DESIGN DE INTERAÇÃO: BOAS PRÁTICAS PARA PROJETO DE PRODUTO COMPLEXO

Francisco Barreto Fernandes

ESAD/Instituto Politécnico de Leiria, Portugal.
francisco.fernandes@ipleiria.pt

Bernabé Hernandis Ortuño

Universitat Politècnica de València. Spain.
bhernand@upv.es

RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta de boas práticas para o Design de Interação de produtos complexos, por meio de três componentes de reflexão. O objetivo é fornecer dados ao Design de Interação que facilite o método de desenvolvimento de produto através de uma melhor compreensão do utilizador do sistema self-checkout.

Num primeiro momento, apresenta-se uma análise dos intervenientes no processo de design de interação, caracterizando os modelos mentais, do designer e do utilizador, na interação com um produto tecnológico. Em seguida, identificam-se os sistemas complexos públicos e caracteriza-se o de maior complexidade, segundo o número de opções do sistema e o número de tarefas. Por fim, apontam-se algumas boas práticas de aproximação à recolha de informação para projeto, sobretudo aos dados que dizem respeito ao utilizador - como observar, como inquirir e que propostas práticas dispor no período projetual.

Tendo presente os resultados da análise aos inquéritos realizados a 400 utilizadores em finais de 2016 e no que diz respeito aos requisitos do sistema, foi possível identificar algumas situações críticas no caso do sistema self-checkout, que poderão auxiliar o processo projetual de design. As questões abordadas ajudam a traçar o perfil e o comportamento do utilizador, além de compreender o seu processo de percepção, aprendizagem e memória resultante da interação com o sistema.

Palavras Chave: Design Interação, Utilizador, Produto Complexo, Boas Práticas, Desenvolvimento Projetual.

ABSTRACT

This article aims to present a proposal of good practices for the Design of Interaction of complex products, through three components of reflection. Understand the use of the self-checkout system and provide information to the Interaction Design that facilitates the product development method.

First, we present the analysis of the actors in the process of interaction design and characterize the mental models of the designer and the user in the interaction with a technological product. Then, we identify the complex public systems and characterize the one with the greatest complexity, considering the number of system options and the number of tasks. Finally, some good practices of approach to the methodological process, collection of information for the project, especially the data that concern the user - how to observe, how to inquire and what practical proposals to have in the design period are pointed out.

Considering the results of the analysis of the surveys carried out with 400 users at the end of 2016 and about the system requirements, it was possible to identify some critical situations in the case of the self-checkout system, which could aid the design process.

The issues addressed help to trace the user's profile and behavior in the interaction with complex product, to understand the process of perception, learning and memory resulting from interaction with the system.

Keywords: Interaction Design, User Profile, Complex Product, Best Practices, Project Development.

1. INTRODUÇÃO

Moreira da Silva (2010), referindo-se ao design e à dicotomia “investigar em design versus investigar pela prática do design”, defende que é necessário mais investigação e difusão do conhecimento alcançado e também das metodologias próprias utilizadas no processo investigativo.

A existência de sistemas complexos só acessíveis a utilizadores especializados e com elevadas aptidões técnicas conduz ao incremento do fosso entre aqueles que têm mais competências tecnológicas e os que estão menos preparados.

Com o aumento dos produtos tecnológicos no mercado, e dos sistemas públicos em particular, existe um desafio muito grande para as equipas de desenvolvimento de produto, porque esses equipamentos deverão estar adaptados às necessidades do utilizador e ao modo como age. Ou seja, a informação de como ele seleciona, percebe e interage com um produto tecnológico, cabe ao designer analisar para depois integrar esses dados no processo de desenvolvimento, e assim, ajudar a equipa a fortalecer o estudo da interação indivíduo-sistema de uma forma mais eficaz e eficiente e que permita a satisfação do utilizador. Segundo (Preece, 2005), eficácia refere-se a um sistema quando é bom a fazer o que se espera dele, se ele é capaz de permitir que as pessoas aprendam bem, realizem o seu trabalho de forma eficiente, acedam às informações que necessitam, e no caso do self-checkout, comprem os produtos que desejam. A eficiência refere-se à maneira como o sistema auxilia os utilizadores na realização das tarefas. Pode ser considerado eficiente um produto que permite que o utilizador realize tarefas com um número mínimo de passos, que não exige a aprendizagem de um conjunto arbitrário de sequências para a realização das tarefas e que no final de ter aprendido como o utilizar, o sistema consiga manter um alto nível de produtividade.

Assim, o Projeto Centrado no Utilizador tem como objetivo produzir sistemas fáceis de aprender e usar, seguros e efetivos em facilitar as atividades do utilizador (Rocha e Baranauskas, 2003). Através deste sistema são estabelecidos procedimentos e padrões para a participação do utilizador, em que este é colocado no centro do processo de desenvolvimento do produto interativo, sendo que grande parte dos objetivos do produto são provenientes da perspectiva do utilizador.

As técnicas utilizadas podem ser aplicadas em várias fases do projeto, durante o ciclo de desenvolvimento do produto, podendo ir desde a aplicação de técnicas nas fases iniciais até a testes de usabilidade em situação de uso.

Tradicionalmente, a preocupação com a usabilidade só ocorre no final do ciclo de design, durante a avaliação do produto já finalizado. Daqui resulta que poucas modificações são implementadas e, se algumas são realmente substantivas, implicam custos elevados. A usabilidade deve estar presente desde o início da atividade projetual e a ela deve ser dada uma atenção especial. O modo mais obvio de obter informações sobre as atividades da tarefa, relacionadas com as comunicações e interações das pessoas com os sistemas, é observá-las a interagir com o próprio sistema e questioná-las sobre como e por que o fazem (Moraes e Frisoni, 2001).

A evolução do estudo dos produtos tecnológicos, tem assim focado a sua atenção no utilizador dos sistemas. No design de um produto interativo, como no caso do self-checkout, é necessário definir o perfil do utilizador, saber quem ele é, como interpreta as informações, qual a sua experiência em relação à utilização de sistemas complexos e ao domínio das tarefas.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. COGNIÇÃO VISUAL E A PERCEÇÃO DO PRODUTO TECNOLÓGICO

2.1.1 *Memória Visual*

A memória é uma forma de armazenamento de informação característica dos processos de aquisição de conhecimento. A memória pode também ser implícita ou explícita. É explícita quando uma pessoa usa recordações conscientes, isto é, reconhecer palavras, factos ou imagens a partir de um prévio conjunto de especificações determinados para a realização de uma tarefa. É implícita quando a realização da tarefa é auxiliada por experiências anteriores que se lembram, inconscientemente e sem intenção (Hoelzel et al, 2002).

Segundo Sternberg (2000), existem fortes evidências para aceitar a proposta de memória icónica. Afirma que "o armazenamento icónico é um registo sensorial visual separado. Este tipo de armazenamento é assim chamado, porque alguns acreditam que a informação é arquivada em forma de ícones (imagens visuais que representam alguma coisa; os ícones assemelham-se ao que está sendo representado)."

Villanfañe e Mínguez (2000) denominam essa memória de "memória icónica transitória". Para estes autores, a memória icónica transitória é o único armazenamento dos três (Memória Sensorial, M. Curto Prazo, M. Longo Prazo) que possui uma natureza estritamente sensorial. A sua qualidade e o tempo máximo que a informação se pode manter nesta primeira área de armazenamento é limitada.

Portanto, a memória visual é um recurso do sistema cognitivo humano utilizado nas tarefas que evocam imagens durante a sua realização. Também, a memória visual influencia o desempenho das reações psicofísicas, pois, com a evocação destas representações internas, evoca-se os significados e emoções num dado contexto imaginado.

O sistema cognitivo humano trabalha assim com informações simbólicas. Isso permite afirmar que as realidades com as quais se interage são representadas de modo simbólico na mente. Um grupo dessas representações interconectadas formam os modelos mentais, os quais são partes integrantes do sistema cognitivo (Hoelzel et al, 2002).

2.1.2 *Modelos Mentais do Utilizador e do Designer*

Os modelos mentais são representações dinâmicas e produtivas que podem ser manipuladas mentalmente para proporcionar explicações causais de fenómenos físicos e para realizar previsões sobre o estado de coisas no mundo físico.

Preece et al (2005) defendem que quando se interage com o ambiente, com outra pessoa ou com um artefato tecnológico, o utilizador cria modelos mentais que quando executados ou repetidos do início ao fim, proporcionam "as bases a partir das quais se podem prever ou explicar as nossas interações."

Moraes e Mont'Alvão (2000) destacam que o termo, algumas vezes, se refere ao modelo que o utilizador tem do sistema, outras ao modelo que o projetista tem do sistema, e outras ainda, ao modelo que o projetista tem do utilizador.

Para Senge (1996), modelos mentais são feitos de premissas profundamente enraizadas, generalizações ou mesmo figuras ou imagens que influenciam como entendemos o mundo e como agimos.

Em comum a estas definições está a ideia de que possuímos mapas cognitivos, a partir dos quais interpretamos os ambientes complexos e agimos sobre eles.

Assim sendo, poderemos dizer que o “modelo mental” é o modelo que o utilizador tem do sistema. Então o modelo mental do utilizador “compreende o modelo do sistema, formado pelo utilizador, através de experiências e interações com o sistema e a partir da imagem do sistema” (Moraes, 2000).

Para Norman (2002), o modelo mental é o modelo conceptual do utilizador sobre a maneira particular de como um objeto funciona, como eventos acontecem ou como as pessoas se comportam. “Esses modelos são essenciais pois dão às pessoas uma visão sobre o mundo e sobre as suas próprias capacidades e das tarefas que lhe são solicitadas a realizar. Os modelos mentais possuem um poder de explicação e de previsão para o entendimento dessas relações - ajudam a entender nossas experiências, prever as reações das nossas ações e manipular ocorrências inesperadas”.

Para Booth (1992), esses modelos “são sempre construídos de evidências fragmentadas, com um entendimento pobre do que está a acontecer, e com um tipo de psicologia ingénua que procura causas, mecanismos e relações mesmo quando elas não existem”, resultando na tendência que o ser humano tem de dar explicações para as coisas.

Em relação aos modelos mentais, Norman (2002) refere que é necessário considerar quatro elementos diferentes: o sistema alvo; o modelo conceptual do sistema alvo; o modelo mental do sistema alvo construído pela pessoa; e o modelo do cientista deste modelo mental.

O sistema que a pessoa está a aprender ou a usar é, por definição, o sistema alvo. Um modelo conceptual é criado para proporcionar uma representação apropriada do sistema alvo, apropriado no sentido de ser preciso, consistente e completo. Assim, os modelos conceptuais são determinados por professores, projetistas, cientistas, engenheiros, designers e investigadores.

Os modelos mentais são modelos em evolução, pois através da interação com o sistema, o utilizador altera o seu modelo mental no sentido de obter um resultado viável. Este modelo em evolução privilegia a funcionalidade em detrimento da precisão técnica.

Os modelos mentais tornam-se limitados por coisas como o conhecimento técnico do utilizador, suas experiências prévias com sistemas similares e pela estrutura do sistema humano de processamento de informações. O modelo do cientista de um modelo mental é, um modelo de um modelo.

Norman (ibidem) concluiu que a compreensão que as pessoas têm sobre os dispositivos com os quais interagem é fraca, imprecisa e inconsistente. Os modelos contêm apenas descrições parciais das operações e uma grande área de incerteza. O autor chegou à seguinte generalização sobre os modelos mentais:

1. São incompletos.
2. A destreza do utilizador, em manipular o modelo, é muito limitada.
3. São instáveis: o utilizador esquece detalhes do sistema, especialmente quando esses sistemas não são usados durante um certo tempo.
4. Não possuem limites rígidos: dispositivos e operações similares ocasionam confusão.
5. Não são científicos: o utilizador tem comportamentos supersticiosos mesmo sabendo que estes não resultam.
6. São parcimoniosos: O utilizador está disposto a realizar um esforço físico suplementar em troca de um modelo mental menos complexo.

Se as ciências cognitivas podem ajudar a entender as estruturas incompletas, indistintas e confusas que o utilizador tem sobre os produtos tecnológicos, cabe aos designers a obrigação de desenvolver sistemas que ajudem o utilizador a construir modelos mentais adequados à interação com o sistema. Ter em consideração o conhecimento do utilizador em termos de modelos mentais pode ajudar o designer a desenvolver interfaces adequadas.

2.2.3 Modelo Conceptual

Segundo Norman (2002), o modelo conceptual permite simular mentalmente a manipulação de um dispositivo. Qualquer artefato, será mais simples de utilizar se tiver um bom modelo conceptual. Uma parte fundamental no desenvolvimento de um modelo, consiste então em determinar se as ideias criadas a respeito de como o sistema se deve comportar, serão entendidas pelos utilizadores da maneira que se pretende. O autor distingue três componentes associados ao artefato: o Modelo do Designer, o Modelo do Utilizador e a Imagem do Sistema. Os modelos do designer e do utilizador são modelos mentais. As pessoas formam modelos mentais de si próprias, das coisas e das pessoas com as quais interagem.

Esses modelos terão o poder de previsão e explicação, necessários para a condução da interação. Assim, o modelo do Utilizador é o modelo mental que o utilizador desenvolve na interação com o sistema; o modelo do Designer é o conceito que o designer tem sobre como o sistema deve trabalhar; e a imagem do Sistema resulta da estrutura visível do dispositivo (interface), da sua aparência física, da sua forma de operar e de como responde.

O designer espera que o modelo de design seja idêntico ao do utilizador. Mas o utilizador não tem acesso direto ao modelo do design para compreender o funcionamento do dispositivo, tem de formar o seu próprio modelo mental através da imagem do sistema durante o uso.

Assim, cabe ao designer assegurar que a imagem do sistema permita um modelo de design claro, consistente, coerente, completo e sem contradições de forma a não haver dificuldades na sua utilização. Isso permite que o modelo do designer e do utilizador, coincidam.

No design de interação, o Fator Humano é o conjunto formado pelos utilizadores que vão interagir com o sistema e que vão adquirir experiência pelo treino e instruções. O modelo mental a ele associado traduz como o utilizador pensa que o sistema funciona. Ele é influenciado pela interação com o sistema, pelas suas experiências anteriores e pela leitura de manuais de funcionamento. O utilizador é uma das variáveis independentes da análise dado ter características intrínsecas ao fator humano como: sexo, idade, formação, experiência, social, cultural, hábitos e linguística.

O modelo conceptual é definido pelo design, e determinado pelo modelo mental do designer, ou seja, de como ele considera que o utilizador vai interagir com o sistema e da profundidade da investigação por ele realizada. É aplicada ao estudo da usabilidade do sistema com o objetivo de alcançar um bom nível de facilidade no uso e é aplicada no estudo da interação com o objetivo de reduzir o erro e poder fazer melhoramentos contínuos no modelo conceptual.

2.2. PRODUTOS ELETRÓNICOS PÚBLICOS

2.2.1. *Tipologias e Grau de Complexidade*

Do levantamento realizado, na literatura sobre sistemas eletrônicos interativos e ilustrado com imagens recolhidas através da observação direta e pesquisa exploratória online, foram identificados um total de trinta e dois (32) sistemas públicos diferentes, os quais foram agrupados em seis (6) tipologias funcionais. Através da análise das características de cada conjunto, foram definidas as seguintes designações: Venda, Informação, Controlo de Acessos, Bilhética, Bancários e Pagamento Automático. (Barreto Fernandes e Hernandis-Ortuño, 2016).

Analisar a complexidade dos sistemas, teve como base a utilização de cada equipamento numa ação de “uso principal do produto” ou ação standard (A/S) (Gomes Filho, 2006)). O estudo realizado às seis tipologias reconhece que no espaço urbano público em Portugal o utilizador encontra sistemas eletrônicos muito diversos, determinado por um conjunto de ações muito distintas e em diferente número (Barreto Fernandes e Hernandis-Ortuño, 2016).

2.2.2. Pagamento Automático – Caso do Sistema Self-Checkout

De uma maneira geral, os sistemas de pagamento automático são produtos que utilizam interfaces de baixa complexidade, como um simples terminal de pagamento automático, que permite realizar pagamentos eletrônicos em vários serviços mediante a utilização de um cartão bancário. O utilizador-cliente apenas tem de verificar o valor a pagar e introduzir o código secreto.

Mas outros produtos de pagamento self-service, utilizam sistemas de interface complexos. É o caso das caixas de registo e pagamento self-checkout. Nestes sistemas, o cliente regista todos os produtos e no final efetua o pagamento. É um sistema complexo porque obriga a uma grande quantidade de ações em sequência, sendo necessária por vezes a presença de operadores para assistir os clientes, principalmente durante as primeiras utilizações.

Estes sistemas dão resposta a problemas de fluxo, por exemplo na frente de loja (zona das caixas) de espaços comerciais, principalmente dos consumidores com pequenas unidades de produtos, e privilegia a rapidez, o controlo da operação e a privacidade. São equipamentos que existem implementados em bombas de gasolina, restaurantes self-service e em grandes superfícies comerciais.

3. METODOLOGIA

Os métodos típicos da investigação em design são a análise do estado da arte, os questionários por inquérito ou entrevista, a observação direta ou instrumental e experiências de design. Mas em alguns campos do conhecimento em design onde se relacionam múltiplas variáveis e contextos, o uso de apenas esses métodos não oferece a solução, por isso, têm de ser complementados com análises situacionais. (Kocaturk, 2008). Numa investigação exploratória o ponto de partida é geralmente um conjunto de suposições e as questões centrais da investigação são “o quê, como e porquê”. Segundo Moreira da Silva (2010), “o objetivo é (...) criar introspeção: identificar, definir e ilustrar fenómenos relevantes, e explicar características específicas, efeitos e inter-relações. Na investigação empírica a tarefa é essencialmente a de verificar se uma determinada hipótese, previamente identificada, estará ou não correta. Este tipo de investigação envolve geralmente a criação de condições mais ou menos experimentais, associadas a um claro design metodológico, assim como uma avaliação.”

A abordagem metodológica neste estudo foi mista. Na primeira parte foi qualitativa, na análise de documentos e observação direta para assim poder compreender a realidade de interação com o sistema tecnológico. A segunda parte foi quantitativa, através da aplicação de inquérito por questionário para poder explicar o objeto de estudo – o utilizador do sistema self-checkout.

4. RESULTADOS

A experiência com um produto tecnológico vai para além da eficiência, qualidade das tarefas e satisfação do utilizador, pois considera os aspetos cognitivos, afetivos, sociais e físicos da interação com esse sistema. Neste sentido, e porque tal constitui o objetivo primordial deste estudo, abordou-se o que se considera constituir novas práticas em termos do exercício projetual e processo de pesquisa sistemático orientado para o desenvolvimento de produtos tecnológicos, sistemas de pagamento automático self-checkout.

Com vista à partilha de informação, reflexão e discussão sobre investigação e prática de design, apresentam-se exemplos relativos a boas práticas para projeto. O processo exibe-se sob a forma de três reflexões. A primeira diz respeito à Prática Projetual de um Produto Complexo, a segunda diz respeito à Forma de Obter Informação, e a terceira refere-se a Situações Críticas.

4.1. PRÁTICA PROJETUAL DE UM PRODUTO COMPLEXO

Na situação do exercício projetual as boas práticas passam por: identificar as necessidades dos utilizadores; desenvolver soluções para requisitos específicos; construir versões do modelo para se poder comunicar e analisar; avaliar o que é construído durante o processo de desenvolvimento.

No entanto, no desenvolvimento de um produto tecnológico complexo é necessário um intensificado estudo, para sustentar a pesquisa de informação. O identificar das necessidades junto aos utilizadores, o determinar das oportunidades de desenvolvimento no mercado, o determinar dos requisitos básicos e específicos do sistema e o planear em equipa o que construir, são aspetos determinantes. Ou seja, é essencial dar especial atenção na primeira fase e verificar se toda a recolha e análise da informação fundamental para o projeto é realizada.

Quando se trata de projetar produtos tecnológicos, o designer considera a opinião do utilizador como muito relevante e regista a durante todo o processo (“user experience (UX) design”). A opinião do utilizador é registada: na fase inicial em contexto real (com uma mesma tipologia de produto), para perceber a realidade, as suas necessidades e oportunidades; durante o desenvolvimento do produto, porque o utilizador tem de testar a usabilidade e a interação do protótipo; no final do projeto, porque é ele que irá validar as opções tomadas e integradas na solução final.

A nova abordagem é precisamente no contexto inicial da prática de design, na recolha de informação, onde o designer pode recorrer a técnicas de pesquisa em design para reter todas as informações necessárias e indispensáveis.

A prática do design lida com três tipos de conhecimentos principais: sobre o utilizador (ser humano); sobre os meios utilizados para a realização de uma tarefa (tecnologias, sistemas e métodos) e sobre o contexto sociocultural no qual o utilizador vai realizar a tarefa. Assim na compreensão e identificação das necessidades reais, é necessário usar ferramentas que irão dar suporte aos objetivos e atividades dos utilizadores. A recolha e análise de dados serve para compreender o que necessitam os utilizadores do produto. Para isso, a realização de uma observação direta em contexto de interação (o que é que as pessoas fazem?) e inquirir o utilizador (saber qual a opinião das pessoas) é indispensável. É igualmente importante, dividir o problema em pequenas questões; determinar as implicações para o design; incorporar as conclusões da investigação (realizar modelos e protótipo); comunicar os resultados à restante equipa.

Na geração das ideias para equipamentos self-service, é preciso ter conhecimento dos diferentes atores que vão operar com o equipamento, dos fluxos que descrevem o uso e o comportamento das funcionalidades do sistema, das ações necessárias a serem executadas pelos atores e da resposta que é dada a essas ações pelo sistema. É ainda de especial importância que a elaboração de requisitos responda o mais aproximadamente possível ao modelo mental do utilizador.

No desenvolvimento da estrutura básica, não se deve perder a visão do todo. É preciso evidenciar o essencial para diminuir os riscos de se desenvolverem funções com pouco ou nenhum uso, em detrimento de soluções que deem resposta às reais necessidades e expectativas dos utilizadores.



Fig. 1: Boas Práticas de Investigação em Design - Características. (Adaptado de Horváth, 2006)

Tendo presente a perspectiva de Bomfim (1995), na qual a atividade de projeto envolve três aspetos: os objetivos que vão determinar "para quê" ou "para quem"; o conteúdo que apresenta a explicação do "o quê", pela interpretação dos objetivos, do estabelecimento das funções e da estrutura do produto; e "como" a metodologia será desenvolvida no projeto.

Horváth (2006) defende que as boas práticas de investigação em design (Fig.1) devem ter as seguintes características: Propositiva - Baseada na identificação de um problema válido e possível de ser investigado; Inquisitiva - Que procura adquirir um novo conhecimento; Informada - Conduzida através do conhecimento teórico e relacionada com o assunto; Metódica - Planeada e conduzida de uma forma organizada; e Comunicável - Difundindo e disseminando resultados que podem ser testados e acessíveis a outros.

Numa visão mais abrangente, é possível usar procedimentos de pesquisa em design na prática do design de produtos complexos. Tendo por base a perspectiva de investigação em design de Horváth, apresenta-se uma proposta de boas práticas para o exercício do design, nomeadamente para o desenvolvimento de projeto, tendo como base o estudo sobre o produto tecnológico self-checkout.



Fig. 2: Proposta de Boas Práticas para o Desenvolvimento de Produto Complexo - Procedimentos e Intervenientes.
(Produção Própria, 2017)

A proposta de Boas Práticas para o Desenvolvimento de um Produto Complexo (Fig. 2) permite prever de uma forma simplificada quais os procedimentos e intervenientes do processo projetual. Nesta proposta temos os seguintes procedimentos e intervenientes:

1. Input Projeto - diz respeito à análise da encomenda e das expectativas do cliente, a análise do Briefing e ao planeamento do projeto, com os diferentes intervenientes da equipa (Designer + Equipa);

2. Observação Direta - Entrevistas com o utilizador, análise de dados através de mapas mentais (Designer + utilizador);
3. Análise da Complexidade - Análise Sistematizada com aproximação o mais possível aos modelos mentais dos utilizadores e na definição de requisitos (Designer + Equipa);
4. Desenvolvimento Soluções - Desenvolvimento estruturais de interfaces e da tecnologia (Designer + Equipa);
5. Prototipagem - Desenho 3D e construção de modelo à Escala Real tecnologia (Designer + Equipa);
6. Ensaios - Resultados que podem ser testados e registado sistematicamente os testes de usabilidade (Equipa + utilizador);
7. Situações Críticas - Propostas de melhorias (Equipa + Utilizador);
8. Testes ao Produto - Testes ao produto final em ambiente real de uso (Equipa + Utilizador)

O objetivo desta proposta é o de auxiliar o designer e a equipa multidisciplinar no desenvolvimento do projeto de um produto complexo. Para isso, deve recorrer a técnicas usadas na investigação em design, para que a recolha e análise de informação sobre o utilizador do produto permita compreender efetivamente as suas necessidades, dificuldades e comportamentos.

4.2. FORMA DE OBTER INFORMAÇÃO

O desenvolvimento de produtos tecnológicos (complexos) é normalmente realizado numa equipa multidisciplinar. Nesse contexto, as fases do projeto, os avanços e recuos, não dependem só do designer, mas sim de uma estrutura comunicante de profissionais (engenheiros, designers, informáticos, gestores de projeto), que trocam dados entre si, introduzindo no processo os elementos específicos da sua área de especialidade. Na abordagem projetual interdisciplinar (produtos complexos), cabe ao designer, para além das preocupações formais, trazer para o processo os dados relativos ao utilizador, pois dada a sua área de especialização, é responsável por traduzir para a equipa as necessidades do utilizador.

Tendo presente essa disposição, o processo de recolha de informação pelo designer compreende práticas utilizadas na investigação em design. Assim, tendo presente o estudo das especificidades do modelo mental do utilizador e do modelo conceptual do designer, da caracterização das tipologias de produto e grau de complexidade e a opinião do utilizador do sistema self-checkout, interligou-se a análise de conteúdo e identificou-se um conjunto de boas práticas de pesquisa e análise de informação.

Assim obter informação para o projeto pode revestir-se de três aspetos distintos: Observação direta, Recolha de Opinião e a Análise dos Dados.

Observação Direta - O trabalho de campo é essencial para determinar empiricamente o que acontece na zona de interação com o sistema. Este tipo de observação informal requer uma natural capacidade de observar continuamente comportamentos e atitudes que acontecem no local, mesmo que obtidos informalmente. A percepção e retenção do que é observado é reduzida e depende sempre dos interesses individuais e da capacidade de percepção do observador. No caso de contexto laboratorial, a observação é estruturada e sistemática, realizada sob condições controladas para responder a objetivos preestabelecidos e utiliza instrumentos pré-definidos, como quadros, tabelas de anotações, escalas.

Proposta - Registo do contexto da interação e do comportamento dos utilizadores, através de fotografia, apontamentos ou desenho. Entrevista aos assistentes e à equipa de manutenção dos sistemas self-checkout (entrevista exploratória com poucas questões e não estruturada) para saber particularidades e ocorrências frequentes. Diálogo com alguns utilizadores e não-utilizadores. Observação do uso do sistema por um não utilizador (inexperiente). Registo de todas as ações e a opinião do novo utilizador.

Recolha da Opinião do Utilizador - O utilizador deve ser questionado ao longo do desenvolvimento projetual. São necessários questionários específicos para cada fase. O Inquérito por questionário aplicado na fase exploratória permite obter informação sobre o uso de um produto idêntico ao que se pretende desenvolver. O Inquérito por entrevista na fase de testar o protótipo permite obter informação sobre problemas de usabilidade e interação e na fase de avaliação do produto final permite obter informação sobre o cumprimento dos requisitos e metas definidas. A construção do questionário terá grande influência nos resultados que serão obtidos por ele, por isso, são necessários alguns cuidados na construção das perguntas, no seu conteúdo, na escolha e formulação das questões, na quantidade de perguntas e na sua organização. Proposta - Identificar oportunidades para a criação de novos produtos usando um questionário de satisfação de clientes para ver quais as expectativas que não são atendidas pelas alternativas existentes. Uso de um questionário de avaliação do protótipo, o mais cedo possível, para apresentar soluções às necessidades reais do utilizador. Aplicar um questionário de satisfação e qualidade do produto ao consumidor para aferir se todos as especificações foram cumpridas.

Análise dos Dados - Tendo presente os objetivos de desenvolvimento do produto, os dados recolhidos devem ser agrupados segundo requisitos do projeto. A categorização dos dados recolhidos processa-se de forma dedutiva, a partir das questões da investigação e do guião dos inquéritos e de forma indutiva, a partir dos dados. Isso permite criar distinções, encontrar ligações de uma forma particular entre elementos aparentemente distintos ou eventos supostamente isolados, ajuda a reduzir dúvidas e a produzir alternativas válidas. A utilização de mapas mentais auxilia o processo de organização do pensamento permitindo compreender melhor os dados sobre determinado assunto. As informações organizadas e hierarquizadas num mapa mental, são uma ferramenta importante na primeira fase do projeto de Design.

Proposta: Análise de forma sistematizada os dados recolhidos através de mapas mentais com categorias de significação ou indicadores. Realizar um diagnóstico através do mapeando dos dados agrupados com o objetivo de estruturar as informações para a elaboração de requisitos de projeto tendo em conta a experiência do utilizador.

Condicionantes. Para o desenvolvimento de um projeto de produto complexo, identificaram-se como condicionantes os seguintes fatores: Necessidade de agregar em torno do projeto competências multidisciplinares de diferentes áreas profissionais; Planificação do projeto na fase de arranque, prototipagem, teste e construção; avaliação da interação com utilizadores com diferentes experiências com tecnologia; avaliação do grau de cumprimento e satisfação dos requisitos; os prazos no ciclo de desenvolvimento.

4.3. SITUAÇÕES CRÍTICAS

No processo de interação com o sistema self-checkout, o utilizador tem a necessidade de realizar duas ações distintas, o registo e o pagamento de produtos. O resultado previamente estabelecido é o de pagar os produtos e sair de uma forma rápida do estabelecimento. Mas nestas atividades existe interatividade entre o sistema e o utilizador, envolvendo alguns procedimentos sequenciais específicos.

Esse processo pode ser aprofundado através do estudo da cognição e da percepção, mas neste contexto, o essencial é atingir uma compreensão das boas práticas para projeto.

Os resultados obtidos com a análise do questionário a 400 utilizadores dos sistemas self-checkout, em Portugal, revelam que os indivíduos da amostra têm formação escolar média/alta e utilizam com muita regularidade as novas tecnologias. Apresentam um domínio elevado do sistema e consideram que foi fácil a aprendizagem (Barreto Fernandes e Hernandis-Ortuño, 2017).

Algumas das observações realizadas através da análise de dados permitem identificar alguns aspetos críticos do sistema self-checkout. Assim temos a descrição seguinte:

Situação 1 - Com base nos resultados obtidos, os utilizadores percebem como fácil a interação durante a realização do pagamento. No entanto, embora considerem o mesmo para alguns atributos do registo, existem outros que se apresentam com potenciais dificuldades de interação. A “anulação de artigos registados”, a “pesquisa de artigos sem código de barras”, o “registo manual”, a “área de ensacamento”, as “mensagens de erro”, o “sensor de peso” e o “pedido de fatura” são sete atributos críticos do sistema.

Situação 2 - O estudo revela ainda um grau elevado de satisfação com o serviço e com a qualidade. Estas variáveis são de elevada importância dado que influenciam a motivação para o uso, que é determinante na experiência de interação. No entanto, em termos comparativos os self-checkout não são considerados melhores que os checkouts com operador.

Situação 3 - Com base nos resultados obtidos, os utilizadores percebem como fácil a interação durante a realização do pagamento. No entanto, embora considerem o mesmo para alguns atributos do registo, existem outros que se apresentam com potenciais dificuldades de interação. A “anulação de artigos registados”, a “pesquisa de artigos sem código de barras”, o “registo manual”, a “área de ensacamento”, as “mensagens de erro”, o “sensor de peso” e o “pedido de fatura” são sete atributos críticos do sistema.

Assim, reconhece-se que a interface é o elemento de comunicação entre o utilizador e o self-checkout. É através dele que o utilizador interage, dando e recebendo informações. Quando a ação é simples e eficaz, ou seja, o utilizador consegue interagir facilmente, considera-se estar em presença de uma boa interface. Caso contrário, se existirem problemas, estes devem ser analisados e corrigidos.

5. CONCLUSÕES

Projetar um produto tecnológico sempre foi um desafio para o design. O designer, como articulador de processos complexos, possui o poder de conceber inovação através do uso da investigação sistematizada nos projetos. Esse método agrega valor ao produto.

Segundo Moreira da Silva (2010), existem “quatro condições que devem coexistir de modo a produzir-se investigação avançada e útil em design: o problema deve pertencer à área disciplinar do design; os métodos usados devem constituir-se num modelo a poder vir a ser aplicado em futura investigação ou na própria profissão de designer; o tópico de investigação deve ser socialmente relevante; o processo deverá envolver os utilizadores.”

Como o desenvolvimento e implementação deste tipo de sistemas com um elevado custo de desenvolvimento e produção, são produtos dos quais se espera confiabilidade e efetividade. Por serem sistemas altamente complexos, necessitam de treino de forma a se obter rapidamente a ausência de erro. Contudo, a prática continuada é uma forma de alcançar um bom nível de satisfação. Como são sistemas de uso frequente a memorização dos procedimentos é necessária. A eficiência é, portanto, o atributo base do design destes sistemas.

A investigação em design ajuda a produzir alternativas credíveis. De modo a conceber uma melhor estratégia para abordar um problema complexo em design, temos de usar metodologias e processos da área da investigação científica e ter uma visão alargada sobre o valor do trabalho interdisciplinar. O ato de projetar assume assim uma complexidade que requer controle. Como as metodologias clássicas passam a ser insuficientes, o pensamento sistémico e o direcionamento das informações são ferramentas utilizadas porque controlam a complexidade.

Conhecer o utilizador é fundamental para se desenvolver um produto tecnológico com um bom interface e experiência de uso. Entender a maneira de classificar os utilizadores, ajuda a fazer um produto de interação que considera a diversidade do público alvo.

Finalmente, ele indicou algumas tendências que podem impulsionar o design de experiências no futuro. Baseado nos resultados do estudo, é possível afirmar que a definição de boas práticas tem implicações práticas muito útil para designers, projetistas, engenheiros e investigadores e gestores, e dos próprios utilizadores como participantes no desenvolvimento e avaliação dos sistemas, podendo ver os efeitos positivos relacionados com o seu desempenho da oferta de produtos no mercado.

Desta forma, os resultados podem simplificar a compreensão do fenómeno e uma análise do tema através da compreensão dos modelos mentais e boas práticas para projeto, que coloca o utilizador no centro dos inputs para o design, aspeto-chave para a valorização do processo de desenvolvimento de produtos tecnológicos públicos.

As boas práticas de design a implementar deverão ter como objetivo a redução e minimização das dificuldades e problemas identificados na interação com os sistemas públicos complexos, assim como prevenir o aparecimento de novas dificuldades de interação. De forma a avaliar a eficácia dessas práticas, é necessário que se apliquem boas práticas que ajudem e acompanhem o desenvolvimento e evolução do trabalho do designer assim como os resultados esperados.

De acordo com os resultados obtidos é possível criar condições de desenvolvimento de projeto para esses equipamentos complexos por forma a melhorar o seu funcionamento e ao mesmo tempo aumentar os benefícios para a utilizador melhorando os níveis de interação com o sistema.

6. REFERENCIAS

- Arruda, A. (Org.), (2017). *Design & Complexidade*. Série [design CONTEXTO] Ensaio sobre Design, Cultura e Tecnologia. Editora: Edgard Blücher.
- Barreto Fernandes, F. & Hernandis-Ortuño, B. (2016). *Interaction Design of Public Electronics Equipment: Approach to Categorization Systems and Analysis Model*. IFDP'16 - Systems & Design: Beyond Processes and Thinking. Universitat Politècnica de València, Spain. DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/IFDP.2016.3287>
- Barreto Fernandes, F. & Hernandis-Ortuño, B. (2017). *Usability and User-Centered Design - User Evaluation Experience in Self-Checkout Technologies*. SD2017 - Systems & Design: From Theory to Product. Valencia, Universitat Politècnica de València. DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/SD/SD2017>
- Bomfim, G. A. (1995) *Metodologia para desenvolvimento de projeto*. João Pessoa: Universitária/UFPB.
- Bryman, A. (2002). *Research Methods and Organization Studies*. London: Routledge. ISBN-10: 0415084040.
- Carvalho, J. (2002). *Metodologia do Trabalho Científico – Saber-Fazer da Investigação para Dissertações e Teses*. E. Editora.
- Cardoso, R. (2012). *Design para um Mundo Complexo*. São Paulo: Cosac Naify.
- Gomes Filho, J. (2006). *Design do Objeto: bases conceituais*. São Paulo: Escrituras Editora.
- Hoelzel, C. (Resp.) et al (2002). *Design e Usabilidade. Fundamentos*. Universidade Federal de Santa Maria. Ministério da Educação. Secretaria de Educação à Distância. Acesso em 2018. URL: <http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo4/tutoriais/fundamentos/fundamentos.pdf>
- Horváth, I (2006). *On the differences between research in design context and design inclusive research*. The International Design Research Symposium. Seoul, Korea.
- Kocaturk, T. (2008). *The Polemics of Design Research. Paper for the Seminar about Design Research*. The University of Salford, United Kingdom.
- Moraes, A. Mont'alvão, C. (2000). *Ergonomia, Conceitos e Aplicações*. 2AB. Rio de Janeiro.
- Moraes, A., Frisoni, B. (2001). *Ergodesign: Produtos e Processos*. Rio de Janeiro: 2AB.

- Moreira da Silva, Fernando (2010). *Investigar em design versus investigar pela prática do design – Um novo desafio científico*. INGEPRO-Inovação, Gestão e Produção Vol. 2, nº 4. Acedido em 2017. URL: http://www.ingepro.com.br/Publ_2010/Abr/241-617-1-PB.pdf
- Norman, D. (2002). *O Design do Dia a Dia*. Ed. ROCCO Ltd., Rio de Janeiro.
- Preece, J. et al (2005). *Human-Computer Interaction*. Harlow, Addison-Wesley. England.
- Rocha, H. V. e Baranauskas, M.C. (2003). *Design e Avaliação de Interfaces Humano Computador*. Campinas: NIED.
- Sternberg, Robert J. (2000). *Psicologia Cognitiva*. São Paulo: Ed. Artmed.
- Senge, P. (1996). *Closing the Feedback Loop between Matter and Mind*. Dialog On Leadership. Entrevista: Maio 1996. MIT Center For Organizational Learning, Claus Otto Scharmer.

DESIGN DE INTERAÇÃO COM PRODUTO COMPLEXO: EXPERIÊNCIA COM O SELF-CHECKOUT

Francisco Barreto Fernandes

ESAD/Instituto Politécnico de Leiria, Portugal.

francisco.fernandes@ipleiria.pt

Bernabé Hernandis Ortuño

Universitat Politècnica de València. Spain.

bhernand@upv.es

RESUMO

A tecnologia self-checkout de registo e pagamento de produtos que se encontra disponível nas zonas comerciais, é utilizada em Portugal desde 2005 por um número crescente de consumidores que interagem com equipamentos complexos, movidos pela curiosidade ou pela necessidade de terminar rapidamente o processo de compra. Esta tecnologia permite que sejam os próprios consumidores a registar e efetuar o pagamento dos produtos. A explosão de novas tecnologias tem vindo a revolucionar o setor do retalho, todavia nem todos os consumidores optam por as utilizar e nem todos vêem essas inovações como uma melhoria, dada a experiência de interação com o serviço self-checkout. No futuro, também a evolução tecnológica irá permitir a implementação de mais formatos tecnológicos de autoatendimento que irão apresentar novos desafios. A capacidade de criar bons produtos exige que, cada vez mais, os designers ampliem a sua área de competência e idealizem todos os pormenores da experiência do utilizador com os equipamentos de base tecnológica. Nesta pesquisa, explorámos as características do utilizador do self-checkout e a tendência de adotar no futuro novas tecnologias de registo e pagamento de produtos com base numa amostra de 400 consumidores. Os resultados indicam que os utilizadores com maior literária informática usam mais o self-checkout. As filas de espera nas caixas com operador e o pequeno volume de compras são as razões mais apontadas para o uso da tecnologia. Verificou-se ainda que a tecnologia influenciou os níveis gerais de motivação e que o grau de concordância sobre a introdução no self-checkout recaí sobre as tecnologias RFID (identificação por radiofrequência).

Palavras Chave: Design Interação; Experiência Utilizador; Tecnologias Self-Checkout; Propensão Uso

ABSTRACT

The self-checkout technology for registration and payment of products available in commercial areas has been used in Portugal since 2005 by a growing number of consumers who interact with complex equipment, driven by curiosity or the need to quickly complete the buying process. This technology allows consumers to register and pay for the products themselves. The explosion of new technologies has revolutionized the retail industry, but not all consumers choose to use them, and not all innovations come as an improvement, given the experience of interacting with the self-checkout service. In the future, technological evolution will allow the implementation of more self-service technological formats that will present new challenges. The ability to create good products requires designers to increase their area of expertise and devise all the details of the user experience with technology-based equipment. In this research, we explored the characteristics of the self-checkout user and the tendency to adopt new product registration and payment

technology in the future based on a sample of 400 consumers. The results indicate that users with higher computer literacy use more self-checkout technology. Waiting queues in operator boxes and the small volume of purchases are the most important reasons for using the technology. It was also verified that the technology influenced the general levels of motivation and that the degree of agreement on its introduction in the self-checkout relies on the RFID (radiofrequency identification) technologies.

Keywords: Interaction Design; User Experience; Self-Checkout Technologies; Use Propensity

1. INTRODUÇÃO

O processo de difusão das inovações tecnológicas no setor do retalho tem a ver com o facto da adoção à tecnologia self-service permitir que as empresas agilizem o atendimento e reduzam os custos relativos à mão de obra.

Além disso, o estudo dos sistemas self-checkout tem interesse porque este setor entrou numa nova era, mais dinâmica e atenta às necessidades e experiências do consumidor no espaço comercial.

Segundo o estudo Global Self-checkout System Market (2017), a procura por sistemas self-checkout é influenciada pelo aumento significativo no setor do retalho em todo o mundo. Graças aos aspetos positivos que os sistemas oferecem aos lojistas, como a velocidade, baixo custo operacional e eficiência, tem aumentado a introdução dos sistemas neste setor.

Em Portugal, a tecnologia self-checkout foi implementada há treze anos através da empresa Itautech, que dispunha de um sistema Quickway, um terminal de self-service duplo, implementado no Pão de Açúcar do Centro Comercial Amoreiras, em Lisboa, e pela empresa Fujitsu, com o sistema U-Scan, instalado em alguns hipermercados Continente.

Na obra Design Para um Mundo Complexo, Cardoso (2012) discute o papel do design na nossa época, caracterizando-o ao mesmo tempo pelo excesso de informação e imaterialidade. A obra atualiza a discussão proposta por Papanek (1971) e evidencia o aspeto do design dever ser efetivo no mundo atual, e de se considerar a sua complexidade como “um sistema composto de muitos elementos, camadas e estruturas”. Essa compreensão complexa da “forma”, como algo de dimensões múltiplas e interdependentes, torna possível uma discussão mais precisa de como uma forma poderia traduzir o conceito de “adequação ao propósito” (Cardoso, 2012).

Esta perspectiva em relação ao projeto permitiu estabelecer o ponto de partida para a observação do espaço público urbano, dos espaços comerciais em particular e do caso do equipamento self-checkout, que se apresenta como um dos equipamentos públicos mais complexos (Barreto Fernandes e Hernandis-Ortuño (2016).

O presente trabalho aborda a problemática da interação entre o utilizador e os equipamentos self-checkout. O utilizador interage com estes equipamentos através da interface, dando e recebendo informações. A avaliação desta interação, permite verificar se a ação é simples e eficaz, ou seja, se o utilizador consegue concretizar a ação de uma forma fácil. Caso contrário, se existirem problemas, estes devem ser analisados e corrigidos.

2. ESTADO DEL ARTE

O design de interação estuda esses problemas e baseia-se em princípios da psicologia, design, arte e emoção para garantir uma experiência positiva e agradável (Norman, 2013).

A evolução dos produtos de interação tem focado a sua atenção no utilizador do sistema. Para isso, torna-se necessário definir o perfil do utilizador, saber quem ele é, como interpreta as informações, qual a sua experiência em relação à utilização dos sistemas eletrônicos e ao domínio das tarefas.

Este estudo tem como objetivo contribuir para uma melhor compreensão das operações de autoatendimento em equipamentos self-checkout. O foco é o estudo da interação homem-sistema, através da avaliação percebida dos atributos do equipamento durante a sua utilização e do grau de motivação com que os utilizadores aprendem a usá-lo.

Por outro lado, pretende-se também investigar as razões que levam os consumidores a servirem-se destes equipamentos, a avaliação que fazem do serviço e a predisposição para o uso de produtos tecnológicos. Os equipamentos self-checkout são uma das aplicações mais difundidas da tecnologia self-service. A implementação destes sistemas oferece aos clientes uma alternativa aos checkouts com operador. Estes equipamentos podem ser constituídos pela combinação de vários módulos, que, conjugados e configurados podem responder de forma mais eficiente às necessidades dos logistas. Por outro lado, estes poderão ser modificadas ao longo do tempo, à medida que as necessidades operacionais se alteram.

Os utilizadores podem ser: os indivíduos que interagem diretamente com o produto a fim de realizar a tarefa; os que efetuam a manutenção do sistema, os que testam o sistema, ou os que tomam a decisão de compra. Eason (1987) identifica três características de utilizadores: primário, secundário e terciário. Os utilizadores primários são os potenciais utilizadores frequentes do sistema; os secundários são os utilizadores ocasionais ou aqueles que utilizam o sistema por meio de intermediários; e os terciários são os indivíduos que são afetados pela introdução do sistema ou que terão influência na sua compra.

3. METODOLOGIA

O estudo exploratório, descritivo de abordagem quantitativa foi aplicado num estabelecimento de retalho de uma grande superfície comercial, localizada na região centro de Portugal.

Esta investigação visa determinar: O perfil de utilizadores dos equipamentos self-checkout; compreender os motivos que levam à adoção da tecnologia; e identificar a opinião sobre a introdução de novas interfaces tecnológicas de registo e pagamento nos equipamentos self-checkout.

Foi definida como população alvo os utilizadores dos equipamentos self-checkout existentes em grandes superfícies comerciais. O efetivo da amostra foi constituído por 400 respostas validadas.

Os dados foram recolhidos através de um questionário dirigido aos utilizadores na proximidade das caixas de registo e pagamento automático, self-checkout. Isto permitiu, por um lado, que todos os entrevistados fossem utilizadores da tecnologia em estudo e, por outro, que não tivessem de depender da memória a médio e longo prazo para responder ao inquérito, dada a recente experiência de utilização. O facto do questionário ter sido feito num único grupo de retalho, fez com que os utilizadores com experiências em diferentes máquinas de self-checkout tivessem pelo menos uma em comum. Neste caso, era a de utilização mais recente.

O questionário aplicado é de autopreenchimento, constituído por questões fechadas, sendo os dados organizados e analisados através do software (SPSS 20).

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE INTERAÇÃO

Para melhorar o atendimento ao cliente em espaços comerciais, os gestores das cadeias de supermercados de grande dimensão devem avaliar quais os benefícios que novas soluções tecnológicas podem trazer para a empresa, como também para uma nova cultura no retalho e experiência de comportamento dos consumidores.

Para as empresas, a introdução das tecnologias self-service não será para substituir o canal tradicional de entrega do serviço, mas sim para que o cliente tenha mais opções de escolha e nesse sentido melhorar a sua experiência (Salomann, Kolbe e Brenner, 2006).

Ao longo da última década, a aceitação das tecnologias self-service por parte do consumidor tornou-se um assunto importante de pesquisa na área do marketing e menor na área do design. Contudo, o estudo do comportamento do utilizador, para além do desenvolvimento projetual dos produtos de interação, exige aos designers conhecimentos do contexto de utilização dos produtos.

Segundo Cooper et al. (2007), o mais importante de tudo é o entendimento de como o utilizador pretende usar o produto, de que forma e com que finalidade. Entender as pessoas e compreender o que pretendem é um trabalho complexo, uma vez que poucas são capazes de articular e expressar as suas necessidades.

Segundo Garrett (2010) é necessário fazer as perguntas certas para estudar a experiência do utilizador, dado que é importante compreender a forma como entra em contato com a interface dos equipamentos e interage com ela.

O self-checkout é um termo que se refere a um serviço de autoatendimento que é disponibilizado aos consumidores por meio de equipamentos de registo e pagamento automático, ou seja, sem a necessidade de um colaborador para registar e receber o pagamento dos produtos. O serviço self-checkout foi projetado para ser mais direcionado para o consumidor que faz pequenas compras (Wang, Harris & Patterson, 2012). Do ponto de vista do retalhista, e no que diz respeito à economia, num espaço para implementar uma a duas caixas tradicionais, é possível colocar entre quatro a seis equipamentos self-checkout, sendo necessário apenas um colaborador responsável para orientar os consumidores sobre a forma de utilizar o equipamento ou para resolver alguma tarefa de um utilizador experiente.

Quando um consumidor relativamente a um determinado comportamento não tem um controlo completo, a sua tomada de decisão pode ser influenciada por fatores situacionais ou de conveniência. A conveniência é definida como o tempo e esforço requeridos para encontrar e facilitar a utilização das tecnologias self-service (Collier e Sherrell, 2010).

Por outro lado, o comportamento de uso anterior (ex. frequência de uso) e fatores situacionais (pressão de tempo, tamanho do cesto, cupões de promoção e o tamanho da fila nos checkouts com assistente) influenciam as decisões dos consumidores de usar as caixas self-checkout durante uma experiência de compra. Também o controle comportamental percebido é o mais importante determinante, seguido pela utilidade percebida, necessidade de interação, facilidade de uso e prazer percebidos.

Os resultados revelam um conjunto de determinantes chave relacionados à tecnologia e ao consumidor. Verifica-se que é mais provável que uma tecnologia seja aceite quando os consumidores acreditam que é uma opção de serviço melhor, mais fácil e mais divertida de usar (Dabholkar e Bagozzi, 2002; Weijters et al. 2007).

Além disso, estudos mostram também que os consumidores mais jovens, mais instruídos e remunerados, menos preocupados com a tecnologia e com menor necessidade de interação com os funcionários, estão geralmente mais bem preparados para aceitar a tecnologia self-service (Dabholkar 1996; Meuter et al. 2003; Nilsson 2007).

3.1.1. Caracterização Self-Checkout

Os equipamentos self-checkout estão implementados na frente de loja, numa área vedada lateralmente com barras, com um espaço de passagem, uma entrada e uma saída com scanner de segurança.

Na área, só é permitida a permanência dos clientes durante a utilização do equipamento e do assistente de loja.

Os sistemas fornecem um conjunto de funções que permitem aos utilizadores realizar todas as tarefas de registo e pagamento de uma forma repetitiva e supervisionada, não permitindo que nenhuma modificação seja introduzida por estes (Barreto Fernandes & Hernandis-Ortuño, 2017).

3.1.2 Self-Checkout Tipo

Um equipamento self-checkout tem cerca de doze (14) elementos. Como referência-tipo apresentasse um equipamento “Checkout Tipo”, com os seus periféricos distribuídos por quatro módulos distintos: uma zona de apoio ao cesto de compras, um módulo de registo, um módulo de pagamento e outro de ensacamento dos artigos.



Fig. 1 - Periféricos do Self-Checkout Tipo (adaptado de Wired, 2019)

A organização das máquinas na área do checkout pode ser em ilhas no interior deste espaço ou encostadas às zonas laterais. O espaço apresenta-se como uma zona que permite a movimentação do supervisor e dos consumidores. Perto da zona da saída, fica o balcão do supervisor que controla entre quatro a seis self-checkouts. Para a sua instalação, a solução pode ser montar ilhas de 4 a 6 equipamentos com um colaborador supervisionando as operações (Figura 2).

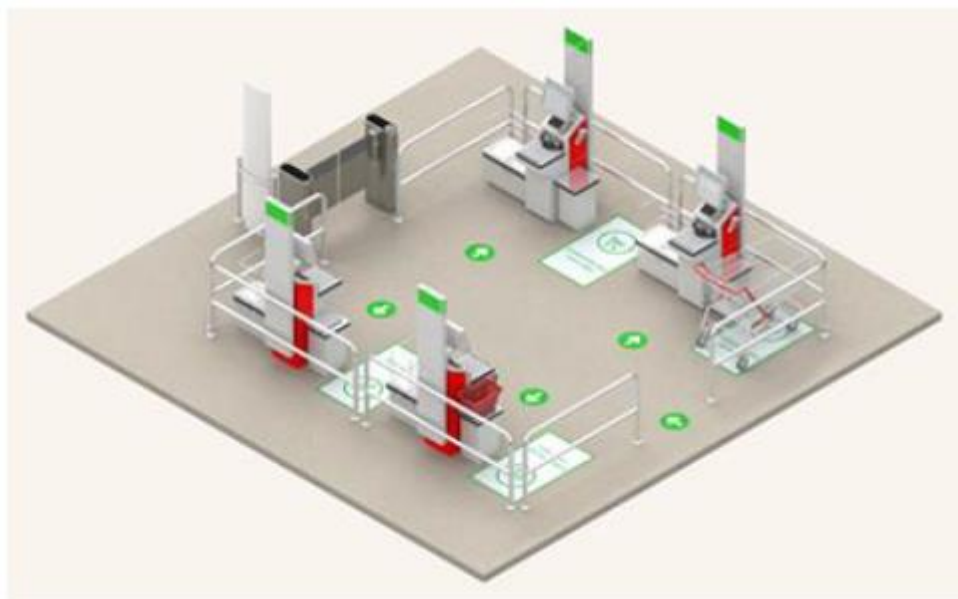


Fig. 2 - Disposição com 4 Self-Checkout (Perto (2017))

3.1.3 Modelo Self-Checkout - Exemplo

Os equipamentos de Self-Checkout podem apresentar vários modelos. Tem em comum: três zonas, um monitor central ao nível médio do olhar, um periférico ATM, um scanner manual, um scanner bióptico por imagem, um suporte para cesto, um suporte para sacos com balança (Figura 3).



Fig. 3, 4 y 5 - Modelos de Self-Checkout (Toshiba, Fujitsu & HP., 2019)

3.1.4 Novos Sistemas Self-Checkout

No setor do retalho, a análise da literatura identificou a existência de estudos sobre a introdução de novas tecnologias de registo e pagamento no self-checkout. Neste estudo, foram seleccionadas três tecnologias de registo e duas de pagamento de produtos, sobre as quais foram efetuadas questões aos utilizadores tendo em vista a análise de concordância sobre a implementação nestes equipamentos nos checkouts.

Self-scanning.

O sistema Self-scanning consiste no equipamento que se recolhe na entrada do espaço loja. Após a identificação do consumidor com o cartão de fidelidade, é-lhe disponibilizado um leitor portátil de código de barras. Antes de introduzir o produto no carrinho de compras, o consumidor regista com o leitor os códigos de barras dos produtos. Sem necessitar retirar as compras do carro, dirige-se para o checkout e efetua o pagamento dos produtos registados com o leitor portátil.

Mobil Self-scanning

O sistema Mobil Self-scanning consiste na digitalização dos códigos de barras dos produtos com a câmara smartphone do consumidor antes de os introduzir no carro de compras. Sem ter de retirar as compras do carro, dirige-se ao checkout e efetua o pagamento com o registo do seu smartphone.

Tecnologia RFID (Radio-frequency Identification)

A Tecnologia RFID consiste em identificar todos os produtos da loja com etiquetas através de ondas de rádio. Sem ter de retirar as compras, passa o carrinho pelo checkout e efetua o pagamento.

Pagamento Biométrico

O sistema de Pagamento Biométrico consiste na identificação do consumidor pela leitura da impressão digital, palma da mão ou íris. Este efetua o pagamento através das contas bancárias que estão associadas à sua conta de cliente.

Pagamento Móvel

O sistema de Pagamento Móvel consiste em associar o smartphone a um cartão de crédito ou débito, permitindo efetuar o pagamento.

4. RESULTADOS

4.1 PERFIL DOS UTILIZADORES

Dos resultados obtidos relativos ao perfil dos utilizadores (Tabela 1), constata-se que existe uma percentagem mais elevada de utilizadores do sexo feminino 57,5%, enquanto a do sexo masculino representa 42,5%.

Relativamente à distribuição por escalão etário, verifica-se que a maior faixa da população tem idades situadas entre os 18-30 anos com 45%, seguido de uma faixa entre 31-45 anos com 25,5% e outra dos 46-60 anos com 21,8%. As faixas etárias com menor número de utilizadores correspondem às dos maiores de 60 anos com 6% e dos menores de 18 anos com 1,8%.

De acordo com os resultados obtidos, mais de metade dos utilizadores tem escolaridade na faixa do 10º-12º anos 54,5%, seguido dos licenciados 28,8%. Verifica-se ainda, uma distribuição uniforme dos utilizadores com escolaridade entre o 5º e o 9º ano 8,5% e os que têm uma formação superior ao nível do Mestrado ou Doutoramento 8,3%. A percentagem de utilizadores com grau inferior ao 4º ano é residual 0,3%.

A tabela 1 põe em evidência que os utilizadores usam regularmente novas tecnologias como o computador, a internet e os dispositivos móveis, tendo-se obtido respostas de “Sempre” e “Bastante” às questões em cada uma das três categorias, variaram entre os 80,9% na utilização de Dispositivos Móveis e os 92,2% no caso de Computador. Pode-se afirmar que a generalidade dos utilizadores tem uma boa literária relativamente às novas tecnologias.

Tabela 1 - Caracterização da Amostra.

Perfil dos Utilizadores		N= 400	%
Género	Homem	170	42,5 %
	Mulher	230	57,5 %
Idades	<18	7	1,8 %
	18-30	180	45 %
	31-45	102	25,5 %
	46-60	87	21,8 %
	>60	24	6 %
Escolaridade	4º ano	1	0,3 %
	5º- 9º anos	34	8,5 %
	10º - 12º anos	217	54,3 %
	Licenciatura	115	28,8 %
	Mestrado/Doutora.	33	8,3 %
Utilização regular de novas tecnologias - Computador	Nunca	3	0,8 %
	Pouco	28	7 %
	Bastante	138	34,6 %
	Sempre	230	57,6 %
Utilização regular de novas tecnologias – Navegar na Internet	Nunca	4	1 %
	Pouco	35	8,8 %
	Bastante	121	30,3 %
	Sempre	239	59,9 %
Utilização regular de novas tecnologias – Dispositivos Móveis	Nunca	26	6,5 %
	Pouco	50	12,6 %
	Bastante	111	27,9 %
	Sempre	211	53 %

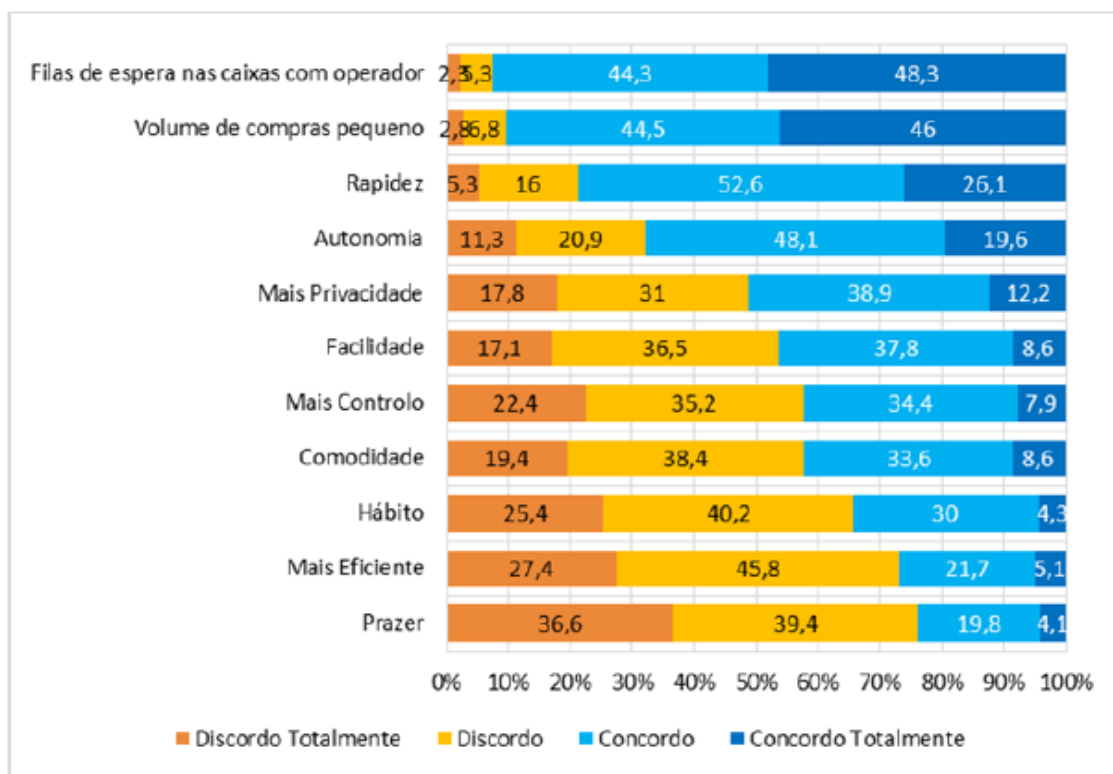
(Elaboração própria, 2019)

4.2 GRAU DE MOTIVAÇÃO PARA A UTILIZAÇÃO

Como se pode observar na tabela 2, destacam-se os utilizadores que afirmam que a razão para utilizar o sistema self-checkout decorre de dois aspetos: a existência de grandes “filas de espera nas caixas com operador” 92,6% e um “volume de compras pequeno” 90,5%. Outros motivos considerados como importantes são também a “rapidez”, a “autonomia” e a “privacidade”.

Razões como a “facilidade”, “mais controlo”, “comodidade”, “hábito”, “mais eficiente”, “prazer” são de menor importância para os utilizadores. É de destacar a má avaliação que obtiveram a eficiência e o prazer, que tiveram avaliações positivas de apenas 26,8% e 23,9%, respetivamente.

Tabela 2 - Motivo de utilização dos self-checkouts em vez dos checkouts com operador.



(Elaboração própria, 2019)

Ainda relativamente à análise do motivo para a utilização do self-checkout em vez do checkout com operador (Tabela 3), os resultados identificam que as principais razões apontadas para a sua utilização são três (3) fatores situacionais - as filas de espera nas caixas com operador, o pequeno volume de compras e a rapidez, e dois (2) aspetos de comportamento - a autonomia e a privacidade.

Tabela 3 – Grau de Motivação para a Utilização.

Quadro Síntese - Grau de Motivação para a Utilização	
Menos Favorável	Mais Favorável
<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade • Mais Controle • Comodidade • Hábito • Mais eficiente • Prazer 	<ul style="list-style-type: none"> • Filas de espera nas caixas com operador • Volume de compras pequeno • Rapidez • Autonomia • Privacidade

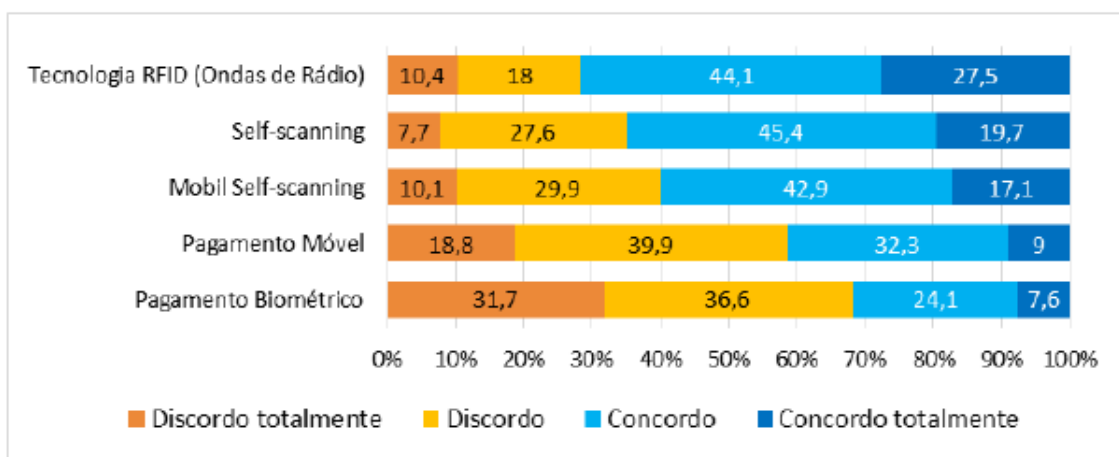
(Elaboração própria, 2019)

Enquanto que as razões como a facilidade, mais controlo, comodidade, hábito, eficiência e prazer, que todos fatores de comportamento do utilizador, e são os que apresentam menor motivação para a utilização.

4.3 ANÁLISE DA CONCORDÂNCIA - NOVAS TECNOLOGIAS DE REGISTO E PAGAMENTO

Para diagnosticar a concordância com a introdução de novas tecnologias de registo e pagamento no self-checkout, foram efetuadas questões sobre cinco tecnologias com vista a testar a adoção por parte dos utilizadores.

Tabela 4 - Concordância com novas tecnologias de registo e pagamento.



(Elaboração própria, 2019)

Como se pode observar na Tabela 4, a “Tecnologia RFID” (Radio-frequency Identification) foi a tecnologia com melhor avaliação, tendo a concordância de (71,6%) dos utilizadores. Esta foi seguida pelo “Self-scanning” (65,1%) e pelo “Mobil self-scanning” (60%). O “Pagamento Móvel” teve avaliação negativa, tendo a concordância de (40,3%) sendo seguido pelo “Pagamento Biométrico” que teve a avaliação mais negativa, concordando com a sua introdução no self-checkout apenas (31,7%) dos utilizadores.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com a análise do questionário revelam que os indivíduos da amostra têm formação escolar média/alta e utilizam com muita regularidade as novas tecnologias apresentando por isso uma boa literária relativamente à tecnologia informática.

Foi possível inferir a importância atribuída à experiência dos utilizadores dos self-checkouts, decorrente da caracterização do perfil de utilizador e da análise da variável motivação. Ainda relativamente ao comportamento do consumidor, neste estudo a variável motivação apresenta-se relacionada com razões situações percebidas que influenciam a escolha e a intenção de utilizar esta tecnologia em detrimento do checkout tradicional (caixa com operadora).

Relativamente à introdução de novas tecnologias no sector do retalho as opções pelo “Pagamento Biométrico” e o sistema “Pagamento Móvel” apresentam muito baixa aceitação, em comparação com a “Tecnologia RFID” (Radio-frequency Identification) seguida pelo “Self-scanning”, que apresentam um elevado grau de concordância.

O utilizador da tecnologia dá importância à avaliação dos sistemas de self-checkout. A sua opinião permitiu atribuir valor à necessidade de dar atenção ao design de interação, e em específico, atenção às etapas de desenvolvimento de projeto dos equipamentos self-checkout. O conhecimento sobre o desenvolvimento de produtos complexos de self-service permite que os designers e projetistas implementem boas práticas que satisfaçam integralmente os requisitos de projeto e especificamente a satisfação integral dos utilizadores na experiência de uso.

Os modelos mentais que o utilizador desenvolve na interação com os vários sistemas (complexos), têm de ser simples e de rápida aprendizagem.

Por um lado, ao designer apresentam-se questões que têm a ver com a ideia que ele tem sobre a forma como o sistema deve funcionar e vai ser percebido pelo utilizador. Por outro, está a percepção efetiva que o utilizador tem durante o uso.

Para uma boa interação, o designer deve assegurar que a imagem do sistema deixe o modelo de design simples, de acessível compreensão e de fácil aprendizagem para que o utilizador não tenha uma percepção inadequada.

As implicações decorrentes das constatações empíricas são discutidas juntamente com orientações para novas pesquisas. A tecnologia continuará a desempenhar um papel crescente no retalho e as inovações tecnológicas a implementar apresentarão desafios para o futuro.

6. REFERENCIAS

- Barreto Fernandes, F. & Hernandis-Ortuño, B. (2016). Interaction Design of Public Electronics Equipment: Approach to Categorization Systems and Analysis Model. IFDP'16 - Systems & Design: Beyond Processes and Thinking. Universitat Politècnica de València, Spain. DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/IFDP.2016.3287>
- Barreto Fernandes, F. & Hernandis-Ortuño, B. (2017). Usability and User-Centered Design - User Evaluation Experience in Self-Checkout Technologies. SD2017 - Systems & Design: From Theory to Product. Valencia, Universitat Politècnica de València, 2017
- DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/SD/SD2017>
- Bitner, M., Ostrom, A. e Meuter, M. (2002). Implementing successful Self-Service Technologies. Academy of Management Executive, 16, 4, pp. 96–108. Acesso em 2016. Online. URL https://www.researchgate.net/publication/277751935_Implementing_Successful_Self-Service_Technologies
- Cardoso, R. (2012). Design para um Mundo Complexo. São Paulo: Cosac Naify.
- Carvalho, J. (2002). Metodologia do Trabalho Científico – Saber-Fazer da Investigação para Dissertações e Teses. E. Editora.
- Collier, J. e Sherrell, D. (2010). Examining the influence of control and convenience in a self-service setting. Journal of the Academy of Marketing Science, 38(4), 490-509. Acesso em 2017. Online. URL <https://link.springer.com/article/10.1007/s11747-009-0179-4>
- Cooper, A., Reiman, R. and Cronin, D. (2007). About Face 3.0: The Essentials of Interaction Design. John Wiley & Sons Inc.
- Dabholkar, P. (1996). Consumer evaluations of new technology-based self-service options: an investigation of alternative models of service quality. International Journal of Research in Marketing, 13, 1, pp. 29–

51. Acesso em 2017. Online URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167811695000275>
- Dabholkar, P. e Bagozzi, R. (2002). An attitudinal model of technology-based self-service: moderating effects of consumer traits and situational factors. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 30, 3, pp. 184–201. Acesso em 2017. Online URL <https://link.springer.com/article/10.1177%2F0092070302303001>
- Demoulin, N. e Souad, D. (2016). An integrated model of self-service technology (SST) usage in a retail context, *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 44 Edição: 5, pp. 540-559. Acesso em 2016. Online URL <https://doi.org/10.1108/IJRDM-08-2015-0122>
- FUJITSU (2018). Connected Retail. Delivering Seamless Customer Experiences. Acesso 2018. Online URL: http://connectedretail.global.fujitsu.com/file-download/3858/19468_FUJ_ConnectedRetail_Broc_v4_lo.pdf
- Garrett, J. J. (2010). *The Elements of User Experience: User-centered Design for the Web and Beyond*. (2nd ed.). New Riders Press.
- Gil, A. (1991). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 5ª. Edição, São Paulo: Atlas.
- GLOBAL SELF-CHECKOUT SYSTEM MARKET (2018). Transparency Market Research Editor. Rep Id: TMRGL22301. Acesso em 2018. Online URL <https://www.transparencymarketresearch.com/self-checkout-systems-market.html>
- Laurel, B. e Lunenfeld, P. (2003). *Design Research: Methods and Perspectives*. The MIT Press.
- LEGACYGLOBAL (2012). HP CX1 Self-Service System. Improving the checkout experience, increasing productivity. Acesso 2018. Online URL: <http://www.legacyglobal.com/Uploads/ProductPDF/HP%20-%20CX1%20Self%20Service%20Series.pdf>
- Meuter, M., Ostrom, A., Bitner, M. & Roundtree, R. (2003). The influence of technology anxiety on consumer use and experiences with self-service technologies. *Journal of Business Research*, 56, 11, pp. 899–906.
- Acesso em 2017. Online URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296301002764>
- Morin, E. (1991). *Introdução ao Pensamento Complexo*. 5ª Edição, Lisboa: Instituto Piaget.
- Nilsson, D. (2007). A cross-cultural comparison of self-service technology use. *European Journal of Marketing*, 41, 3/4, pp. 367–381.
- Acesso em 2017. Online URL https://www.researchgate.net/publication/241698879_A_cross-cultural_comparison_of_self-service_technology_use
- Norman, D. (2013). *The Design of Everyday Things*. Basic Books. Acesso em 2017. Online. URL: <http://www.nixdell.com/classes/HCI-and-Design-Spring-2017/The-Design-of-Everyday-Things-Revised-and-Expanded-Edition.pdf>
- Papanek, V. (1971). *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. New York: Pantheon Book.
- PERTO S.A. (2016). Self-Checkout. Acesso em 2016. Online URL <http://www.perto.com.br/pt/selfcheckout.html>
- Salomann, H.; Kolbe, L. e Brenner, W. (2006). Self-services in customer relationships: balancing high-tech and high-touch today and tomorrow. *eService Journal*, 4(2), 65-84. Acesso em 2017. Online URL: https://www.researchgate.net/publication/36381836_Self-

Services_in_Customer_Relationships_Balancing_High-Tech_and_High-Touch_Today_and_Tomorrow

- TOSHIBA (2012). Self checkout Mini Express. Tecnologia Toshiba para auto serviço. Acesso 2018. Online URL: <file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/File-1504038124.pdf>
- Wang, C. (2017). Consumer Acceptance of Self-service Technologies: An Ability–Willingness Model. *International Journal of Market Research*, vol 59, Issue 6. Acesso em 2017. Online URL <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.2501/IJMR-2017-048>
- Wang, C.; Harris, J. e Patterson, P. (2013). The Roles of Habit, Self-Efficacy and Satisfaction in Driving Continued Use of Self-Service Technologies: A Longitudinal Study. *Journal of Service Research*, 16(3), 400-414. Acesso em 2017. Online URL <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1094670512473200>
- Wang, C.; Harris, J. e Patterson, P. (2012). Customer choice of self-service technology: the roles of situational influences and past experience. *Journal of Service Management*, 23(1), 54-78. Acesso em 2016. Online URL: https://www.researchgate.net/publication/243973360_Customer_choice_of_self-service_technology_The_roles_of_situational_influences_and_past_experience
- Wang, M. (2012). Determinants and consequences of consumer satisfaction with self-service technology in a retail setting. *Managing Service Quality*, 22(2),128-144. Acesso em 2016. Online URL: https://www.researchgate.net/publication/235273828_Determinants_and_consequences_of_consumer_satisfaction_with_self-service_technology_in_a_retail_setting
- Weijters, B., Rangarajan, D., Falk, T. e Schillewaert, N. (2007). Determinants and outcomes of customers' use of self-service technology in a retail setting. *Journal of Service Research*, 10, 1, pp. 3–21. Acesso em 2016. Online URL: https://www.researchgate.net/publication/247745329_Determinants_and_Outcomes_of_Customers'_Use_of_Self-Service_Technology_in_a_Retail_Setting.

INVESTIGAÇÃO EM DESIGN – QUESTIONAR O UTILIZADOR DO SISTEMA SELF-CHECKOUT

Francisco Barreto Fernandes

ESAD/Instituto Politécnico de Leiria, Portugal.
francisco.fernandes@ipleiria.pt

Bernabé Hernandis Ortuño

Universitat Politècnica de València. Spain.
bhernand@upv.es

RESUMO

Entender o comportamento do utilizador na experiência de interação com o self-checkout nas superfícies comerciais é importante para descobrir quais são as suas necessidades. Este artigo visa identificar quais os grupos de questões adotadas que servem para compreender este tipo de interação, nomeadamente a planificação do questionário, as variáveis definidas e os tipos de questões construídas. A construção do questionário resultou na identificação de quatro grupos de questões: “Hábitos de Utilização da Caixa Self-Service”; “Avaliação da Interação com a Caixa Self-Service”; “Satisfação dos Utilizadores” (Preferência, Atitudes e Motivação) e “Tendências para o Futuro”. O questionário tem ainda um quinto grupo de questões, relativo às “Observações”, e um sexto grupo referente às “Caraterísticas Sociodemográficas” dos respondentes. As variáveis definidas pretendem aferir o grau de qualidade e satisfação do sistema. O questionário criado contribui para gerar conhecimento numa área pouco explorada pelo Design de Produto, o comportamento e a opinião do consumidor na interação com um sistema complexo público.

Palavras Chave: Investigação em Design, Questionário, Comportamento do Utilizador, Design de Produto

ABSTRACT

Understanding user behavior in the self-checkout interaction experience is important to discover their needs. This article aims to identify which groups of questions serve to understand this type of interaction, for example questionnaire planning, variable selection and types of questions. The survey consists of four groups: "User Habits"; "Interaction Evaluation"; "User Satisfaction" (Preference, Attitudes and Motivation) and "Future Trends". The questionnaire also has the fifth group of "Observations" and the sixth of "Sociodemographic Characteristics". The defined variables aim to measure the quality and satisfaction of the system. The questionnaire created contributes to generate knowledge in an area not explored by Product Design, consumer behavior and opinion in the interaction with a complex public system.

Keywords: Research Design, Questionnaire, User Behavior, Product Design.

1. INTRODUÇÃO

Na investigação científica é necessário determinar a forma como se desenvolve a pesquisa. Através da apresentação do formato, da estrutura e do desenvolvido detalhado, expõe-se os métodos e técnicas utilizadas, no sentido de compreender e entender as opções tomadas.

Este trabalho apresenta uma parte da metodologia aplicada da investigação intitulada Estudo do Design de Interação nos Equipamentos Self-Checkout para o Design de Novos Produtos, o qual recorreu à técnica de inquérito por questionário realizado a quatrocentos utilizadores do sistema self-checkout e cuja finalidade consiste em analisar a opinião do utilizador de um produto complexo e relacionar esses dados com a prática projetual do designer.

Para tanto apresenta duas seções de debate: o primeiro expõe resumidamente o enquadramento teórico sobre metodologia de um estudo quantitativo com a finalidade de obter informação sobre os autores de referência; a segunda faz referência à fase de construção do questionário e fase inicial de planeamento, de forma a apresentar um exemplo de um questionário realizado ao público-alvo, os utilizadores do self-checkout.

Num estudo quantitativo em que a investigação é do tipo descritiva, deve-se apresentar as fontes principais e secundárias que permitem, compreender o contexto em que a metodologia de investigação se insere, os procedimentos de recolha de dados e também o tratamento da informação por método estatístico. Também alguns procedimentos são essenciais, nomeadamente, é necessário determinar o modelo conceptual da investigação, descreve as variáveis definidas e construir as questões para atingir os objetivos desejados.

2. ESTADO DA ARTE

2.1 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO - CONCEITOS GERAIS

Segundo Carvalho (2002), o método científico “é a arte de interrogar a natureza dos fenómenos, ordenando os factos em relações lógicas, coerentes e objetivas que explicam e reproduzem os factos experimentais”.

A método científico assenta um saber racional. Segundo Morin (2008), a “racionalidade é o estabelecimento de adequação entre uma coerência lógica (descritiva, explicativa) e uma realidade empírica”. Nesse sentido, em ciência trabalhamos com uma forma de racionalidade subjacente à ciência moderna ocidental, designada por Calegare e Silva Junior (2011) de “racionalismo moderno”.

A metodologia deve ajudar a explicar não apenas os produtos da investigação científica, mas principalmente o seu próprio processo, porque as suas imposições não são de submissão estrita a procedimentos rígidos, mas antes da riqueza na produção dos resultados (Bruyne et al,1991).

A metodologia diz respeito ao estudo da forma de argumentação e à forma de aplicar regras gerais de procedimento prático, que no caso do design corresponde ao estudo da área das ciências sociais e humanas. Observou-se ainda que as classificações dos estudos de investigação não podem ser consideradas como inflexíveis, sendo que algumas delas, em função das suas características, não se enquadram facilmente num ou noutro modelo (Gil,1991).

2.2 MÉTODO EXPLORATÓRIO DESCRITIVO

A presente pesquisa, tanto pode ser classificada como exploratória quanto descritiva. Ela insere-se na primeira tipologia porque é realizada numa área onde há pouca informação específica sobre o assunto e conhecimento sistematizado. As publicações sobre design de interação relacionadas com o desenvolvimento de equipamentos eletrônicos são escassas, por isso, foi necessário procurar informação para aplicar a estes sistemas noutros campos do conhecimento (informática, engenharia de computadores,

engenharia eletrônica e design de interação para aplicativos mobile). Foi ainda recolhida informação na imprensa, em relatórios e entrevistas informais com alguns funcionários supervisores do self-checkout, junto de uma equipa de manutenção dos equipamentos e em manuais técnicos publicados pelos fabricantes.

A pesquisa descritiva, segundo Vergara (2014), expõe características de determinado fenómeno que ocorre numa entidade, “sem o compromisso de explicar o fenómeno que descreve, embora possa servir de base para tal explicação”. O estudo insere-se no contexto de uma investigação descritiva porque não se pretende explicar definitivamente o grau de dificuldade que o utilizador tem no uso dos sistemas eletrônicos self-checkout, mas sim, conhecer o comportamento em relação ao uso no equipamento num espaço público. Pretende-se ainda compreender se o modelo mental do designer/projetista coincide com o do utilizador. Para isso, faz-se uma comparação abrangente entre comportamentos e a análise da tipologia de um determinado grupo de consumidores, neste caso dos utilizadores dos self-checkout.

Ainda segundo o mesmo autor e quanto aos meios, uma investigação pode ser de campo, de laboratório ou bibliográfica. O levantamento bibliográfico, é aquele em que se recorre a literaturas diversas, tais como: livros, artigos, revistas, relatórios, entre outros, para o enquadramento teórico e comparação com as informações recolhidas.

O presente estudo enquadra-se em mais que uma classificação, é pesquisa bibliográfica e de campo. É pesquisa bibliográfica pela recolha de informação em teses, dissertações, artigos, relatórios, livros e sites para fundamentar e suportar os objetivos propostos no estudo. É pesquisa de campo, porque investiga empiricamente o fenómeno no local onde ele ocorre para explicá-lo, isto é, onde os sistemas self-checkout estão instalados e os ambientes onde são utilizados (checkout de uma zona comercial). Utilizou ainda como instrumentos de pesquisa em campo, a realização de entrevistas informais e a aplicação de questionários. Na fase inicial, a investigação é do tipo qualitativa, uma vez que se pretende efetuar um levantamento através de análise documental e observação direta dos equipamentos eletrônicos existentes nos espaços públicos das cidades e compreender que ações seriam necessárias para o seu uso. Também a descrição dos diversos fluxos funcionais que representam em detalhe o encadeamento das ações que o utilizador tem de executar para concluir as tarefas sendo relevante para a classificação geral dos equipamentos e para a caracterização do objeto de estudo dado o seu grau de complexidade.

Também nesta fase, foi efetuado um levantamento empírico de informações através da realização de algumas entrevistas exploratórias aos supervisores do self-checkout, que funcionam como assistentes especialistas no local de controlo dos equipamentos e dão resposta às dificuldades ou necessidades dos utilizadores. Foi solicitada a opinião daqueles através da colocação de algumas questões sobre as vantagens e desvantagens do sistema, as principais necessidades sentidas pelo cliente na interação com o equipamento, a frequência com que recorrem ao assistente e as ações que provocam mais erros, no registo, no pagamento e ensacamento. Essa recolha foi complementada pela observação direta dos utilizadores na manipulação dos equipamentos, por forma a detectar preliminarmente algumas dificuldades de interação como equipamento.

Reunido um vasto conjunto de informação, com vista a melhor compreender a problemática de estudo, deve-se elaborar um pré-teste do questionário. Esta fase é de carácter quantitativo.

Assim, toda a informação recolhida junto dos assistentes e por observação direta, serve de base para a construção do questionário a ser aplicado. O objetivo da investigação quantitativa é medir relações entre variáveis por associação e obter informações sobre determinado grupo alvo.

Segundo Bryman (2002), enquanto na investigação qualitativa a reflexão teórica do investigador ocorre quase no final do processo de recolha, na investigação quantitativa, o investigador já tem conceitos sobre a realidade que vai investigar.

Quando se pretende estudar a interação e avaliar a usabilidade há que ter presente que se pode recolher dados apresentados pelos utilizadores ou por especialistas. Segundo Dix, et al. (2004), os modelos de avaliação da usabilidade que se baseiam em dados de utilizadores são designados por modelos empíricos, enquanto que os modelos que se baseiam na análise de um sistema ou produto por especialistas são modelos analíticos.

Segundo Martins, et al (2013) existem quatro métodos principais de avaliação da Usabilidade: o teste, o inquérito, a experiência controlada e a inspeção. Os três primeiros são utilizados em modelos empíricos baseiam-se em dados recolhidos dos utilizadores. O último é utilizado nos modelos analíticos e baseia-se na perícia feita por especialistas.

2.3. ESCALA DE LIKERT

Quando se aplica um questionário fechado (múltipla escolha) pretende-se medir aspetos como atitudes ou opiniões do público-alvo, sendo possível com a utilização de escalas. Existem diferentes tipos de escala para medir as variáveis. A escala de Likert, encontra-se entre as mais utilizadas, podendo ser considerada como um tipo de escala de atitude na qual o indivíduo respondente indica o seu grau de concordância ou discordância em relação a determinado objeto e apresenta o grau de intensidade das respostas.

Na sua forma original, a escala Likert é constituída por cinco pontos, porém com o passar do tempo, os pesquisadores foram alterando o número de pontos utilizados no seu questionário denominando assim a escala como do tipo Likert (Silva Junior & Costa, 2014). No entanto, Clason e Dormody (1994) salientam, que muitos estudos têm usado diversas opções, paralelas à escala tradicional de cinco pontos, obtendo resultados satisfatórios.

Segundo Alexandre et al (2003), uma questão importante referente a essa escala é a definição do número apropriado de categorias a ser incluído no questionário. Em particular, o problema surge quando se tem uma escala de Likert simétrica e com um número ímpar de categorias, com a categoria do meio (central) representando uma indecisão.

A não inclusão da categoria central, em uma escala 0-4, pode conduzir a uma tendência e forçar os respondentes a marcarem a direção que eles estão “inclinados”. Incluir opção “não sei” (Johnson, 2002). As variáveis utilizadas na mensuração das respostas que expressam a opinião dos utilizadores são variáveis ordinais. Deste facto, não poderão ser calculadas nem médias, nem desvios padrão, mas apenas Medianas, Percentis e Coeficientes de Variação.

3. METODOLOGIA

3.1. METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO DE UM QUESTIONÁRIO

Segundo Aaker et al. (2001), o bom senso e a experiência do investigador podem evitar erros na realização do questionário. São potencialmente prejudiciais as questões longas ou ambíguas dado que podem influenciar na dimensão dos erros. Os autores defendem a existência de uma sequência lógica de etapas que o investigador deve percorrer no desenvolvimento de um questionário: planejar o que vai ser medido; formular as perguntas para obter as informações necessárias; definir o texto e a ordem das perguntas e o aspeto visual; testar o questionário usando uma pequena amostra para detectar omissões e ambiguidades; corrigir as falhas e realizar um novo pré-teste.

3.1.1. Modelo Conceptual

Este artigo descreve a realização de um questionário que tem como base teórica os modelos de Wang et al (2012), Preece et al (2005), Dabholkar (1996) e Fernandes & Pedroso (2017) com foco na possível ação dos critérios de avaliação da interação, fatores situacionais e atributos do sistema self-checkout poderem influenciar a avaliação do utilizador.

Fig. 1 – Modelo de Satisfação e Qualidade na Interação com Self-Checkout. Elaboração Própria, 2017.

Para este fim serão abordadas questões relativas:

- aos hábitos de utilização (fatores situacionais)
- à experiência do utilizador (interação) e
- à tecnologia (atributos do sistema) com o intuito de compreender as influências dos constructos na Qualidade do Sistema e na Satisfação do Utilizador. Também se considerou as características do utilizador com o intuito de compreender a influência nos atributos do sistema; os atributos do sistema no efeito da frequência de utilização; e a frequência de utilização na experiência do utilizador, conforme o modelo representado na Erro! A origem da referência não foi encontrada.

3.1.2 Hipóteses

As hipóteses definidas no estudo e que determinaram a estrutura do questionário foram seis (H1, H2, H3, H4, H5 e H6), sendo que a hipótese 5 está subdividida em duas (H5a e H5b).

Hipótese 1 (H1)

Os fatores situacionais influenciarão a satisfação do utilizador com interação com o sistema self-checkout.

Hipótese 2 (H2)

Os critérios de usabilidade (Eficácia, Eficiência, Utilidade, Fácil Aprender, Fácil de Lembrar) influenciarão a avaliação da satisfação na interação com o sistema self-checkout. Os utilizadores preferem um modelo baseado nos atributos do sistema na formação da avaliação da qualidade das tecnologias self-service com base na constatação de que as avaliações cognitivas dos atributos explicam uma parte considerável da variação da qualidade percebida do serviço (Dabholkar, 1996) e (Fernandes & Pedroso 2016).

Hipótese 3 (H3)

Os atributos do self-checkout (Rapidez Esperada, Facilidade de Uso, Confianças Esperada, Prazer e Controlo Esperado) terão um efeito positivo na qualidade percebida da experiência com o sistema.

Hipótese 4 (H4)

A qualidade do self-checkout terá um efeito positivo na satisfação geral do utilizador.

Hipótese 5a (H5a)

A frequência de utilização influenciará as avaliações dos atributos do sistema self-checkout.

Hipótese 5b (H5b)

A frequência de utilização influenciará a avaliação dos critérios de usabilidade na interação com o sistema self-checkout.

Hipótese 6 (H6)

As características do consumidor, ou seja, idade, sexo, escolaridade e experiência com tecnologias influenciarão as avaliações dos atributos do sistema self-checkout.

3.1.3. Objetivos do Questionário

A recolha de informação que permita descrever de uma forma rica e quantitativamente significativa o objeto de estudo, determina a necessidade de realizar um questionário aos utilizadores. Assim na definição dos objetivos do questionário considera-se:

1. Caracterizar os utilizadores do sistema self-checkout.
2. Avaliar da interação percebida pelos utilizadores.
3. Identificar quais são as dificuldades e em que fases do processo.
4. Identificar quais os atributos críticos do sistema.
5. Identificar a facilidade percebida da aprendizagem da utilização do sistema.
6. Identificar o grau de satisfação e qualidade percebida.
7. Identificar o que motiva de uso do sistema.
8. Identificar a avaliação do sistema relativo ao tradicional com operador.
9. Identificar novas tecnologias a integrar futuramente no sistema.
10. Identificar as alterações a fazer de forma a melhorar a interação.

3.1.4. Pré-Teste

Antes de aplicar o questionário para a recolha de dados é necessário realizar um pré-teste. Segundo Sousa & Baptista (2011), o seu objetivo é verificar: se os inquiridos irão compreender as questões da mesma forma; se a lista de opções de resposta às questões fechadas considera todas as alternativas; se existe um elevado grau de aceitação às questões colocadas para que não seja recusada nenhuma pergunta; se a ordem dos assuntos e a linguagem é compreensível pelos inquiridos. Por outro lado, o pré-teste possibilita ajustes e deteção de incoerências e pode aumentar a validade do instrumento.

O questionário ainda preliminar, deve ser apresentado a um grupo de utilizadores do sistema self-checkout semelhante à população da amostra com o objetivo de identificar potenciais problemas. Este grupo de utilizadores solicita-se um comentário sobre a representatividade e adequação das perguntas, permitindo aferir a funcionalidade do questionário, a reformulação ou eliminação de itens mal interpretados e erroneamente respondidos. Permite ainda verificar o tempo que o questionário leva a ser respondido e se o layout é claro e atraente.

3.1.5. População e Amostra

A população alvo do estudo são todos os indivíduos utilizadores do equipamento self-checkout nas grandes superfícies comerciais. Após a aplicação do questionário, a amostra constitui um número total de 454 questionários, tendo sido validados 400 questionários (88.3%). Os critérios estabelecidos para a validação dos questionários foram os seguintes:

Foram considerados nulos os questionários muito incompletos, os que têm seleção de diferentes respostas à mesma pergunta, os que apresentaram um número de respostas às questões sempre com o mesmo valor e os que na generalidade do questionário tivesse sido selecionado a opção “não sabe/não responde”. Foram

ainda considerados nulos os questionários que depois de registados, se constatou que existiam irregularidades no seu preenchimento.

4. RESULTADOS

A construção de um questionário pretende ilustrar como se pode obter informação sistematizada sobre a opinião do utilizador na experiência com o self-checkout e na sua concepção requer um trabalho rigoroso. Em cada fase, é necessário definir todos os elementos a considerar para dar resposta a uma estrutura de inquérito que corresponda aos objetivos determinados.

4.1. ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO

Os dados recolhidos através de um inquérito por questionário dirigido aos utilizadores dos self-checkouts na área do retalho, deve ser aplicado num local que facilite o trabalho dos colaboradores que realizam essa tarefa. Caso o local selecionado seja à saída das caixas self-checkout, isso permite que todos os entrevistados sejam utilizadores da tecnologia em estudo. Esse aspeto é importante porque permite que o utilizador não tenha de depender da memória de médio e longo prazo para responder ao inquérito, dada a experiência de interação ser recente. Por outro lado, o fato do questionário ser aplicado presencialmente num único grupo de retalho que utiliza o mesmo equipamento, faz com que todos os utilizadores com diversas experiências, em diferentes caixas self-service, possuam pelo menos a utilização de um sistema em comum, que neste caso será a de interação mais recente.

O questionário de autopreenchimento, anónimo, resultou numa estrutura de 6 grupos e cinquenta e oito (58) questões fechadas (à exceção de uma aberta, relativa a “propostas de melhoramento”).

O primeiro grupo de questões incidiu sobre os “Hábitos de utilização da Caixa Self-Service” pelos consumidores (frequência de utilização e o nível de domínio da tecnologia). Foram definidos 2 itens, sendo utilizada uma escala de Likert de 4 pontos.

O segundo grupo de questões incidiu sobre a “Avaliação da interação com a Caixa Self-Service” que inclui perguntas sobre a avaliação pelo utilizador da qualidade dos atributos do sistema, desde a colocação do cesto, passando pelo registo, pelo pagamento até ao ensacamento, definidos por vinte e seis itens. Este grupo inclui também perguntas sobre a facilidade de aprendizagem e intuição percebida na interação, abordada por Nielsen (1993), foi composta por dois itens. Inclui ainda dois itens referentes a questões sobre a autonomia percebida pelo utilizador na aprendizagem e no uso. Para todas as dimensões deste grupo foi utilizada a escala de Likert de 4 pontos.

O terceiro grupo, possui questões sobre a tecnologia em estudo no que diz respeito à preferência, e atitudes dos utilizadores. Este grupo integra as variáveis comportamentais do consumidor como preferência, motivação, satisfação e qualidade. A variável preferência foi analisada tendo em conta o estudo de Dabholkar (1996), que compara as caixas com e sem operador. Neste grupo pretende-se ainda saber a motivação para a utilização da caixa self-service em vez das caixas com operador. Nele foram avaliados critérios como: hábito, filas de espera nas caixas com operador, eficiência, privacidade e ainda os 5 atributos na análise das intenções comportamentais percebidas pelos consumidores referidos por Dabholkar (1996): rapidez; controlo; confiança; facilidade de uso e prazer. Foram definidos 14 itens, sendo utilizada uma escala de Likert de 4 pontos.

O quarto grupo diz respeito a “Tendências para o Futuro”. Neste grupo, é solicitada a opinião sobre a introdução no self-checkout de novas tecnologias de registo e pagamento de produtos. Foram definidos 5 itens relativos a três (3) tecnologias de registo e duas (2) de pagamento, nomeadamente sobre as tecnologias: Self-Scanning, Mobil Self-Scanning, RFID (Radio-Frequency Identification), Pagamento Biométrico e Pagamento Móvel. Em cada item, foi inserida uma nota explicativa do funcionamento da tecnologia em causa, para o inquirido conseguir compreendê-la, caso não conheça a tecnologia ou a terminologia usada. Para avaliação dos 5 itens foi utilizada uma escala de Likert de 4 pontos.

O quinto grupo relativo às “Observações”, possui uma pergunta aberta, referente a aspetos “a melhorar no sistema self-checkout”. Esta questão possibilita que o inquirido construa a resposta com as suas próprias palavras, permitindo assim a liberdade de expressão, neste caso a liberdade de opinião. Este grupo possui ainda uma pergunta de escolha de escolha múltipla sobre os grupos de venda a retalho, nos quais, os inquiridos utilizaram o sistema self-checkout.

O sexto grupo tem perguntas referentes às características sociodemográficas dos respondentes: sexo, idade, grau de escolaridade e aos hábitos de uso de novas tecnologias na ótica do utilizador, nomeadamente utilização de computador, internet, dispositivos móveis para compreender a intensidade de utilização de tecnologias digitais no uso quotidiano.

4.2. VARIÁVEIS DO QUESTIONÁRIO

O quadro 1 apresenta detalhadamente as variáveis que foram consideradas no questionário: Frequência de Uso; Domínio Percebido; Qualidade do Atributo; Facilidade de Aprendizagem; Autonomia percebida na Aprendizagem; Autonomia percebida no Uso; Intuitividade percebida; Preferência; Motivação; Satisfação; Qualidade; Concordância com Novos Sistemas; Melhorias; Variedade de Uso; Sexo; Idade e Grau de Escolaridade.

Quadro 1. Variáveis do Questionário

Dimensão	Q	Variável	Tipo de Variável	Tipo de Resposta	Item
Hábitos de Utilização	1.1	Frequência de Uso	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Frequência de Utilização
	1.2	Domínio Percebido	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Domínio do Self-Service
Interação com o Sistema Self-Service	2.1	Qualidade do Atributo			Como classifica os seguintes atributos do sistema?
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Área de colocação do cesto
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Escolha da língua (português, inglês...)
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Iniciar o processo
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Registo com Scanner fixo (código de barras)
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Registo com Scanner manual (código de barras)
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Registo manual

			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	(introdução dos números do código barras)
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Pesquisa e Registo de produtos sem código de barras, utilizando a balança (frutas, legumes)
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Anular um artigo registado
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Registo cartão de fidelidade
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Registo de cupões de desconto
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Botões e Grafismos
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Mensagens / Instruções de voz
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Mensagens / instruções por Imagens
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Mensagens / instruções Texto
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Sensor de peso
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Mensagens de Erro
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Finalizar o Registo dos Produtos
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Selecionar o Método de Pagamento
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Pagamento com Cartão (Débito/Crédito)
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Pagamento em numerário (Notas e Moedas)
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Pedido de Fatura
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Localização da entrada de notas/moedas
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Localização da saída dos trocos
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Localização do Pin ATM / Multibanco
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Localização da ranhura dos Recibos / Faturas
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Área de Ensacamento
	2.2	Facilidade de Aprendizagem	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Considera que foi fácil aprender a trabalhar com as caixas Self-Service?
	2.3	Autonomia percebida na Aprendizagem	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Até se sentir autónomo, com que frequência precisou da assistente?
	2.4	Autonomia percebida no Uso	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Presentemente, com que frequência precisa do assistente?

	2.5	Intuitividade percebida	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Considera simples e intuitiva a interação com o sistema Self-Service?
Comportamento do Utilizador	3.1	Preferência	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	As caixas Self-Service são melhores do que as Caixas Tradicionais?
	3.2	Motivação			Porque utiliza as caixas Self-Service em vez das caixas tradicionais?
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Rapidez
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Facilidade
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Comodidade
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Hábito
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Filas de espera nas caixas com operador
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Volume de compras pequeno
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Autonomia
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Prazer
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Controlo
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Eficiência
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Privacidade
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Grau de Satisfação
	3.3	Satisfação	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Grau Qualidade
	3.4	Qualidade	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Grau de concordância sobre implementação de novos sistemas:
Opinião sobre novas tecnologias de registo e pagamento	4	Concordância com Novos Sistemas			<i>Self-Scanning</i>
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	<i>Mobil Self-Scanning</i>
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	<i>Tecnologia RFID</i>
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	<i>Pagamento Biométrico</i>
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	<i>Pagamento Móvel</i>
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Aspetos a melhorar
Observações	5.1	Melhorias	Aberta	Escolha Livre	Lojas onde Utilizou o Sistema
	5.2	Variedade de Uso	Qualitativa Nominal	Escolha Simples	

Caraterização do Utilizador	6.1	Sexo	Qualitativa Ordinal	Escolha Simples	
	6.2	Idade	Qualitativa Ordinal	Escolha Simples	
	6.3	Grau de Escolaridade	Qualitativa Ordinal	Escolha Simples	Regularidade no uso de Novas Tecnologias
	6.4	Grau de uso de Novas Tecnologias			Computador
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Navega Internet
			Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	Dispositivos Móveis

(Elaboração Própria, 2017)

4.2.1 Codificação das Variáveis

A codificação das variáveis é um processo analítico em que dados na forma quantitativa como qualitativa, são categorizados para facilitar a análise. Esta codificação refere-se à transformação dos dados em formatos compreensíveis por um software de computador que permite obter os dados de uma lista de análise mediante a codificação das respostas. A classificação das informações é um passo essencial para a preparação dos dados por forma a que sejam processados através de um computador com software estatístico. Neste caso, utilizou-se o software SPSS, tendo sido feita uma tabulação organizada de números de respostas ou pontuações de acordo com cada categoria de variáveis, proporcionando uma forma estruturada para determinar com precisão os dados.

No quadro 2, apresentam-se detalhadamente as variáveis em estudo e as codificações necessárias para organizar a base de dados.

Quadro 2. Codificação das Variáveis Questão Item Tipo de Variável Tipo de Resposta Codificação

Questão	Item	Tipo de Variável	Tipo de Resposta	Codificação
1.1	1	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1=Muito Pouco, ..., 4=Sempre
1.2	2	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1= Não domino, ..., 4= Domínio total
2.1	3 a 28	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1= Muito Mau, ..., 4= Muito Bom
2.2	29	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1= Muito Difícil, ..., 4= Muito Fácil
2.3	30	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1= Nunca, ..., 4= Sempre
2.4	31	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1= Nunca, ..., 4= Sempre
2.5	32	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1= Nada Intuitivo, ..., 4= Totalmente Intuitivo
3.1	33	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1 = Discordo totalmente, ..., 4= Concordo totalmente
3.2	34 a 44	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1 = Discordo totalmente, ..., 4= Concordo totalmente
3.3	45	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1= Nunca, ..., 4= Sempre
3.4	46	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1= Nada Intuitivo, ..., 4= Totalmente Intuitivo
4	47 a 51	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1 = Discordo totalmente, ..., 4= Concordo totalmente
5.1	52		Aberta	
5.2	53	Qualitativa	Escolha Simples	1=1; 2=2; 3=3; 4=4; 5=5; 6=6
6.1	54	Qualitativa Nominal	Escolha Simples	1=masculino; 2=feminino
6.2	55	Qualitativa Ordinal	Escolha Simples	1=<18 anos; 2=18-30 anos; 3=31-45 anos; 4=46-60 anos; 5=>60 anos

6.3	56	Qualitativa Ordinal	Escolha Simples	1= 4º ano; 2=5º-9º ano; 3=10º-12º ano; 4= Licenciatura 5= Mest/Dout
6.4	57 a 59	Qualitativa Ordinal	Escala de Likert	1= Nunca, ..., 4= Sempre

(Elaboração Própria, 2017)

Na sua maioria o questionário possui variáveis qualitativas. Estas indicam uma qualidade, presente ou ausente, e cada uma das categorias é mutuamente exclusiva e exaustiva dado que um indivíduo que pertença a uma das categorias não poderá pertencer a outra e uma das categorias qualifica exaustivamente aquele indivíduo e podem-se apresentar numa escala nominal ou ordinal.

Como variável qualitativa nominal só existe uma pergunta relativa ao sexo: ou se é do sexo masculino ou do sexo feminino, tendo sido utilizados números para identificar as categorias assumindo a variável um tipo numérico de “1” para feminino e “2” para masculino.

As variáveis ordinais, para além de serem mutuamente exclusivas e exaustivas, as categorias indicam uma ordem de magnitude. Na generalidade, foi utilizada a escala tipo Likert de 4 pontos. Estas variáveis foram codificadas de 1 a 5, sendo identificando a categoria “1” como a variável menos positiva, apresentando-se categoria “2” numa ordem superior e assim sucessivamente até à categoria “4”. A categoria “5” está destinada para quem “Não sabe” ou “Não responde”.

Como tal, as respostas tendo respostas para cada codificação do tipo: “1”= Muito Pouco, Não domino, Muito mal, Muito difícil, Nunca; Nada intuitivo, Discordo totalmente, Muito Baixo, Mau, Nunca.; “2”= Pouco, Negativo, Difícil, Discordo; “3”= Bastante, Bom, Positivo, Fácil, Bastante, Concordo; “4”= Sempre, Domínio total, Muito Bom, Muito fácil, Totalmente intuitivo, Concordo totalmente, Muito alto; “5”= Não sabe/Não responde.

A questão 5.2, tem uma variável Qualitativa Nominal, onde solicitava que se identificassem os grupos de venda a retalho em que tinham utilizado o self-checkout. As respostas possíveis à questão eram os nomes dos cinco grupos de retalho que possuíam esta tipologia de equipamentos em Portugal. Dado que cada grupo de retalho tem máquinas diferentes, mas com funcionamento semelhante, pretendia-se com a análise das respostas, identificar a quantidade de diferentes self-checkouts utilizados. Neste caso a variável Qualitativa Nominal foi recodificada em variável quantitativa. O código correspondeu ao (“número de grupos de retalho” = “número de diferente self-checkout”) (1=1; 2=2;3=3;4=4;5=5) com a exceção da opção >6, que corresponde a utilizadores que utilizaram pelo menos um equipamento fora de Portugal, que foi codificada com o número 6.

Nas questões relativas à idade e ao grau de escolaridade, as variáveis são Qualitativas Ordinais, tendo sido codificada a variável Idade da seguinte forma: 1 = <18 anos; 2 = 18-30 anos; 3 = 31-45 anos; 4 = 46-60 anos; 5 = > 60 anos e a variável Escolaridade, codificada da seguinte forma: 1 <4º ano; 2 = 5º-9º anos; 3 = 10º-12º anos; 4 = Licenciatura; 5 = Mestrado/Doutoramento.

Segundo Carmo (2013), por vezes “é necessário converter dados de escalas nominais e ordinais de nomes de categoria para contagens numéricas antes de serem inseridos nos arquivos de dados. A ideia da tradução não é analisar dados de escala nominais e ordinais como se eles fossem valores numéricos simples. Em muitos casos, são colocados códigos no questionário junto com nomes de categoria, desse modo a codificação é realizada durante o projeto ao invés de ser realizada durante análise de dados”.

5. CONCLUSÕES

Considerando que a investigação científica deve prever que os objetivos do investigador incluam sempre resultados de aplicação externos à pesquisa, em design isso remete para a necessidade de aplicação prática dos resultados, sendo que a forma como se obtém os dados para análise passa por saber questionar o utilizador dos produtos.

A definição da metodologia numa investigação em design de interação, passa por várias etapas, nas quais o investigador está obrigado a definir, escolher e utilizar métodos, técnicas e instrumentos para recolher os dados necessárias ao tipo de estudo que pretende realizar.

A evolução das interfaces tem focado a sua atenção no utilizador do sistema. No design de produto de um sistema interativo, tornou-se necessário definir o perfil do utilizador, saber quem ele é, como interpreta as informações, a sua opinião sobre a experiência na interação e domínio das tarefas, neste caso, com o self-checkout.

Para recolher a opinião do utilizador é importante planejar a realização do questionário, ou seja, é necessário pesquisar sobre o conteúdo, a forma, a redação e a sequência que as questões devem ter. O planeamento não diz apenas respeito à criação das questões, mas também à realização dos pré-testes, à definição da população alvo e da amostra, à determinação das variáveis, sua codificação e análise de dados.

O sucesso da investigação depende do investigador, da capacidade de fazer corretamente a recolha de dados utilizando o método apropriado para analisar o objeto de estudo. O método selecionado determina as técnicas a aplicar, por isso, num estudo quantitativo em que é aplicado o inquérito por questionário, o investigador deve estar seguro de que a escolha desse instrumento de recolha de dados é essencial para garantir o pleno sucesso do seu trabalho.

6. REFERENCIAS

- Alexandre, J.W.C., Andrade, D.F., Vasconcelos, A.P., Araujo, M.A.S., Batista, M.J. (2003). Análise do número de categorias da escala de Likert aplicada à gestão pela qualidade total através da teoria da resposta ao item. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto. (1-20). Acesso em 2016. Online http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0201_0741.pdf.
- Aaker, D. A., Kumar, V. e Day, G. S. (2001). Pesquisa de Marketing. Atlas, São Paulo.
- Bruyne, P., et al. (1991). Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais: Os polos da Prática Metodológica. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Francisco Alves.
- Calegare, M. y Silva Junior, N. (2014). Crise do racionalismo moderno e transição paradigmática: uma utopia ecológica? Artigo Científico. Gaia Scientia. Volume 8 (1): 338-350. Acesso 2017. ISSN 1981-1268. Acesso em 2017. Online. URL <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/index>
- Carmo, V. (2013). O uso de questionários em trabalhos científicos. Dep. de Informática e Estatística. Universidade Federal de Santa Catarina. Acesso em 2017. Online. URL http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2013_2/O_uso_de_questionarios_em_trabalhos_cientificos.pdf.
- Carvalho, J. (2002). Metodologia do Trabalho Científico – Saber-Fazer da Investigação para Dissertações e Teses. E. Editora.
- Clason, D.L. y Dormody, T.J. (1994). Analyzing data measured by individual Likert-type items. Journal of Agricultural Education. v. 35, n. 4, p. 54-71, 1994. Acesso em 2017. Online. URL <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.113.2197&rep=rep1&type=pdf>.

- Dabholkar, P. A. (1996). Consumer Evaluations of New Technology-based Self-service Options: An Investigation of Alternative Models of Service Quality. *International Journal of Research in Marketing*, 13(1):29–51. Doi:10.1016/0167- 8116(95)00027-5.
- Saffer, D. (2007). *Designing for Interaction – Creating Smart Applications and Clever Devices*, AIGA / New Riders.
- Dix, A. et al (2004). *Human-Computer Interaction*. Third edition. Pearson/Prentice-Hall. New York.
- Fernandes, T. y Pedroso, R. (2016). The effect of self-checkout quality on customer satisfaction and repatronage in a retail context. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Acesso em 2017. Online URL: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/82349/2/108365.pdf>.
- Gil, A. (1991). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 5ª. Edição, São Paulo: Atlas.
- Hanington, B. y Martin, B. (2012). *Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas and Design Effective Solutions*. Beverly, MA: Rockport Publishers.
- Johnson, B. (2002). In AERA Division D: Measurement and Research Methodology Forum. Online. Southalabama, nov. 19. Acesso em 2016. Online URL: AERA-D@asu.edu.
- Laurel, B., Lunenfeld, P. (2003). *Design Research: Methods and Perspectives*. The MIT Press.
- Martins, A., Queirós, A., Rocha, N., Santos, B. (2013), Avaliação de Usabilidade: Uma Revisão Sistemática da Literatura. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Gestão*. RISTI, N. ° 11, 06/2013, pág. 31-43. Acesso em 2017. Online URL <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rist/n11/n11a04.pdf>.
- Morin, E. (2008). *Ciência com consciência*. 11ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Moreira da Silva, F. (2010). Investigar em design versus investigar pela prática do design – um novo desafio científico, in INGEPRO-Inovação, Gestão e Produção Vol. 2, nº 4.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
- Preece, J. et al (2005). *Human-Computer Interaction*. Harlow, Addison-Wesley. England.
- Silva Junior, S.D. y Costa, F. J. (2014). Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. *PMKT – Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia*, São Paulo, Brasil, v. 15, p. 1-16, out.
- Sousa, J., Baptista, C. (2011). *Como Fazer Investigação, Dissertações, Teses e Relatórios - Segundo Bolonha*. Edições Pactor, Grupo LIDEL, Lisboa.
- Vergara, S.C. (2014). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*, 15ª. Edição, São Paulo: Editora Atlas.
- Wang, C., Harris, J. y Patterson, P. (2012). Customer choice of self-service technology: the roles of situational influences and past experience. *Journal of Service Management*, 23(1), 54-78. Acesso em 2016. Online URL: https://www.researchgate.net/publication/243973360_Customer_choice_of_self-service_technology_The_roles_of_situational_influences_and_past_experience.

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA RELACIÓN NEUROCIENCIA, OLFATO Y DISEÑO.

Esther Campos Serrulla.

Universitat Politècnica de València, España.

escamser@doctor.upv.es.

RESUMEN

Se pretende identificar y concretar una red de coautores, así como organizaciones y países más proactivos, para facilitar, buscar y encontrar, futuras líneas de investigación en la relación existente entre los campos de neurociencia, olfato y diseño. A través del empleo de un análisis bibliométrico, se analizarán 16.731 documentos que se encuentran en las bases de datos de Scopus (Elsevier) y Web of Science (Thomson Reuters), publicados entre 1999 y 2019 a nivel internacional.

Palabras Clave: análisis bibliométrico, diseño, neurociencia, olfato.

ABSTRACT

The main cause of this research is to identify and specify a network of co-authors, as well as more proactive organizations and countries, to facilitate, search and find, future lines of research in the relationship between the fields of neuroscience, smell and design. Through the use of a bibliometric analysis, will be analyze 16,731 documents found in the databases of Scopus (Elsevier) and Web of Science (Thomson Reuters), published between 1999 and 2019 internationally.

Keywords: bibliometric analysis, design, neuroscience, smell.

1. INTRODUCCIÓN

Los aromas se encuentran presentes en todos los entornos en los que nos relacionamos, desde los perfumes delicados que empleamos como complemento, hasta las más burdas esencias que hallamos en las urbes. El olfato se puede diferenciar del resto de los sentidos debido a que al contrario de los demás, es estimulado gracias a las moléculas que se transportan por el aire hasta que son percibidas por las células quimio-receptivas especializadas en su traducción y lectura, entrando en contacto con la región basal central, conocida por albergar el sistema límbico, el cual forma parte de nuestro inconsciente más profundo, asociándose con el control de las emociones. Por ello, aunque no llegue a existir de forma consciente un reconocimiento, el olor se trata del sentido que vincula las experiencias vividas, evocando emociones hasta niveles, en ocasiones, complejos de explicar (Calkin, Robert R. y Jellinek, J. Stephan, 1994).

En los últimos años la neurociencia se ha convertido en una ciencia transversal sirviendo de base a otras disciplinas más cercanas al proceso cognitivo y al comportamiento humano en diferentes áreas que impactan directamente en el comportamiento social de las personas. Influyendo en la evolución de la sociedad misma y en la economía. Diversos estudios de investigación afirman que recordamos el 1% de lo que palpamos, el 2% de lo que oímos, el 5% de lo que vemos, el 15% de lo que degustamos y el 35% de lo que olemos (Universidad Rockefeller, 1999). Estas investigaciones, dieron cabida e impulso al desarrollo del marketing olfativo durante esta última década, explicando su desarrollo e implementación en múltiples empresas como, por ejemplo, Hotel Silken Al-Andalus Palace de Sevilla o Stradivarius del grupo Inditex (Ianni, M, 2010).

A día de hoy hay una mayor evidencia científica, congresos, artículos, debates y postulaciones sobre la relación existente entre la perfumería, el diseño y la neurociencia. Tanto es así, que el fin de esta investigación y su motivación, es conocer el alcance y difusión, así como los materiales publicados, los medios en los que se publica y los autores implicados en las aportaciones de la neurociencia, neuromarketing, olfato y perfumería. Para ello se emplearon técnicas bibliométricas.

2. ESTADO DEL ARTE

La bibliometría, es una técnica que viene siendo empleada de forma muy extensa en el ámbito de la investigación, ya que los análisis bibliométricos consisten en métodos documentales que estudian la forma de crecimiento, tamaño y modo de distribución de los documentos científicos, así como la dinámica que se produce entre ellos, enriqueciendo las investigaciones. (González, Moya & Mateos, 1997)

Desde principios del siglo pasado, se demostró que la literatura científica tiene comportamientos estadísticos regulares. Para la medición de esta actividad científica se vienen empleando los indicadores bibliométricos, basados en el análisis estadístico de datos proporcionados por la literatura científica y técnica. De este modo se consigue cuantificar el crecimiento y la distribución de la bibliografía científica, mejorando así la comunicación, propagación y generación de obras técnico-científicas creadas en el seno de los colectivos investigadores.

Estos indicadores bibliométricos son los parámetros que podrán determinar aspectos como: el crecimiento de cualquier campo de la ciencia, el envejecimiento de los campos científicos, la evolución cronológica de la producción científica, la productividad de los autores o instituciones, la colaboración entre científicos, el impacto de las publicaciones dentro de la comunidad científica internacional o el análisis de las fuentes difusoras, entre otras. Por ello, el desarrollo de indicadores cada vez más fiables es el objetivo principal de la bibliometría. (Sancho, R, 1990)

Las bases de datos documentales suponen una ventaja e importancia en las investigaciones hoy en día (Manterola *et al*, 2014). Las bases de datos son la principal fuente de información utilizada en los estudios bibliométricos. Podemos encontrar entre otras, Web of Science (Thomson Reuters) y Scopus (Elsevier), herramientas que permiten a nivel internacional y con carácter multidisciplinar, el acceso a la literatura científica y tecnológica.

Web of Science es una herramienta útil para la búsqueda y la alerta bibliográfica con gran número de ventajas, aunque de todos son conocidos las limitaciones que presenta, así como sus inconvenientes (Granda-Orive, 2003). En comparación a otras bases de datos y directorios, tiene alertas bibliográficas, así como una mayor facilidad de búsqueda de literatura científica. Además, resulta de gran interés puesto que contiene múltiples documentos de los temas tratados en la investigación presente.

Scopus en cambio es una base de datos fundada por Elsevier en el año 2004. Como ventajas, incluye que está abierta a internet, se puede consultar patentes, dispone de páginas web y enlaces a editores de revistas. Tanto Scopus como Web of Science emplean la variable factor de impacto cuya funcionalidad consiste en cuantificar y medir el alcance o impacto de las publicaciones. Este indicador muestra la visibilidad de las revistas contenidas en la base de datos Scopus desde 1996. (Granda-Orive *et al*, 2013).

3. METODOLOGIA

Se realizará un ejercicio bibliométrico consistente en la identificación de artículos científicos en los cuales haya una relación existente entre neurociencia, diseño y olfato. Estos artículos, se hallarán indexados en las bases de datos Scopus (Elsevier) y Web of Science (Thomson Reuters), muestra que, además, será de carácter internacional y comprenderá desde 1999 hasta el año 2019. Para ello, se emplearán varias fases metodológicas.

En la primera, se elaboraron ecuaciones de búsqueda partiendo de los vocablos clave para que la recogida de datos cumpla con el perfil adecuado. Se buscarán los términos en inglés y en español y se descartarán aquellas ecuaciones de búsqueda cuyos resultados sean menores a 50 recursos.

La tabla 1 muestra las distintas ecuaciones empleadas en los motores de búsqueda, compuestas por las palabras clave, la base de datos empleada para la búsqueda, los términos empleados y los parámetros de búsqueda. Estas ecuaciones se realizaron y emplearon desde el 1 de diciembre de 2019 hasta 10 de diciembre de 2019.

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda.

Ecuación de búsqueda (EB #)	Base de datos	Términos de búsqueda	Parámetros de búsqueda
EB 1	Scopus	Neuroscience, neuromarketing, design, smell	(TITLE-ABS-KEY (<i>neuroscience</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>neuromarketing</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>design</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>smell</i>)) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 2	Scopus	Neuroscience, design, smell	(TITLE-ABS-KEY (<i>neuroscience</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>design</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>smell</i>)) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 3	Scopus	Neuroscience, smell	(TITLE-ABS-KEY (<i>neuroscience</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>smell</i>)) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 4	Scopus	Neuroscience, design	(TITLE-ABS-KEY (<i>neuroscience</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>design</i>)) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 5	Scopus	Smell, design	(TITLE-ABS-KEY (<i>smell</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>design</i>)) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 6	Scopus	Neurociencia, neuromarketing, diseño, olfato	(TITLE-ABS-KEY (<i>neurociencia</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>neuromarketing</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>diseño</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>olfato</i>)) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 7	Scopus	Neurociencia, diseño, olfato	(TITLE-ABS-KEY (<i>neurociencia</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>diseño</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>olfato</i>)) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 8	Scopus	Neurociencia, diseño, olor	(TITLE-ABS-KEY (<i>neurociencia</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>diseño</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>olor</i>)) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 9	Scopus	Neurociencia, olfato	(TITLE-ABS-KEY (<i>neurociencia</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>olfato</i>)) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 10	Scopus	Neurociencia, olor	(TITLE-ABS-KEY (<i>neurociencia</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>olor</i>)) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 11	Scopus	Neurociencia, diseño	(TITLE-ABS-KEY (<i>neurociencia</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>diseño</i>)) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020

EB 12	Scopus	Olor, diseño	(TITLE-ABS-KEY (<i>olor</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>diseño</i>) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 13	Scopus	Olfato, diseño	(TITLE-ABS-KEY (<i>olfato</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>diseño</i>) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 14	Scopus	Perfume, diseño	(TITLE-ABS-KEY (<i>perfume</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>diseño</i>) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 15	Scopus	Perfume, neurociencia	(TITLE-ABS-KEY (<i>perfume</i>) AND TITLE-ABS-KEY (<i>neurociencia</i>) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 16	Web Of Science	Neuroscience, neuromarketing, design, smell	TS= (neuroscience AND neuromarketing AND design AND smell) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 17	Web Of Science	Neuroscience, design, smell	TS= (neuroscience AND design AND smell) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 18	Web Of Science	Neuroscience, smell	TS= (neuroscience AND smell) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 19	Web Of Science	Neuroscience, design	TS= (neuroscience AND design) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 20	Web Of Science	Smell, design	TS= (smell AND design) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 21	Web Of Science	Neurociencia, neuromarketing, diseño, olfato	TS= (neurociencia AND neuromarketing AND diseño AND olfato) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 22	Web Of Science	Neurociencia, diseño, olfato	TS= (neurociencia AND diseño AND olfato) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 23	Web Of Science	Neurociencia, diseño, olor	TS= (neurociencia AND diseño AND olor) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 24	Web Of Science	Neurociencia, olfato	TS= (neurociencia AND olfato) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 25	Web Of Science	Neurociencia, olor	TS= (neurociencia AND olor) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 26	Web Of Science	Neurociencia, diseño	TS= (neurociencia AND diseño) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 27	Web Of Science	Olor, diseño	TS= (olor AND diseño) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 28	Web Of Science	Olfato, diseño	TS= (olfato AND diseño) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
EB 29	Web Of Science	Perfume, diseño	TS= (perfume AND diseño) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020

EB 30	Web Of Science	Perfume, neurociencia	TS= (perfume AND neurociencia) AND PUBYEAR > 1998 AND PUBYEAR < 2020
-------	----------------	-----------------------	---

(Elaboración propia, 2019)

Tras emplear las ecuaciones de búsqueda y almacenar los documentos, se procesa la información por medio de varios softwares. En primer lugar, mediante EndNote, programa de gestión de referencias y recopilación de material científico y de investigación que almacena bibliografías y las clasifica. El cual destaca por su buena organización y usabilidad, y por disponer de una versión local (CORDÓN-GARCÍA, J. *et al*, 2009). Posteriormente con Bibexcel, programa versátil que extrae campos, analiza las frecuencias de términos y construye las relaciones de los términos para generar las matrices y vectores que representan ese tipo de análisis (García-García, A; *et al*, 2015), se emplea con el fin de procesar la información obtenida, simplificarla y de este modo obtener resultados a través de indicadores de comportamientos de las publicaciones relacionadas con el diseño, la neurociencia y el olfato.

Esta información se clasificará por años, autores, instituciones y países cuya actividad se vea reflejada en revistas que publican sobre el tema. Con todo ello, se realizarán gráficos de redes con el software Pajek, para ver con mayor claridad, el espectro y número de artículos, así como la relación existente entre ellos.

4. RESULTADOS

Para poder llevar a cabo el análisis bibliométrico, se escogieron los resultados de la ecuación de búsqueda 3 (EB 3), la ecuación de búsqueda 4 (EB 4), la ecuación de búsqueda 5 (EB 5), la ecuación de búsqueda 18 (EB 18), la ecuación de búsqueda 19 (EB 19) y la ecuación de búsqueda (EB 20) puesto que cuentan con el mayor número de artículos recopilados siendo el menor de los resultados de un total de 264 recursos. La muestra extraída en su totalidad, cuenta con 16.731 documentos.

Para perfeccionar y cribar la muestra obtenida, se emplearon una serie de pautas y reglas que permitirán la recolecta de una muestra de mayor calidad.

En primera instancia, se descargaron directamente de las fuentes Scopus (Elsevier) y Web of Science (Thomson Reuters)) las bibliotecas de archivos con el formato. RIS para su posterior uso en los softwares EndNote y BibExcel.

Estas librerías de datos, obtenidas de las ecuaciones de búsqueda (EB 3, EB 4, EB 5, EB 18, EB 19, EB 20), se introdujeron en el programa EndNote, generando una biblioteca conjunta, formada por la totalidad de ficheros encontrados.

En este software, se llevará a cabo la primera criba de datos, seleccionando que, aquellos documentos que se hallaran duplicados, se eliminarán, para así poder tener acceso a una base bibliográfica depurada y precisa. Por ello, del total anterior de 16.731 documentos obtenidos en primera estancia, resultó tras la depuración a través de los parámetros introducidos en EndNote, un total de 5.116 documentos, de diversa índole: libros, artículos, conferencias, etc.

Realizada esta primera etapa, se exportó el archivo de EndNote a un formato de texto (.txt) para que pudiera ser interpretado por el programa BibExcel. Dicho fichero, una vez abierto en BibExcel, se introdujeron otros parámetros de criba como, que el número de citas o referencias a cada uno de los artículos fuera superior a tres. De este modo se eliminarán los artículos poco relevantes, resultando aquellos más interesantes, referenciados o leídos por la comunidad científica.

Con esta segunda fase, de los 5.116 documentos de la primera submuestra, se obtuvo una segunda de 849 ficheros. Con esta segunda submuestra de documentos, se consigue alcanzar resultados más certeros y

precisos. Gracias a este modelo representativo, se generaron con BibExcel archivos vectoriales con los datos de los 849 archivos, que tras ser tratados, exportados y ejecutados en el software Pajek (Batagelj, V y Mrvar, A, 2018), se realizaron gráficos de redes de coautores entre los distintos documentos, pudiendo así visualizar la red que une todas estas investigaciones.

4.1 RESULTADOS DE LAS ECUACIONES DE BÚSQUEDA

Mediante a los análisis de datos de las propias bases de datos que se hallan en Scopus (Elsevier) y Web of Science (Thomson Reuters), se obtuvieron de las ecuaciones de búsqueda a analizar (EB 3, EB 4, EB 5, EB 18, EB 19, EB 20) los gráficos pertinentes a cada una de ellas, que recogen y agrupan los documentos por tipología, por productividad por años, por autores, instituciones y afiliación por países. (Se tomará de ejemplo la EB 3 para representar los gráficos referidos).

Documents by type

Scopus

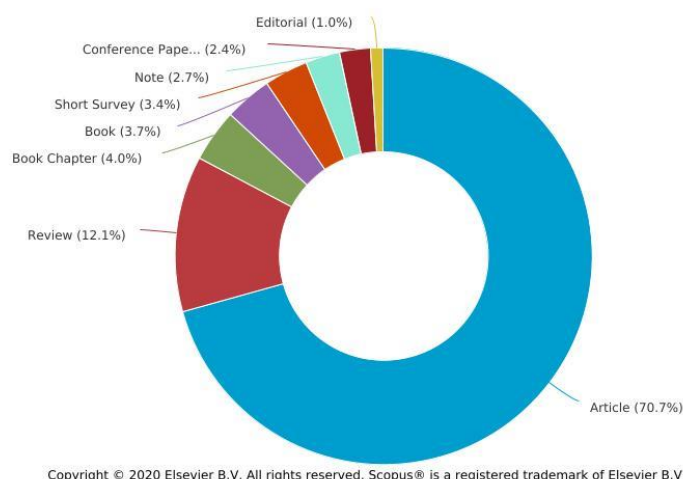


Fig. 1. Tipología de documentos EB 3. Fuente: Scopus Analyze, 2019.

Documents by year

Scopus

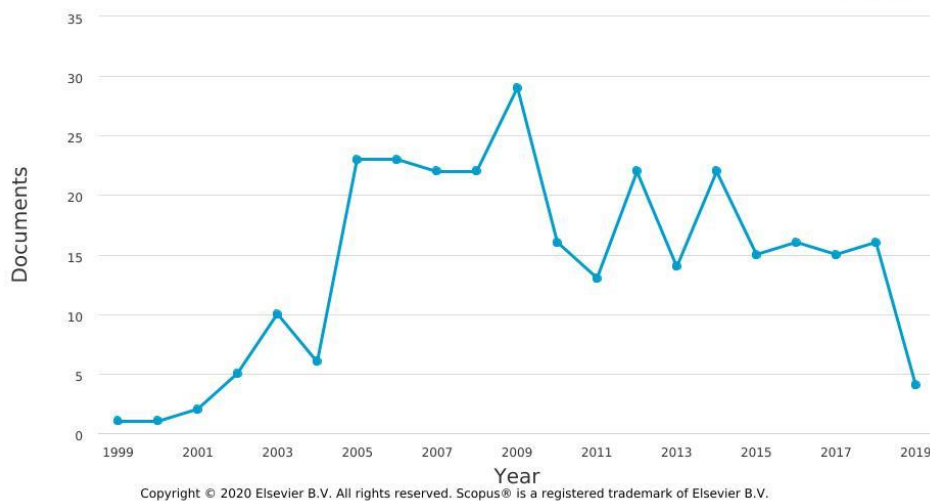


Fig. 2. Productividad por años EB 3. Fuente: Scopus Analyze, 2019.

Documents by author

Compare the document counts for up to 15 authors.

Scopus

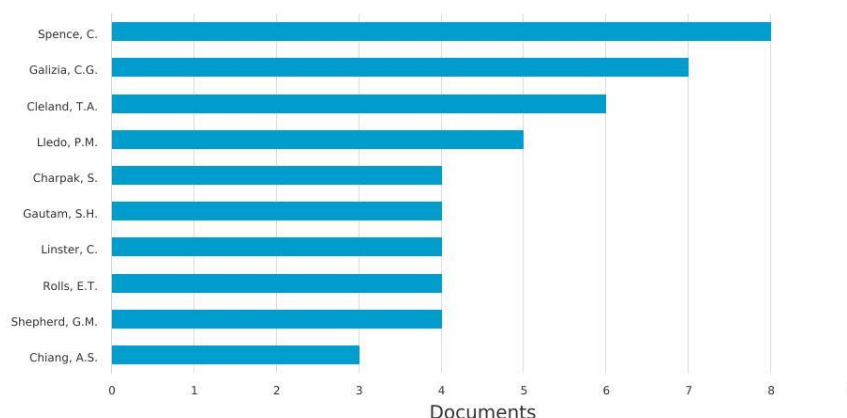


Fig. 3. Productividad por autores EB 3. Fuente: Scopus Analyze, 2019.

Documents by affiliation

Compare the document counts for up to 15 affiliations.

Scopus

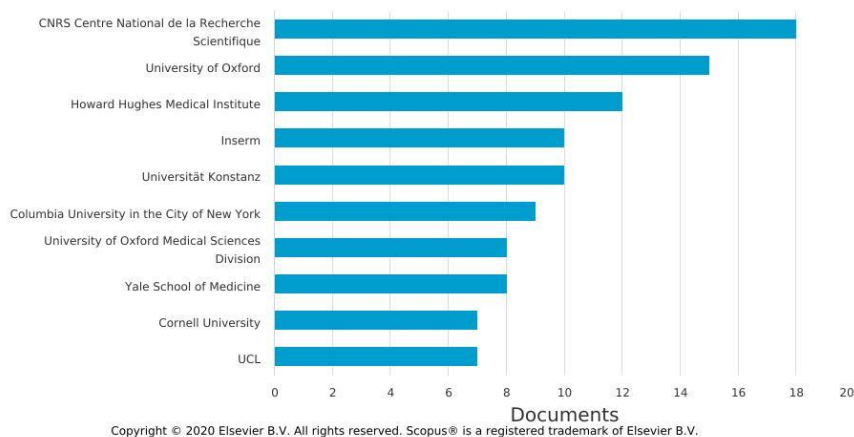


Fig. 4. Productividad por instituciones EB 3. Fuente: Scopus Analyze, 2019.

Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.

Scopus

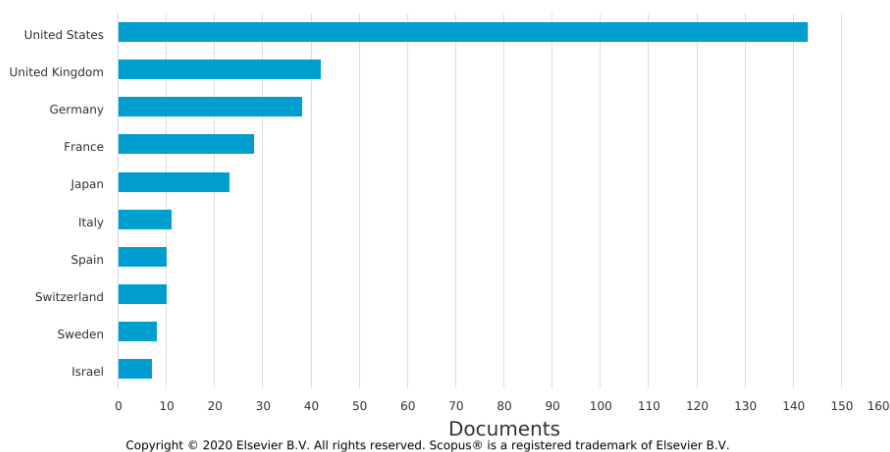


Fig. 5. Productividad por países EB 3. Fuente: Scopus Analyze, 2019.

4.2 TIPOLOGÍA DOCUMENTAL

De los 5.116 documentos analizados con EndNote, un 81,73% de los documentos son artículos publicados en revistas de investigación, seguido de un 11,22% correspondiente a conferencias, un 5,10% de artículos científicos fraccionados y finalmente un 1,95% libros.

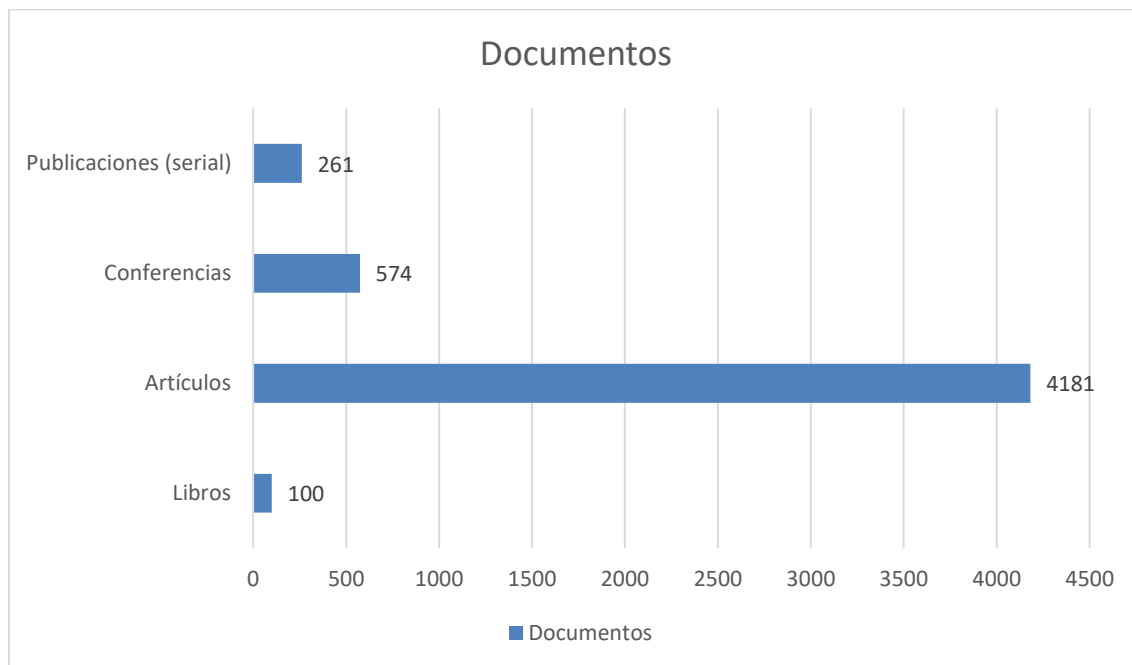


Fig. 6. Tipología de documentos. (Elaboración propia, 2019).

Los datos de la figura 6, comparados con los resultados obtenidos de las ecuaciones de búsqueda (EB 4 y EB 19), que relacionan los campos de la neurociencia y el diseño, se observa que los artículos también predominan como la tipología de archivo principal de estudio, ya que suponen más de la mitad de las fuentes analizadas.

4.3 PRODUCTIVIDAD POR AÑOS

Realizando un gráfico con los documentos obtenidos de las bibliotecas de EndNote, se observa en la figura 7 que desde 1999 hasta el año 2008 las investigaciones con respecto a la relación entre la neurociencia, el olfato y el diseño, crecieron exponencialmente, del 2008 hasta el 2011 disminuyeron, del 2011 hasta el 2018 siguieron en auge y recientemente el pasado 2019 vio reducidas de nuevo estas publicaciones, pasando de las 489 del 2018 a 407 en su totalidad del 2019.



Figura 7. Productividad por años. (Elaboración propia, 2019).

Relacionando estos datos con los resultados obtenidos de las ecuaciones de búsqueda (EB 4 y EB 19), puesto que relacionan los campos de la neurociencia y el diseño, observamos que, coincide la productividad por años con el gráfico anterior.

4.4 PRODUCTIVIDAD POR AUTORES.

Con los datos procesados por EndNote, BibExcel y Pajek, se obtuvo una serie de gráficos que detallan una red de coautorías entre distintos investigadores. Esto explica y fundamenta, que las bases de los artículos de la comunidad científica son un compendio de otras investigaciones que aportan y justifican los desarrollos e investigaciones futuras.

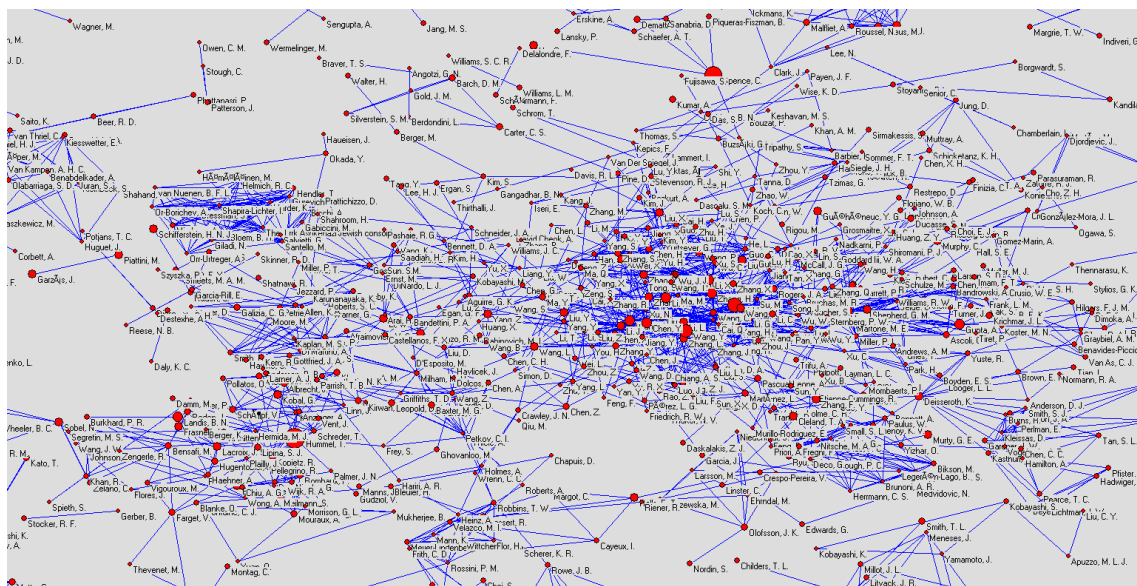


Fig. 8. Red de coautorías. (Elaboración propia, 2019).

Se observa en la figura 8, la red de relaciones existentes entre los 849 ficheros de la segunda submuestra. Estos documentos del gráfico, han sido citados más de tres veces en artículos por la comunidad científica. Así mismo, de los resultados obtenidos de las ecuaciones de búsqueda (EB 4 y EB 19), relacionadas directamente con la neurociencia y el diseño, coincide que los autores más nombrados son: Carter C.S; Menon, D.K; Spence C y Schild, T.

4.5 DOCUMENTOS MÁS CITADOS

Siguiendo el tratamiento de datos con el software Pajek, en el gráfico mostrado en la figura 9, los vértices señalados con puntos rojos, se agrupan por tamaño. Los de mayor envergadura, equivalen a los textos más citados. Mientras que la figura 10, señala una distribución de documentos, agrupándose de izquierda a derecha por los más mencionados y empleados, hasta una dispersión de artículos con un menor peso científico.

Destacan por tanto, con un mayor número de citaciones, los documentos: “Genetic engineering of neural function in transgenic rodents: towards a comprehensive strategy?” de Wells, T. and D. A. Carter (2001), “The Multisensory driver: Implications for ergonomic car interface design” de Ho, C. and C. Spence (2008), “The Neuroscience of Flavor. Multisensory Flavor Perception: From Fundamental Neuroscience Through to the Marketplace” de Spence, C. (2016) y “The multisensory packaging of beverages. Food Packaging: Procedures, Management and Trends” de Spence, C. and B. Piqueras-Fiszman (2012).

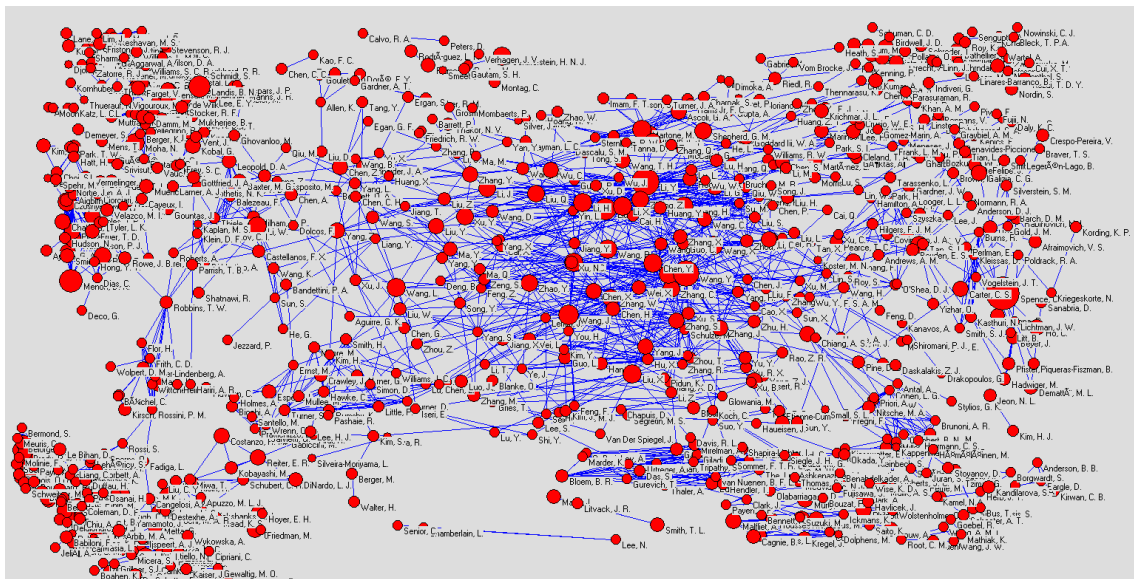


Fig. 9. Red de coautorías. (Elaboración propia, 2019).

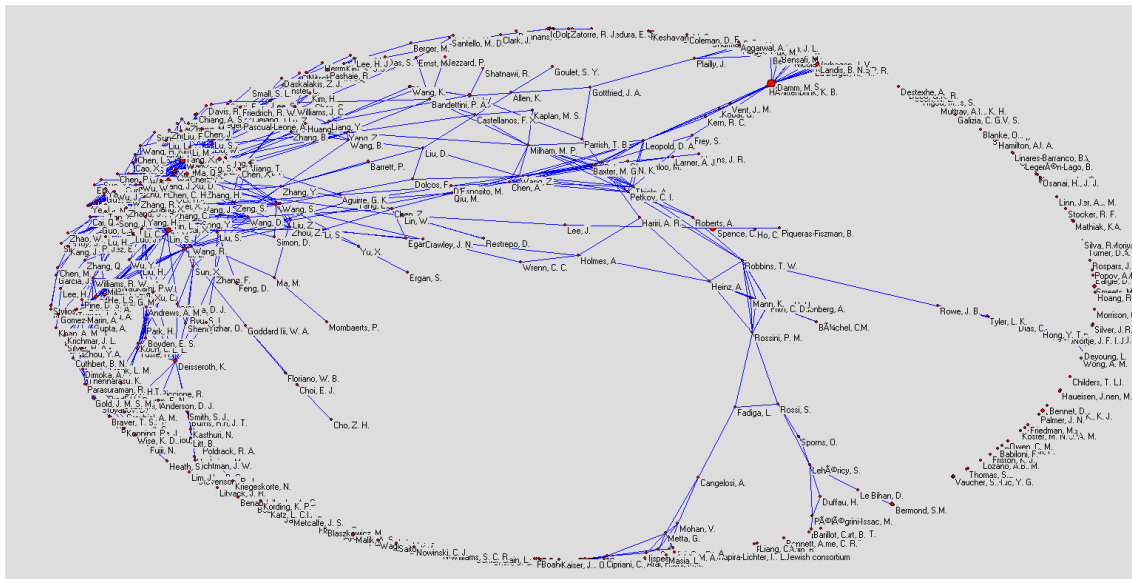


Fig. 10. Documentos más citados. (Elaboración propia, 2019).

4.6 PRODUCTIVIDAD POR INSTITUCIÓN

De los resultados obtenidos de las ecuaciones de búsqueda (EB 4 y EB 19), relacionada directamente con la neurociencia y el diseño, los resultados del análisis de las instituciones más productivas, muestran que las publicaciones relacionadas con el tema de la neurociencia y el diseño, provienen de universidades. Las más productivas fueron: University College de Londres (UCL), University of Oxford, Harvard Medical School y la University of California entre otras.

4.7 AFILIACIÓN POR PAÍSES

De los resultados obtenidos de las ecuaciones de búsqueda (EB 4 y EB 19), relacionada directamente con la neurociencia y el diseño, los resultados del análisis de las publicaciones por países coinciden. En primer lugar Estados Unidos, seguido de Reino Unido y Alemania.

5. CONCLUSIONES

Mediante la realización de un análisis bibliométrico de la relación entre neurociencia, neuromarketing, diseño y olfato, considerando para ello las bases de datos de Scopus (Elsevier) y Web of Science (Thomson Reuters), y los documentos publicados en ellas entre 1999 y 2019 de carácter internacional. Podemos concluir que, la mayoría de las investigaciones y las publicaciones relacionadas con ellas provienen de a partir del año 1999, resultando ser esta temática de estudio e investigación actual.

Tras la utilización de las ecuaciones de búsqueda en las bases de datos, Scopus (Elsevier) y Web of Science (Thomson Reuters), mediante la recopilación de documentos, generando así bibliotecas de datos que posteriormente se analizaron con EndNote, BibExcel y Pajek, se puede concluir por tanto que más de la mitad de los documentos analizados son artículos de investigación. Estas indagaciones, han ido incrementando a lo largo de los años desde 1999 hasta 2010 de forma ininterrumpida. El año 2018 es de

especial interés, debido a que las publicaciones relacionadas tuvieron especial auge, convirtiéndose así en el año con más divulgaciones registradas de la temática tratada.

Estas investigaciones se centran principalmente en universidades como: University College de Londres (UCL), University of Oxford, Harvard Medical School y la University of California, concentrándose pues, en países europeos como Reino Unido y Alemania, o en norte américa, en Estados Unidos.

En cuanto a la productividad y creación de estos documentos, hay autores que destacan por encima de otros como: Carter, C.S; Menon, D.K; Spence, C o Schild, T.

Así mismo los documentos más citados son: “Genetic engineering of neural function in transgenic rodents: towards a comprehensive strategy?” de Wells, T. and D. A. Carter (2001), “The Multisensory driver: Implications for ergonomic car interface design” de Ho, C. and C. Spence (2008), “The Neuroscience of Flavor. Multisensory Flavor Perception: From Fundamental Neuroscience Through to the Marketplace” de Spence, C. (2016) y “The multisensory packaging of beverages. Food Packaging: Procedures, Management and Trends” de Spence, C. and B. Piqueras-Fiszman (2012). Coincidiendo con los autores cuya productividad es mayor, tratando temas del campo de las ingenierías, diseño y neurociencia.

Por último, se trata un tema científico en constante crecimiento, divulgación y expansión, ya que podemos encontrar publicaciones recientes, lo que demuestra que se trata de una temática actual dentro del campo de la ciencia, la tecnología y la investigación. Es por ello que los resultados obtenidos en esta búsqueda bibliométrica, pueden ser de utilidad para distintos investigadores de disciplinas de diversa índole dentro del diseño y la neurociencia.

Como limitante en este estudio bibliométrico, cabe mencionar que no se han podido incluir las indagaciones en cuanto a diseño y neurociencia de empresas del sector, cuyas investigaciones no se recogen e indexan en bases de datos bibliográficas científicas, pero que, si se pueden hallar en otro tipo de plataformas tipo web, centros de investigación, plataformas online, etc. Y dicho lo cual, no se tiene la capacidad de analizar toda la información referida disponible, reduciendo así la capacidad de aportar a este análisis bibliométrico de forma significativa, avances en el campo de estudio referido.

6. REFERENCIAS

- Batagelj, V. & Mrvar, A. (2018). “Exploratory Social Networkr Analysis with Pajek: Revised and Expanded Edition for Updated Software.” Cambridge University Press. ISBN: 978-1-108-47414-6.
- Calkin, R. R. & Jellinek, J. S. (1994). La perfumería: práctica y principios. Editorial Acribia. ISBN: 84-200-0800-1.
- Cordón-García, J.; Martín-Rodero, H; Alonso-Arévalo, J. (2009) “Gestores de referencias de última generación: análisis comparativo de RefWorks, EndNote web y Zotero”. En “*El profesional de la información*”, 2009, julio-agosto, Vol. 18, nº. 4, p. 445-454.
- García, A; Pardo, A; Ferrer, A; Peset, F; González, L. (2015). “Herramientas de análisis de datos bibliográficos y construcción de mapas de conocimiento: BibExcel y Pajek.” En “*BiD: textos universitarios de biblioteconomía i documentació*”. 2015, junio, nº 34.
- Granda Orive, J. I. (2003). “Algunas reflexiones y consideraciones sobre el factor de impacto.” En “*Archivos de Bronconeumología*”. 2003. vol. 39, p. 409-417.
- Granda Orive, J. I.; Alonso-Arroyo, A.; García-Río, F.; Solano-Reina, S.; Jiménez-Ruíz, C. A. & Aleixandre-Benavent, R. (2013) “Ciertas ventajas de Scopus sobre Web of Science en un análisis

- bibliométrico sobre tabaquismo”. *Revista Española de Documentación Científica*. 2013, Vol 36, nº 2, p 1-9.
- González, J; Moya, M; Mateos, M. A. (1997). “Indicadores bibliométricos: Características y limitaciones en el análisis de la actividad científica.” En “*Anales Españoles de Pedriatría*”. 1997. Vol 47, nº 3, p 235–244.
- González, J; Moya, M. (1995). “Estudio bibliométrico de «Anales Españoles de Pediatría» (Década 1984-1993) I: Análisis de los artículos publicados.” En “*Anales Españoles de Pedriatría*”. 1995; Vol 42, p 2-10.
- González, J; Moya, M. (1995). “Estudio bibliométrico de «Anales Españoles de Pediatría» (Década 1984-1993) II: Análisis de las referencias bibliográficas.” En “*Anales Españoles de Pedriatría*”. 1995; Vol 42, p 11-18.
- Iannini, M. (2010). “Marketing olfativo un valor diferencial” en “MK Marketing + Ventas”. 2010. Nº 253, p. 58-64.
- Manterola, C.; Otzen, T. & Calo, L. (2014) “Electronic resources for searching health scientific information. Database publication type.” en *Int. J. Morphol.*, 2014. Vol 32, nº 4, p 1484-1491.
- Matovelle, R; Galarraga, S; Lexuona, M; Hernandis, B. (2019) “Un análisis bibliométrico de la relación diseño e innovación (2000-2017)” en “*Espacios*”. 2019, Vol. 40, nº 22, p 5.
- Sancho, R. (1990). “Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica.” en “. *Revista Española de Documentación Científica*. 1990. Vol 13, nº 3-4, p 842-865.

DISEÑO DE PRODUCTOS, A PARTIR DE VALORES CULTURALES Y DEMANDAS DEL MERCADO DE LA ARTESANÍA EN VENEZUELA. CASO DE ESTUDIO: PRODUCTOS DE CERÁMICA.

Keyla Daniela Torres Pabón

Universidad de Los Andes, Colombia.

keyla.torres@gmail.com

RESUMEN

A fin de indagar las posibilidades de diseño y desarrollo de productos artesanales, se ha realizado una búsqueda general acerca de la Artesanía en Venezuela y una específica en el Estado Mérida, en donde destaca la alfarería (material cerámico) como sector característico de fabricación. De ahí se tomaron los denominados “objetos utilitarios” (cerámica), para realizar el estudio de tipo “Causal”, que regido por la metodología sistémica; que permitió limitar el área del levantamiento de mercado a la población de compradores (turistas) que visitan el Estado Mérida, específicamente en el “Mercado Principal”, ubicado en el Municipio Libertador; para conocer las características de consumo de los mismos. Una vez realizado el estudio, se develaron valores que los consumidores aspiran encontrar en los objetos utilitarios y artesanales de cerámica; a partir de lo cual se plantearon lineamientos generales de diseño, con los cuales la artesanía se enriquecerá y proyectará con un lenguaje propio.

Palabras Clave: Diseño, Producto Artesanal-Cultural, Mercado Venezolano, Cerámica.

ABSTRAC

In order to research the possibilities of development and design of artisan products, a general search has been done in regards to Arts and Crafts in Venezuela, and a specific search in the state of Merida, where Pottery (ceramic material) stands out as a distinctive manufacturing sector. From there, so called "utilitarian objects" (ceramics) were singled out to carry out a "Causal" study under a systemic methodology which allowed the delimitation of the market area to the buyer population (tourists) which visit the state of Merida, specifically in the main market ("Mercado Principal") which is located in the Libertador municipality; to know the consumption characteristics of such buyers. Once the study was done, the values that consumers wish to encounter in utilitarian objects and artisan ceramics were revealed, from those values, general design guidelines were proposed which will enrich and project arts and crafts with a language of its own.

Keywords: design, Product Artisan-Cultural, Venezuelan Market, ceramics.

1. INTRODUCCIÓN

La actividad artesanal en Venezuela se encuentra en letargo, como consecuencia de la baja pro-actividad en cuanto a la comercialización e innovación, la desmotivación por parte de los artesanos en continuar laborando en el área y el acelerado crecimiento del mercado, han traído como consecuencia la pérdida progresiva de los valores culturales plasmados en la artesanía tradicional; por lo que se consideró de vital importancia encontrar o plantear una estrategia o alianza entre la artesanía y el diseño, que ofrezca múltiples beneficios, por un lado para el sector artesanal con la renovación que les garantizará la permanencia en el tiempo, para los comerciantes con la obtención de una mayor calidad-oferta y finalmente a los compradores, que cada vez son más exigentes con sus demandas en este sector.

Se ha realizado una revisión de las artesanías más características del Estado Mérida, de la cual se deduce que estas son: la tejeduría, la carpintería, la alfarería o cerámica, siendo esta última la más destacada a nivel de producción y ventas, razón por la cual será el eje central de la investigación de mercado, con el objetivo de determinar características de consumo de los compradores (turistas) de objetos artesanales (objetos utilitarios) en el Estado Mérida, que sirvan de base o lineamientos para el diseño y desarrollo productos artesanales de con valor cultural.

Para alcanzar este planteamiento se organizó un esquema metodológico basado en la sistémica, propuesto en tres partes a saber. Primera: la recopilación, organización y análisis de la Información. Segunda: estudio de campo definida por el levantamiento y definición del mercado, seguida de la evaluación y análisis de resultados. Tercera: síntesis y la elaboración de conclusiones y/o lineamientos de diseño; pretendiendo con todo ello aportar información de diseño que permita, proyectar, diseñar y desarrollar productos artesanales con valor cultural, adecuados a las demandas del público objetivo proveniente del Sector turístico.

2. ESTADO DEL ARTE

En los últimos años del siglo XX, la cultura, la identidad, el turismo y el desarrollo han sido grandes temas de reflexión y debate, impulsando a las Naciones Unidas y su organismo de cultura - UNESCO, a declarar el Decenio Mundial para el Desarrollo Cultural (de 1988 a 1997); destacando que la Diversidad Cultural es el más rico tesoro y elemento vital para el desarrollo de la humanidad (Puig, 2010), haciendo hincapié en lo referido al turismo, pues este es de las actividades que generan un mayor y más productivo intercambio cultural, mestizaje entre pueblos o conocimiento mutuo, donde los actores principales son el visitante y los anfitriones.

Como bien lo define la Organización Mundial del Turismo, este se define como: “Las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período consecutivo inferior a un año y mayor a un día, con fines de ocio, negocios u otros motivos”. En el contexto de la globalización y expansión creciente existe paradójicamente, una búsqueda de calidad, identidad y originalidad, por lo que no sorprende ver al turismo pasar de las tres S (Sea, Sex and Sun = mar, sexo, sol) a las tres E (Entertainment, Excitement, Education = entretenimiento, emoción, educación), el cual dirige su motivación tanto al descubrimiento de la naturaleza, como a las manifestaciones tangibles (monumentos) o intangibles (artes, espectáculos y artesanía) del patrimonio cultural de una sociedad (Vencatachellum, 2002), por ello es importante conocer los elementos de la Industria Turística que han permitido el cambio:

- A. Productos turísticos o conjunto de elementos tangibles e intangibles, bienes y servicios relacionados con la actividad turística.

B. Las industrias culturales son “actividades de producción y comercialización impregnadas de identidad, que tienen como materia prima la creación” (Puig, 2010), donde el valor simbólico es de mayor relevancia que su utilidad como bienes materiales.

Dentro de las industrias culturales, se encuentran dos componentes fundamentales, por un lado está el turismo cultural que es "Aquel viaje motivado por conocer, comprender y disfrutar el conjunto de rasgos o elementos distintivos (espirituales, materiales, intelectuales y afectivos) que caracterizan a una sociedad o grupo social de un destino específico" (SECTUR-CESTUR, 2002) y por otro lado está la artesanía que es “la habilidad, destreza, creatividad y calidad, características de la actividad productiva donde el factor humano, la cultura, la tradición y las fuentes ancestrales son predominantes en el proceso; imprimiéndole al resultado final un valor diferencial de identidad (SECTUR-CESTUR, 2002).

A partir de lo planteado anteriormente se evidencia que la industria turística, resulta de gran importancia en la actualidad para el desarrollo y regeneración de la artesanía, puesto que los beneficios que puede reportar este binomio a la economía son invaluable y en un país como Venezuela donde la artesanía es parte de la herencia ancestral vale la pena tomarla en cuenta para el desarrollo.

2.1 INDUSTRIA TURÍSTICA EN VENEZUELA

Siendo Venezuela un país con grandes riquezas naturales, minerales, culturales, entre otras; se considera que la Industria turística es una fuente de ingresos importante para el comercio local, según datos del Banco central y el Ministerio del Turismo en Venezuela, por ello es fundamental entender y demostrar que los Objetos producidos en el sector artesanal no son un evento ordinario, ni fortuito, estos están enmarcados en una industria que tiene un movimiento económico importante y que vale la pena aprovecharlo para explotar el carácter propio de estos objetos rebosantes de identidad y aumentar la producción nacional.

En el Estado Mérida la artesanía es una de las tradiciones más variada, antigua y representativa, conserva prácticas en las que aún se conservan el uso de materiales y técnicas propias de los ancestros, aunque han sufrido transformaciones importantes, dejando de producir objetos utilitarios, rituales y decorativos con carácter de culto, ya que han sido influenciadas por la sociedad y el mercado de los suvenires donde la miniaturización de las piezas tradicionales ha ganado terreno.

2.2 ARTESANÍA

Al igual que con los términos tradición, cultura, auténtico o artístico; con el término “Artesanía”, han coexistido infinidad de ideas, producto de la complejidad de la actividad. Existen varias definiciones e ideas que se transfieren a los objetos artesanales, el destino de los mismos, su naturaleza cambiante y los diversos significados que posee dependiendo del área en la que se estudie, sea esta: económica, social o cultural, entre otras. Sin embargo, en las diferentes definiciones revisadas se pueden encontrar elementos comunes, los cuales servirán como referencia conceptual para el desarrollo de la investigación:

- Arte, Habilidad, destreza, creación, belleza y calidad.
- Gentilicio = denota el origen de las personas o cosas, respetando el medio ambiente que la sustenta.
- Actividad económica productiva, donde la intervención y el control humano es un factor predominante (esfuerzo físico y mental), el desarrollo es a mano o con la ayuda de herramientas manuales o incluso de medios mecánicos, sin limitarse a un número de reproducciones.

- Su función es la de satisfacer las necesidades, sintetizando la cultura material y la memoria colectiva (Sabiduría, creencias, expresión) de los pueblos, lo que brinda un valor diferencial o sello que preserva y desarrolla la identidad de cada localidad (utilitarias, estéticas, artísticas, decorativas, funcionales, tradicionales, simbólicas y significativas religiosa y socialmente).

2.3 ARTESANÍA EN VENEZUELA

En Venezuela las artesanías reconocidas por su tradición son: la Cestería (tejido de fibras duras), la tejeduría (implica la extracción, lavado y secado de fibras bien sean blandas, duras o flexibles, para entrecruzarlas y anudarlas a mano, con agujas o en telares y bastidores) (Fundación Bigott y El Nacional, 1998), la carpintería y talla de madera (transformación de la madera cortada a machete o cuchillos en la estación de menguante) (Aretz, 1967), la talabartería (trabajo del cuero crudo o curtido), transformación de cachos de ganado, conchas de coco y totumas o taparas en la fabricación de objetos diversos; y la alfarería (trabajo con diferentes tipos de tierra y sin aditivos químicos).

En el caso específico del área de estudio que es la alfarería de Venezuela, esta práctica abarca diversas zonas del territorio nacional (Flacón, Margarita, Lara, Mérida, entre otras) en donde se elaboran diversos objetos sean estos utilitarios, rituales o suntuarios, que aún hoy en día continúan cumpliendo funciones importantes en la vida cotidiana, así como lo hicieron con destreza natural los alfareros aborígenes que fabricaron lo necesario para cubrir sus necesidades objetuales (desde utilitarios hasta estatuillas de culto) con gran precisión, carácter formal y funcional, tal como lo demuestran los hallazgos arqueológicos los cuales dan fe de un gran dominio de técnicas de modelado del barro, cosa que en la actualidad ha cambiado considerablemente, pues la mayoría de los productos de la alfarería tradicional han perdido su cualidad de utilitarios en el entorno urbano, para tener un rol más ornamental.

En la ciudad de Mérida existen varios centros alfareros o loceros, entre los que destacan la localidad de Los Guáimaros, Aguas Calientes y Pueblo Nuevo del Sur, donde el acceso a las materias primas y su clima seco, favorecen y facilitan la producción de objetos cuyas configuraciones han permanecido inalterables durante décadas, por lo que se considera que estos derivan directamente de la tradición utilitaria aborígen, ya que se conservan aún costumbres al momento de realizar las quemadas u horneado de las piezas que involucran creencias mágico-religiosas, por ejemplo, la influencia de la Luna en el éxito del nacimiento o sinterización de las piezas por acción del fuego.

2.4 OBJETOS UTILITARIOS, DISEÑO Y ARTESANÍA

De la tradición artesanal de la cerámica, son los objetos utilitarios los más cercanos al campo del Diseño industrial, a partir de los cuales se indagará acerca de las características de consumo de los compradores (turistas) de objetos utilitarios artesanales de cerámica en el Estado Mérida, considerando que existe una tendencia en el mercado global a la valorización de este tipo de objetos, por sus capacidades y cualidades local, tradicional y cultural, logrando su posicionamiento en un mercado de alto valor (cultural y económico) gracias a la diferenciación.

En la actualidad se están gestando nuevos productos a partir de alianzas entre diseñadores, artesanos y pequeños empresarios que producen y comercializan objetos utilitarios artesanales, aprovechando los valores simbólicos, culturales, étnicos, sociales y económicos de cada localidad para reinterpretarlos, exaltarlos y materializarlos y así dar respuesta a necesidades y cualidades diferenciadoras que exigen los compradores (turistas), quienes en más del 90% de las ocasiones en que visitan determinado territorio,

adquieren productos manufacturados o artesanales, que a su entender representan la producción manual y auténtica de la población; obteniendo beneficios colectivos como lo son: potenciar y fortalecer el desarrollo de productos artesanales, aumentar la calidad y el diseño, desarrollar estrategias de mercadeo para estos productos auténticos, generar de fuentes de trabajo, revalorizar la calidez de las raíces artesanales (Diferenciación con sentimiento), con lo cual se puede lograr el apalancamiento en diferentes mercados, estabilizar la economía del sector convirtiéndolo en un potencial motor de desarrollo transversal de la industria turística en cualquier sociedad (9° Seminario iberoamericano de cooperación en artesanía, 2004), sin que esto implique una transformación brusca; los efectos pueden ser diversos y dependerán de la fortaleza de la cultura y estructura social. Algunas comunidades y pueblos han demostrado gran flexibilidad para readaptarse a las exigencias de un mercado en expansión, creando una nueva dinámica económica.

Como consecuencia de las exigencias del mercado y el contexto en desarrollo, un producto artesanal debe tener presente cualidades como la calidad, autenticidad y la garantía (producción artesanal y de origen) (Rivas, 2008); sin escatimar en que esto pueda influir en el precio final, ya que es importante concientizar al mercado y los productores, para que este oficio perdure y sea rentable, de no ser así terminaría desapareciendo en el tiempo.

3. METODOLOGIA

El estudio se basa en las características de consumo y no las características físicas específicas de los objetos comprados, buscando una base de datos de los intereses y valores que se encuentran en los objetos artesanales, para posteriormente ser plasmados como lineamientos de diseño. Es por ello que se trabajarán elementos del área del Marketing, a través de la metodología sistémica y una investigación de tipo “Causal”, permitiendo explicar las relaciones entre las diferentes variables del problema detectado, identificando las fortalezas y debilidades del “¿Por qué?” y el “¿Cómo?” de las preferencias de los consumidores, estableciendo un orden de trabajo cíclico, dejando libertad de regresar o avanzar a cualquiera de los niveles dependiendo del desarrollo y progreso de la investigación

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los compradores (turistas) buscan objetos artesanales de cerámica hechos en el Estado Mérida para adquirirlos como souvenirs o materialización de la visita y experiencia vivida durante su viaje, lo cual es una oportunidad de comercialización de las artesanías tradicionales. Sin embargo, la variedad en la oferta existente en el mercado local es cada vez menor, debido a que los objetos son originarios de otras regiones o países y no presentan características culturales y/o simbólicas de los objetos artesanales locales.

3.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

De acuerdo a los datos estadísticos oficiales tomados de la Corporación Merideña de Turismo (CORMETUR) sobre la “Afluencia de Turistas”, donde se expresa que 767.913 personas es el promedio anual de turistas que han visitado el Estado Mérida desde el año 2000 al 2010; a efectos de hacer manejable la información, se decidió considerar solo a los turistas que ingresan al Municipio más visitado (desde el 2007 al 2009) que es el Libertador con un 54.50% (CORMETUR, 2007-2009) para el cálculo de la muestra, el cual se realizó con la fórmula que permite determinar el tamaño de la muestra (Rodríguez, 2011), donde se establece que para obtener resultados representativos, válidos y confiables es indispensable “Determinar

el nivel de confianza (Z) con que se desea trabajar” donde $z = 1.96$ para un 95% de confianza o $z = 1.65$ para el 90% de confianza.

3.3 DEFINICIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO

Fue definido realizando un testeo a turistas y personas de la localidad, acerca de cuáles son los lugares o comercios en los que adquirirían objetos artesanales y posteriormente se cotejaron con las estadísticas de la Corporación Merideña de Turismo (CORMETUR).

4. RESULTADOS

4.1 OBSERVACIÓN DE CAMPO

Se dilucidaron las categorías de objetos artesanales de cerámica que se ofertan en el mercado artesanal del Estado Mérida, dejando claro que un alto porcentaje de la oferta está en la categoría de utilitarios. Además, se conoció que la producción local no prevalece sobre la nacional e internacional, ya que los comerciantes no son productores.

4.2 ENTREVISTAS A LOS HACEDORES (ARTESANOS)

De acuerdo a los artesanos entrevistados, el oficio de la artesanía tradicional de cerámica propia del Estado Mérida se encuentra en una situación compleja, ya que a pesar de que las piezas de estos personajes son demandas tanto a nivel local, nacional e internacional, ellos no tienen la capacidad productiva para comercializarlas en establecimiento más allá del lugar donde producen, por lo que sus objetos son contratados por encargo y así garantizar que les pagarán de acuerdo al valor de su trabajo.

Consideran que los objetos que producen poseen valores que atraen al turista-comprador, algunos de ellos son: uso de materiales (sin aditivos químicos), técnicas (producción y quema) y configuración tradicional propios de la localidad, por último y quizás lo más relevante la huella del hacedor impresa en las piezas, siendo cada una de ellas únicas.

4.3 ENTREVISTA A COMERCIANTE

Fue complicado entrevistar a los comerciantes puesto que de alguna manera estos se sentían amenazados, pues lo que ofertan como artesanía tradicional del Estado Mérida no es producido en la localidad sino en otras zonas alfareras del país, quitando esto el valor de identidad que los compradores buscan; interesados en conocer ese lado de la cadena comercial, se pudo conocer las razones de esta situación, de allí que los comerciantes aleguen que las piezas no se compran en la localidad por dos factores fundamentales, uno es el alto precio y el otro es la poca variedad de productos (texturas, decoraciones, etc.) que estos ofrecen.

Una vez finalizadas las entrevistas y cotejados los datos recabados, se pudo observar que los actores involucrados (artesanos y comerciantes) en la cadena comercial de los objetos artesanales de cerámica están claros en que uno no cumple con los requisitos o demandas económicas del otro, ocurriendo una ruptura en la cadena de mercado de artesanía tradicional del Estado Mérida por la incompatibilidad de los mismos, limitando su alcance y/o proyección.

Lineamientos generales de diseño para el desarrollo productos artesanales utilitarios de cerámica con valor cultural

En la actualidad el mercado de la artesanía en general presenta un movimiento acelerado, con lo que el sector artesanal del Estado Mérida deberá valerse de que este tipo de productos turísticos, explotando sus potencialidades y gestionando alianzas que les permitan resaltar, competir, encontrar las vías más efectivas para activarse, conquistando este nicho de mercado potencial con lo que se apertura nuevas vías de desarrollo, mejorar el movimiento económico y la vinculación del binomio hacedores-comerciantes, por lo tanto se enfatizó el estudio en los objetos utilitarios los cuales son área de trabajo del diseño industrial y característico de la artesanía tradicional.

5. CONCLUSIONES

A partir la investigación realizada, del análisis y discusión de los resultados obtenidos del levantamiento de mercado, se han determinado las conclusiones que dan paso a la definición de las características de consumo del mercado objetivo. Igualmente se da por alcanzado el objetivo general de la investigación.

Los objetos artesanales de cerámica encuentran un nicho potencial en el sector turístico, por ello se deben hacer binomios económicos que permitan reposicionarlos, ofreciendo calidad (peso-durabilidad), reinterpretando valores tradicionales, culturales o simbólicos y elementos diferenciadores de la localidad; tomándolos para impulsar la compra tales como: imagen (gráfica, publicitaria, de ambientación, empaques, entre otros), filosofía, empaques que garanticen protección y brinden la posibilidad de obsequiar el objeto sin que este requiera de una envoltura adicional. Adicionalmente deben cumplir eficientemente la función, ser desarrollados como proyectos y no como producto de la casualidad, para así garantizar el éxito en el mercado.

- Características de consumo de los compradores (turistas)
- Consumen objetos artesanales de cerámica.
- El entorno y ambiente en el que se comercializan los objetos artesanales de cerámica (utilitario), generan una conexión de los objetos y lo que estos representan (valores culturales y tradicionales, productos únicos, producción manual-artesanal).
- Los objetos artesanales de cerámica, más consumidos en el Mercado Principal de la ciudad de Mérida son: Tazas de café (juegos de 4 y 6 unidades), Platos (llanos y hondos), Cafeteras o coladoras de café. Estos tienen principalmente dos fines uno es de consumo personal sea decorativo o utilitario y como obsequio o souvenirs para terceros.
- El valor económico de los objetos utilitarios de cerámica no es una limitante, siempre y cuando el valor de cambio lo justifique.
- La diferenciación debe ser evidente entre lo que se oferte y los objetos ofertados actualmente en el mercado.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Puig, S. (2010). Cultura, turismo y artesanía. Extraído de: <http://www.yorku.ca/hdrnet/images/uploaded/Cultura,%20Turismo%20Ficha%2017.pdf>.
- Vencatachellum, I. (2002). UNESCO: Artesanía y turismo. Extraído de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001362/136238s.pdf> > Pág. 39-40.
- SECTUR-CESTUR. (2002). Estudio Estratégico de Viabilidad de Turismo Cultural. Extraído de: http://www.sectur.gob.mx/es/sectur/sect_Turismo_Cultural_y_de_Salud.
- Fundación Bigott y El Nacional. (1998). Atlas de Tradiciones Venezolanas. Caracas: C.A Editora El Nacional.
- Aretz, I. (1967). La artesanía folklórica de Venezuela. Caracas: Concejo Municipal de Caracas: Gobernación del Distrito Federal y El Consejo Bancario Nacional.
- 9º Seminario iberoamericano de cooperación en artesanía. (2004). La artesanía como instrumento de erradicación de la pobreza. Extraído de: http://fundacionaideca.com/Doc/9_seminario.pdf.
- Rivas de Benito, R. (2008). La artesanía como activo fundamental de las actividades turísticas. Extraído de: http://fundacionaideca.com/Doc/Ponencia_Rafael_Rivas.pdf.
- Perfil del Turista del Estado Mérida según la Corporación Merideña de Turismo (CORMETUR). (2007-2009). Mérida-Venezuela.
- Rodríguez, S. (2011). Cómo Determinar el Tamaño de una Muestra aplicada a la investigación Archivística. Extraído de: <http://www.bibliomaster.com/pdf/3482.pdf>.

PROSPECTIVAS DEL PAVIMENTO TÁCTIL URBANO Y SU ACCESIBILIDAD UNIVERSAL

Fernando Sánchez Mercader

Universitat Politècnica de València, España.
fersanm4@doctor.upv.es

Francisco Javier Martínez Cortijo

Universitat Politècnica de València, España.
jamarcor@agf.upv.es

Bernabé Hernandis Ortuño

Universitat Politècnica de València, España.
bhernand@upv.es

RESUMEN

Si bien hay distintas investigaciones sobre pavimentos especiales para invidentes, se echa en falta artículos que comparen, analicen y compilen las diferentes investigaciones en este campo y de ahí el porqué de este artículo. Los usuarios objeto de estudio son las personas invidentes, pero también el resto de los usuarios ya que se pretende que este tipo de pavimento no perjudique a la movilidad. Las variables que definen un óptimo diseño del pavimento táctil son, entre otras, la rugosidad de las superficies y su percepción, asimismo es importante la adecuada adherencia que repercute en el factor de seguridad, tal como se aprecia en los distintos estudios al respecto. Además, se consideran las diferencias existentes en cuanto a normativa de diferentes países de diversos continentes. Con esta revisión de investigaciones anteriores, se detectan diferencias de forma, color, materiales, dimensiones y otras características geométricas tanto en el entorno urbano como en sus normas. De todos es sabido las implicaciones que dichas variables asocian a la señalética del pavimento y su interpretación. En los experimentos se testean factores ergonómicos y cognitivos tales como la percepción, memorización y detección del entorno conocido como también la adaptación a nuevos contextos. En otros artículos se analizaron también aquellos problemas que sufren los usuarios cuando transitan por el pavimento táctil. En una primera fase se han considerado las variables físicas inherentes al pavimento, en una segunda, se analizan investigaciones con elementos que ya permiten el procesado digital: sensores, software, hardware. Estos dispositivos se integran en el usuario y/o en el pavimento o entorno urbano. Así se introduce en el concepto de *Smart city*, el internet de las cosas, *Big Data* y redes *Wifi* y *5G*, permitiendo la recepción y emisión de información en tiempo real por medio de un teléfono inteligente, el reconocimiento urbano a través de la cámara para la interpretación y gestión de las imágenes captadas. Como conclusión se extrae que la movilidad se hace más eficiente y se reduce el riesgo de caídas y accidentes. Se consideran dichos criterios y se tiende a la universalización y estandarización de los diseños optimizados.

Palabras Clave: Pavimento táctil, Smart city, discapacidad visual, ergonomía

ABSTRACT

There is a variety of research into specialized pavements for the blind, yet there is a lack of articles to compare, analyze and compile the different research in this field and consequently, the reason for this paper. The intended audience of the outcome of this study of specialized pavement is for the visually impaired, to improve mobility. The variables that define an optimal tactile pavement design incorporate the texture of the surface to aide perception, as well as adequate adherence that improves safety features, demonstrated in various studies in accommodating the blind. In addition, the existing regulations and terminology, that vary from different countries and continents are considered. The review and consideration of previous studies include the differences of materials, form, color, scale and other dimensional characteristics in urban planning. The implications and interpretation of the variables associated with pavement signage are well established. In the experiments, ergonomic and cognitive factors such as perception, memorization and detection of the environment are known as adaptation of new contexts are tested. Other papers may also analyze the limitations challenging the blind while traveling tactile pavement. In the first phase, the physical variables inherent to the pavement have been assessed, in the second phase, studies are analyzed with elements that already allow digital processing sensors, software, hardware. These devices are integrated for the user and/or in the pavement, in an urban environment. This introduces the concept of “Smart City”, the Internet of Things, Big Data and Wifi and 5G networks. Utilizing the reception and emission of information in real time by means of a smart phone. Through the camera for the interpretation and management of the captured urban images. In conclusion, mobility becomes more efficient and the risk of falls and accidents are reduced. These criteria are observed and there is a tendency towards universalization and standardization of optimized designs.

Keywords: Pavement tactile, Smart city, Blind people, Ergonomics

1. INTRODUCCIÓN

El pavimento táctil presenta múltiples normativas y falta de uniformidad global, se parte de la premisa que un pavimento táctil debe ser de fácil identificación para una persona invidente que utilice el bastón, en ocasiones puede implicar problemas de movilidad por incomodidad e incluso riesgo de caídas y accidentes para otros usuarios. Las diferencias en normalización entre países, también incluso a nivel de regiones y en ciudades dentro de un mismo territorio, barrios y dentro de una misma calle. Por ejemplo, en Berlín la baldosa tipo botón indica la dirección a seguir y la acanalada indica parada/peligro, es decir lo contrario que en España. Esta contradicción en la información confunde y da lugar al equívoco a los usuarios invidentes, y por tanto generan situaciones de peligro tal como sucede entre Berlín y Valencia.

Con este artículo se pretende hacer un análisis del problema a través de la recopilación bibliográfica y de los ejemplos que nos encontramos día a día, analizando los distintos puntos de vista de los autores, así como las normativas, a continuación, iniciamos las reflexiones.

2. ESTADO DEL ARTE

Desde que Seiichi Miyake en 1965 inventara el “*bloque tenji*” podotáctil, se han efectuado los siguientes avances, siguiendo esta línea de investigación, desde 1974, Taylor, M. realizó ensayos en laboratorio para evaluar la rugosidad de superficies, a partir de losetas de aluminio ranurado en interacción con el usuario para evaluar la percepción, basándose en la deformación estática de la piel considerando once parámetros de deformación: tres de ellos la profundidad a la que el dedo penetra en la ranura, el área de la sección

transversal y la desviación estándar respecto a su posición de reposo. Todos los experimentos predicen bien la rugosidad en función de la fuerza de los dedos y ancho de la ranura. Añadiendo frecuencias de 250 Hz sobre la loseta, algunos sujetos percibieron un aumento de la sensibilidad en la piel. En el experimento II, las frecuencias van desde 10 Hz a 700 Hz, sin embargo, en el rango más alto de frecuencias la percepción parece más suave de lo esperado.

Este modelo podría ser consistente con un modelo estático o dinámico. La piel tiene que estar en contacto con la superficie. La rugosidad debe aumentar con la velocidad de la mano, siempre y cuando la piel permanezca en contacto. La producción de tales estímulos no es fácil.

En la misma línea de investigación Kai Wai Li *et al.* 2011, tuvo en cuenta otras zonas corporales: la yema del dedo índice, la palma de la mano y el pie. El grupo del experimento estaba formado por 20 hombres y 20 mujeres, fueron cinco las superficies a testear. Los resultados del experimento fueron los siguientes: el grupo femenino era más sensible a las superficies palpadas por el dedo índice y la palma de la mano en comparación al grupo masculino. En cuanto a la percepción respecto del pie, la sensación perceptiva fue similar en ambos grupos.

Pero podemos hablar de una “sensibilidad” anterior al respecto según demuestra en sus investigaciones Jiangyan *et al.* (2008) que revisa la historia y el desarrollo del pavimento táctil comparando los diferentes estándares de diseño en varios países. Para ello analiza características tales como: el tipo, la forma y el color, asimismo trata de identificar los problemas de pavimentación táctil en China para poder establecer previamente un mejor estándar para su país, previamente antes de su implementación real a escala nacional. Se eligió Hong Kong que fue una colonia británica durante más de cien años, por lo que sus estándares en instalaciones públicas que han influido significativamente y de ahí surge una evolución combinada con otro estándar internacional.

La pavimentación táctil es una instalación pública especial, por lo que las características de sus usuarios deciden el significado de la realidad estándar, es decir, que los estándares están influenciados por aspectos sociales, políticos y económicos, los cuales reflejan la modalidad de la sociedad y la cultura tradicional. Los diseños de todas las áreas peatonales deben ser simples, lógicos y consistentes, y permitirán a las personas memorizar entornos que usan regularmente y predecir e interpretar entornos que encuentran por primera vez, para ello se deben utilizar contrastes de color y tono para acentuar la presencia de ciertas características clave. Esto permitirá a muchas personas utilizar su visión residual para obtener información del entorno. El color del pavimento táctil británico está regulado para ser rojo y sus valores de luminosidad, rango verde-rojo y rango azul-amarillo se indican en una tabla en la definición del color “amarillo-medio”, sin que implique ningún porcentaje de color RGB, ni falta de precisión en el tono cromático.

El resultado de las llamadas instalaciones accesibles se enriquecen por la experiencia que tienen en otros países, para establecer una serie de pautas en vías de una estandarización internacional, mucho más aceptado comúnmente en beneficio de las personas ciegas y con discapacidad visual de todo el mundo.

Respecto a los estudios que analizan el movimiento y la marcha de cualquier usuario respecto a los pavimentos especiales, la comodidad de marcha y los posibles peligros de caídas, un estudio de Kobayashi *et al.* (2005) acerca de la marcha sobre los pavimentos indicadores, plantea que un mal diseño de los mismos, puede provocar algún tipo de accidente o riesgo a los usuarios, pensando especialmente en los que no lo necesitan de esto. Como son los señalizadores táctiles (personas invidentes). Este estudio sugiere que estos pavimentos alteran la marcha: movimientos extra, flexión de la altura máxima de la cadera, aumento del movimiento de los dedos de los pies, etc.

Por ello se realiza un prototipo de superficie táctil que sin dejar de cumplir su función señalética palie los inconvenientes y riesgos de este tipo de pavimentos. Aun así, en el mismo estudio se reconoce que se requieren de otros más para tener indicadores universalmente eficaces, siendo este el inicio de un campo de investigación más amplio.

El mismo autor en 2008, en otro estudio considera que los indicadores táctiles son motivo de tropiezos a usuarios videntes, por lo tanto, tienen que hacerse más seguros y con menos problemas para quienes no los necesitan. En este estudio Kobayashi comprueba la eficacia y con qué precisión las personas pueden discriminar las diferencias de elasticidad en las muestras del pavimento. A los sujetos que participaron en el experimento adultos jóvenes videntes, se les tapó temporalmente la vista con unas máscaras oculares, advirtiéndole que dicho grupo no tiene experiencia en el uso del bastón. Se verifica que las personas pueden distinguir los cambios de muestra de la superficie con bastante precisión incluso cuando no hay convexidades; así en otro experimento piloto adicional, los participantes eran invidentes y pudieron discriminar también las diferencias en los materiales del pavimento elástico, de este modo se puede ayudar a los invidentes a caminar con seguridad sin interferir en la movilidad de otros peatones.

Delbrück T., *et al.* (2007) explora los pavimentos táctiles interactivos, incorporando sensores de carga táctiles analógicos, y abre la posibilidad de que el usuario participe de modo activo generando un código de colores lumínico y su amplio rango cromático como función señalética; y como un ejemplo útil aplicado al seguimiento y aviso de peligro, que ofrece nuevas modalidades de interacción humano-computadora e interacción humano-robot para espacios robóticos autónomos. Suelos que pueden, conectados a la red aprender, por medio de ella el manejo de grandes volúmenes de datos (*Big Data*) y su cálculo instantáneo para avisar al usuario de un peligro inminente, por ejemplo, evitando obstáculos o la colisión con una bicicleta, patinete u otro peatón. Como inconveniente a destacar es su elevado costo, que se reduciría significativamente en la producción masiva, especialmente en el precio de los LED de alta potencia.

En otras regiones como Sudáfrica se han considerado las ciudades sostenibles del futuro como objetivo fundamental, el llamado concepto de *Smart city* o ciudad inteligente, así Macagnano E. V., (2008) describe el diseño del entorno urbano y la inclusión para ancianos y personas con discapacidad, el acceso independiente a los recursos de la ciudad, estudio que se llevó a cabo en Pretoria (Sudáfrica), y propone cambios sustanciales en entornos urbanos en tres pilares básicos: diseño urbano, provisión de infraestructuras y el uso de servicios, todo ello en “entornos inteligentes habilitadores”. A los discapacitados y ancianos se les provee de dispositivos informáticos portátiles amigables, conectados a un entorno de transmisión de datos inalámbrico, capaces de permitir el acceso “en movimiento” de datos útiles relacionados con edificios, infraestructuras, ubicación, rutas accesibles de la ciudad, con la transmisión de datos personalizados por el usuario.

El grupo de usuarios fue automáticamente rastreado en 3D, y la visualización de la información recibida mediante “manos libres” incorporada en dispositivos móviles flexibles en la ropa personal o como parte de dispositivos miniaturizados montados en la cabeza, personalizados para proporcionar también información audible en varios idiomas. Se puede acceder a la información a través de menús interactivos, diseñados en función de los estilos de vida, las actividades y la educación. Todo este sistema inalámbrico transmitido y recibido dentro de los edificios inteligentes, conectado vía satélite hasta los puntos calientes. El diseño de las ciudades del futuro lo serán explorando las tecnologías futuristas innovadoras. El experimento piloto fue efectuado en una manzana de la ciudad de Pretoria.

Ranavolo A. *et al.* (2011) efectuó experimentos relativos a la forma superficial, con un sistema visual que al caminar sirve para recibir retroalimentación o señales de avance. Por lo tanto, las personas con discapacidad visual (VIP), tienen mecanismos de control motor sesgados. El uso de indicadores de avance y bastones largos ayudan a mejorar la eficiencia al caminar. La eficiencia en la marcha fue comparada con el uso del bastón en superficies de sección trapezoidal y sinusoidal, mediante un sistema de análisis de movimiento optoelectrónico en superficies. En superficies de forma sinusoidal se determina la fase de postura significativamente más larga, también se analiza una fase de oscilación más corta y longitudes de paso y zancada más cortas, en comparación con la superficie de forma trapezoidal. En conclusión, la forma

trapezoidal, permite a los sujetos con discapacidad visual caminar más eficientemente, mientras que la forma sinusoidal causó problemas de equilibrio dinámico y aumento del riesgo de caídas.

En el análisis cuantitativo de los parámetros de la marcha se proporciona valiosa información para el diagnóstico y pronóstico. Las características de los equipos para la experimentación son voluminosos, caros y están diseñados para ser utilizados en interiores o en configuraciones de laboratorio.

Kim A. *et al.* (2015) apreció la mejora que habían experimentado los sistemas portátiles y su reducción de coste y portabilidad, incorporados en el dispositivo móvil, habilitado para la cámara, por medio de la cual se miden parámetros de marcha espaciotemporales. En el inicio del experimento instruyó a un grupo de adultos jóvenes, y el ensayo consiste en caminar sobre una pasarela de detección de presión y variando la velocidad de marcha en tres fases: velocidad lenta, preferida y rápida. Los parámetros evaluados fueron: función longitud de paso (SL), ancho de paso (SW), tiempo de paso (ST), velocidad de marcha, tiempo de soporte doble (DS), y su variabilidad, determinando en todos los coeficientes de correlación (ICC). Es un sistema robusto portátil, alternativo al laboratorio en la evaluación de la marcha en contextos reales. Las limitaciones de este sistema tienen que ver con la transferencia de datos en tiempo real debido a las características de la red 4G, pero las mejoras que incorpora la tecnología 5G solucionan el inconveniente descrito.

El pavimento táctil ha sido diseñado para dar respuesta a las necesidades de los peatones con discapacidad visual para ser independientes, y que la movilidad sea segura cuando se utiliza en entornos externos. La pavimentación táctil no está exenta de críticas, ya que puede afectar negativamente a otros peatones, en particular a personas mayores y a aquellos con discapacidades de movilidad. Ormerod, M., (2015), realizó experimentos en Edimburgo para determinar la experiencia de personas mayores en el uso de cruce de carreteras específicas, en particular sus opiniones y experiencias en el uso de pavimentos táctiles. Los hallazgos de dichos experimentos, muestran la necesidad de una revisión de la guía sobre pavimentación táctil, haciendo hincapié en la detectabilidad y el contraste tonal, una consideración en cuanto a que siete tipos de pavimentación táctil son demasiados y la necesidad de minimizar la topografía, particularmente la pendiente en los cruces de carretera.

Basándose en la instalación de pavimentos táctiles en la Ley de igualdad (2010) y en la guía del DfT (2007b), se detectaron evidencias de riesgo de lesión peatonal respecto la interacción entre pavimento táctil y usuario: personas ciegas, mayores muestran las influencias relativas a sus condiciones de salud (por ejemplo, diabetes y pérdida de sensibilidad en el pie), el calzado, el entrenamiento de la movilidad y el mantenimiento del pavimento táctil, por ejemplo: el desgaste y la rotura, entre otros. Todo ello responde a la necesidad de investigación que se realiza en entornos del mundo real, porque se han realizado muy pocos estudios más allá del ambiente de laboratorio.

Kassim A. M. *et al.* (2015) también observa el comportamiento de invidentes haciendo uso del bastón, dependiendo del pavimento táctil como herramienta de advertencia y direccional para evitar obstrucciones o situaciones peligrosas. Sin embargo, todavía se necesita mucho entrenamiento para reconocer el patrón táctil y es bastante difícil para personas ciegas recientes. Para el experimento se utilizó un sistema de detección, el método basado en la visión utilizando MATLAB, incluyendo la plataforma Arduino y el altavoz como herramienta de advertencia. Los patrones táctiles que deben reconocerse son los círculos que actúan como advertencias táctiles y los de barras que lo hacen como direccionales. Este sistema ayudará a las personas invidentes a facilitar su movilidad.

Marcelo *et al.* (2016) observa que la detección automática de la superficie de pavimentación táctil para personas con discapacidad visual y el uso en el desplazamiento de robots autónomos, proporciona rutas y advertencias seguras. Para la detección del pavimento en tiempo real, para ello utiliza algoritmos de visión por computadora combinado con la toma de decisiones. Asimismo, se considera el uso del teléfono inteligente que se utiliza para obtener imágenes, ayudado mediante comentarios de audio para mantener al

usuario sobre la superficie de pavimentación táctil. Este problema es desafiante principalmente debido a los cambios de iluminación, la oclusión, el ruido de la imagen y la resolución, así como los diferentes colores posibles para las superficies del pavimento táctil. Los resultados experimentales indican que el enfoque propuesto funciona bien en imágenes de baja resolución. Actualmente las limitaciones de procesamiento de información, se optimizan mediante las mejoras de los dispositivos móviles y el avance mediante la red 5G.

Las patentes consultadas acerca de dispositivos digitales y uso de sensores abundantes en China, en el uso del bastón, añaden pequeñas modificaciones. En Corea del Sur, España, Canadá, Alemania, también ofrecen una rica variedad de patentes, aplicaciones para el entorno urbano, así como el uso de nuevas tecnologías interrelacionadas con el pavimento táctil.

3. METODOLOGIA

La investigación efectuada por literatura y las bases de datos que han sido consultadas son las siguientes: para artículos *web of science*, *Scopus*, *Riunet* y para patentes *espacenet*. Normativa: *Norweb* (Aenor. ISO).

4. RESULTADOS

Tipo de baldosa de botón para indicar Parada/Peligro y la de acanaladura para designar direccionalidad. Falta establecer una normativa internacional, las tendencias en 5G y Big Data, Redes Wifi, entrenamiento en movilidad por medio de la realidad virtual con aplicaciones al concepto Smart city. Abundantes y recientes patentes chinas en 2019 de carácter tecnológico.

5. CONCLUSIONES

Una vez analizados los distintos artículos, sobre todo los más relevantes y representativos citados anteriormente, las conclusiones a las que se llega son: la tecnología no sustituye a los pavimentos táctiles, sino que los complementa y refuerza. Las aplicaciones móviles implementan y refuerzan la parte cognitiva-perceptiva del entorno.

Las investigaciones deben seguir adelante, pues un aspecto aparentemente tan simple se ve condicionado por infinidad de factores que afectan a la percepción y que requieren de una profundización exhaustiva y una experimentación con todo tipo de usuarios sin dejar de considerar la incomodidad del pavimento y el peligro de accidentes: dimensiones y materiales, a la vez que los avances constantes tecnológicos implican una mayor armonización.

Se debe profundizar en el consenso normativo seguir trabajando por la estandarización y universalización de los modelos que permitan la mejor detección, sin repercutir en la comodidad y tender a la minimización del riesgo para los demás usuarios.

El análisis de las variables de diseño incorporadas al pavimento táctil, para poder ser detectable en la interacción del usuario con el mismo deben cumplir su finalidad: facilitar la movilidad de manera eficiente, al mismo tiempo ser confortable.

En la actualidad las nuevas tecnologías red 5G y Big Data, permiten una transferencia y recepción de información en tiempo real a través de dispositivos móviles. Todo ello posibilita incorporar al pavimento sensores, Leds, entre otros. Las tendencias de estas nuevas tecnologías se implementan en el nuevo modelo de ciudad Smart city.

6. REFERENCIAS

- Anand Pikle, Dhondse, A., Sivakumars, G., Mukherjee, M., & Abrahams, F. (20 de June de 2019). *Armonk , NY (US) Patente n° US 2019 / 0183720 A1*.
- Beals, W., & McSchooler, J. (20 de November de 2018). *Englewood , CO (US) Patente n° US 10 , 134 , 304 B1*.
- Delbrück, T., Whatley, A., Douglas, R., Eng, K., & Hepp, K. (2007). A tactile luminous floor for an interactive autonomous space. *Robotics and Autonomous Systems*(55), pp. 433-443.
- Dylan Phan, G. (9 de April de 2019). *TX (US) Patente n° US 10 , 251 , 788 B1*.
- Hicks, S. (27 de March de 2014). *Oxfordshire (GB) Patente n° US 2014/0085446 A1*.
- Jiangyan, L., Kin Wai, M., & Ping, X. (2008). A comparative study of tactile design standards in different countries. *9th. International Conference on Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design IEEE*, (pág. pp. 753.758).
- Kassim, A., Yasuno, T., Mohd Aras, M., & et al. (2015). Vision based of tactile paving detection method in navigation system for blind person. *Jurnal Teknologi*, pp. 25-32.
- Kim, A., Kim, J., Rietdyk, S., & Ziaie, B. (2015). A wearable smarthphone-enabled camera-based system for gait assessment. *Gait & Posture*, pp. 138-144.
- Kobayashi, Y., Takashima, T., Hayashi, M., & Fujimoto, H. (2005). Gait Analysis of People Walking on Tactile Ground Surface Indicators. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 13, pp. 53-59.
- Kobayashi, Y., Osaka, R., Hara, T., & Fujimoto,, H. (2008). How Accurately People can Discriminate the Differences of Floor Materials With Various Elasticities. *IEEE Transations on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 16, pp. 99-105.
- Marcelo C., G., Macedo, R., & Manssour, I. (2016). A new approach for automatic detection of tactile paving surfaces in sidewalks. *The International Conference on Computational*. 80, págs. pp. 662–672. Porto Alegre/RS (Brazil): Elsevier.
- Miyake, S. (1965). <https://es.wikipedia.org/>. Recuperado el 16 de Julio de 2019, de https://es.wikipedia.org/wiki/Seiichi_Miyake
- Mocagnano, E. (2008). Intelligent urban environments: towards e-inclusion of the disabled and the aged in the design of a sustainable city of the future. A South African example. *WIT Transactions on a Ecology and the Environment*, Vol. 17.
- Ormerod, M., Newton, R., & et al. (2015). Older people's experiences of using tactile paving. *ICE Institute of Civil Engineering*, pp. 1-8.
- Ranavolo, A., Conte, C., & et al. (2011). Walking strategies of visually impaired people on trapezoidal- and sinusoidal-section tactile ground surface indicators. *Ergonomics*, 54(3), pp. 246–256.
- Taylor, M. M., & Lederman, S. J. (1974). Tactile roughness of grooved surfaces: A model and the effect of friction. *Vol. 17 (1)*, pp. 23-36.
- Way Li, K., Ruifeng, Y., & Wei, Z. (2011). Roughness and slipperiness of floor surface: Tactile sensation and perception. *Safety Science*, 49, pp. 508–512.

ESTUDIO PARA LA SELECCIÓN DE UN PROCESO DE MANUFACTURA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL DISEÑO MECANICO EN SOUTHCO CON SEDE EN CIUDAD DE CHIHUAHUA.

Héctor Eduardo Rivas Ortega.

Instituto Superior de Arte y Diseño, México.

hector.eduardo.rivas.ortega@gmail.com

RESUMEN

Se pretende la demostración, mediante la realización de entrevistas a expertos y revisión bibliográfica, que el estudio de la selección de un proceso de manufactura, desde el punto de vista del diseño mecánico, es una opción viable para el ahorro y la potenciación de la eficiencia del tiempo, esfuerzo y dinero, así como, para el prestigio de la empresa en cuestión. El desarrollo de un estudio para la manufacturabilidad de piezas en procesos de manufactura persigue sistematización de los pasos necesarios para su correcta ejecución, lo que produce un aumento del ahorro del tiempo requerido en las jornadas laborales y, por consiguiente, que el producto más rentable para la empresa. Los resultados obtenidos fueron la normalización del rol del Ingeniero de Diseño Mecánico dentro de una empresa y el diagrama de selección entre los diferentes procesos de manufactura.

Palabras Clave: Diseño mecánico, toma de decisiones, procesos de manufactura.

ABSTRACT

Demonstrate expert interviews and the literature of the studies. The results. The development of a study. The selection of a manufacturing process. As well as, the good name of the company in question. The development of a methodology for the manufacture of parts in the manufacturing processes in the mechanical design department helps us to standardize the steps to be followed and therefore is very efficient over time in the workdays, as regards the product closes faster in turn will be much more profitable for the company. This paper is carried out through interviews and bibliographical research. You get role of the Mechanical Design Engineer within a company and the selection diagram of the different manufacturing processes.

Keywords: Mechanical design, decision making, manufacturing processes.

1. INTRODUCCIÓN.

Hoy en día se pone demasiado énfasis en el tiempo y esto sucede tanto en la manera de conducir, ya que en la actualidad se cuenta con motores muy potentes; en la manera de viajar, dada esta situación existen los aviones; en la manera de comer, por eso existe la comida rápida; y, como no podría ser la excepción, en los negocios, ya que dado las capacidades de los procesos de manufactura cada vez son más eficientes, en otras palabras, hacer mayor número de piezas en menor tiempo.

La problemática que se aborda es el desarrollo de un estudio para la selección de un proceso de manufactura en el departamento de diseño mecánico y con esto hacer más eficiente lo más posible el tiempo de diseño de las piezas en cuestión, esto dependería de la intención de diseño de la pieza, así mismo como el volumen, complejidad geométrica, material, presupuesto, etc. Pero porque es importante abordar este problema, es conveniente que primero que nada aclarar el problema el cual es diseñar mecánicamente un producto bien a la primera vez en un tiempo record ese el problema y el ¿por qué? Ya que los diseños que se manejan en los centros de diseño de la ciudad de Chihuahua son de alto volumen las decisiones del dueño de diseño tiene una gran importancia ya que si el diseño esta hecho perfecto con respecto a las capacidades de manufactura y ensamble, los ahorros y ganancias para la empresa serán muy buenos por lo tanto será un diseño redituable pero caso contrario si se diseña con un error por minúsculo que sea se va a replicar en cada una de las piezas y por lo tanto se tendría que re-trabajar o desechar las piezas (scrap) lo cual sería costoso para la empresa y sería un diseño pobre (Gutiérrez, 2017)

Afortunadamente en la actualidad contamos con mucha información de todos y cada uno de los procesos de manufactura (los cuales se desarrollaran más adelante) y valiéndonos de esta ventaja no vamos a hondar mucho en los procesos de manufactura solo se dará una explicación de algunos con la finalidad de que el documento sea lo más comprensible posible, pues bien, lo que no existe actualmente es una lógica estructurada de cómo seleccionar el método de manufactura correctamente, lamentablemente la mayoría de los Ingenieros en Diseño Mecánico que ya saben qué serie de pasos seguir es en base a su experiencia, entrenamientos, en la mayoría de los casos es a sus errores y lecciones aprendidas, etc. ¿Pero cómo evitar eso con los Ingenieros novatos? ¿Cómo reducir la curva de aprendizaje? La respuesta es con un manual para la selección de un proceso de manufactura en el departamento de diseño mecánico en la industrial metal-mecánica en Chihuahua.

Una de las posibles soluciones es el desarrollo de un checklist con preguntas claves y específicas las cuales nos ayudarían rápidamente a validar si la pieza podría desarrollarse como: manufactura aditiva, mecanizado, sheet metal, termoformado, inyección de plástico, fundición de aluminio, etc. Todo esto obviamente antes de comenzar a diseñar en el CAD (Computer Aided Design).

Es de vital importancia esta decisión ya que los requerimientos de los procesos de manufactura aunque a simple vista sean muy similares técnicamente tienen diferencias muy grandes entre sí, considerando esto, el tiempo no es el mismo si queremos diseñar una pieza para el proceso de mecanizado que para el proceso de sheet metal ni en manufactura aditiva, por citar algunos ejemplos, son diferentes durante su proceso de manufactura ya que el herramental, el set up y el tiempo de ciclo es totalmente diferente. Todo esto se resume a tiempo, el cual en el mundo de los negocios es equivalente a dinero. Una vez señalado lo anterior podemos comprender la relevancia que toma Ingeniería al decidir cuál es el mejor proceso de manufactura para el producto en cuestión ya que si la decisión es acertada esto producirá muchos ahorros y ganancias, pero por el contrario si se toma una decisión incorrecta se desperdiciara, material, insumos y obviamente las ganancias serán menores.

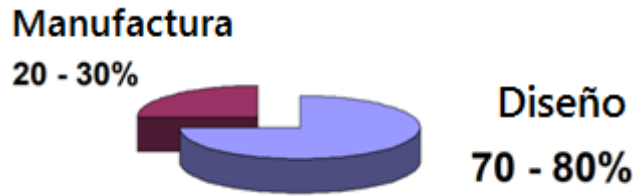


Fig. 1. Introduction to DFMA. (Stientra, 2015).

Revisando el documento introducción al DFMA (sus siglas en inglés diseño para manufactura y ensamble) podemos ver que el diseño impacta en un producto al menos un 70% y máximo un 80% y los métodos de manufactura impactan en el producto de un 20% a lo más un 30%. Lo cual respalda que es de suma importancia desde las primeras etapas del producto se determine el método de manufactura más acorde con las necesidades del mismo.

1.1 OBJETIVOS.

Demostrar basados en entrevistas a expertos y bibliografía de estudios previamente realizados que el desarrollo de un estudio para la selección de un proceso de manufactura desde el punto de vista del diseño mecánico es una opción viable para el ahorro y eficientar del tiempo, esfuerzo y dinero, así como, el buen renombre de la empresa en cuestión.

Se pretende estudiar y comprender los siguientes temas:

1. Definir la importancia de estandarizar una serie de pasos para determinar mediante estudio para la selección correcta de un proceso manufactura.
2. Establecer y ponderar los puntos sensibles, es decir, asegurar la selección correcta del método de manufactura más acorde a las necesidades del producto y demanda del cliente.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Actualmente las empresas de clase mundial siempre van de la mano con la actualización de la tecnología, es decir, siempre están buscando lo mejor tecnológicamente para facilitar lo más posible los procesos de manufactura, los softwares, etc.

Existen tres factores clave en una empresa los cuales son: gente, procesos y tecnología se debe de contar con esos tres aspectos fundamentales los cuales deben de estar muy bien cimentados, es allí cuando toma relevancia los procesos en específico ya que aun y cuando se cuente con la tecnología de punta y la mejor gente y más experimentada si no existe la correcta metodología a seguir no van a rendir al cien por ciento. Dado el ejemplo anterior obviamente son necesarios los procesos en todos y cada uno de los departamentos de cada empresa, pero si se trata de una unidad de negocio de la industria metal mecánica, ya que el desarrollo de una metodología para la manufacturabilidad de piezas en procesos de manufactura en el departamento de diseño mecánico nos ayudan a estandarizar los pasos a seguir y por lo tanto aumentará la eficiencia mucho el tiempo en las jornadas laborales, por consiguiente el producto se concluirá más rápido a su vez será mucho más rentable para la empresa.

Por supuesto que habría ganancia, diseños más limpios, diseños más eficaces, llegar al objetivo en el menor tiempo posible y maximizar los recursos: tiempo y dinero, beneficios más profundos partes que son más baratas (Gutierrez, 2017)

Hay ganancia en tiempo, aseguras el producto, se acelera el ciclo del proceso del producto (Díaz, 2017).

El desarrollo de una metodología para asegurar la manufacturabilidad de piezas en procesos de manufactura nos ayudara a ahorrar recursos en el departamento de diseño mecánico.

2. ESTADO DEL ARTE.

“El diseño es una actividad que se caracteriza por un intercambio de información y negociación entre las diferentes áreas involucradas. El centro de este intercambio radica en el entendimiento de un problema, por lo que su definición es de vital importancia. Para encontrar una solución a un problema de diseño se requiere enfocarlo desde diferentes perspectivas, las cuales deben concentrarse en alcanzar una solución general. Es debido a los diversos enfoques con los que se aborda un diseño que el intercambio de información se dificulta, la razón es que se realizan en diferentes etapas o tiempos, por ejemplo en qué momento interviene o se requiere la información de: manufactura, ensamble, del análisis de su valor, su reciclaje etc., no es correcto diseñar un producto sin evaluar su manufactura, la dificultad de su ensamble o el costo de sus funciones, todas estas áreas deben estar dispuesta a compartir su información y modificar sus planes o proyectos si es requerido, ahora bien quién o quienes tomarán las decisiones, es difícil que una persona tenga el conocimiento y experiencia de todas las áreas, por lo anterior, es necesario el implemento de metodologías de diseño en la innovación y desarrollo de nuevos productos.”. (Flores, 2017)

Para comenzar esta sección es muy importante poner sobre la mesa la importancia del diseño, cabe señalar que para efectos de esta tesis cada vez que se habla de diseño es referido a diseño mecánico, ya que debido a las decisiones que se tomen en el diseño de producto nos dictara los métodos de manufactura a ejecutar, los instrumentos de medición que se necesitaran, las dimensiones críticas, etc.

Dado el rol tan importante del diseño mecánico en la industrial metal-mecánica, la cual está en nuestra vida cotidiana, aunque casi pase desapercibida, ha habido avances gigantescos los cuales cabe resaltar:

Diseño asistido por computadora CAD (Computer Aided Design) sistema para definir la geometría de cada componente, generando los planos y vistas necesarias para su compleja definición. (Rodríguez J, 2006)

Es un excelente momento para explicar cierta terminología que se estará utilizando de aquí en adelante:

2.1 PROCESOS DE MANUFACTURA.

Conjunto de operaciones o actividades relacionadas y ordenadas que permiten la modificación de la forma, propiedades o apariencia de cualquier materia prima sin importar sus características o propiedades y generalmente con un fin comercial. (Termoformado de Plastico, 2011).

2.1.1 Sheet metal.

El término “sheet metal” se refiere a algún tipo de metal que puede ser de varios espesores. El Sheet metal puede ser formado en una forma deseada, las formas pueden ser: prensadas, troqueladas o cortadas con láser y puede tener varios usos. (VistaIndustrial, 2012)

Sheet metal es simplemente metal formado o doblado que proviene de piezas planas (Metal Werks, 2017)

2.1.2 Mecanizado

Es un amplio término usado para describir la remoción de material de la pieza de trabajo, esto cubre algunos procesos, los cuales nosotros usualmente dividimos en las siguientes categorías: (Michigan Technological University, 2017)

- Cortador, generalmente involucra un solo punto o multipuntos (herramientas de cortadores), cada uno con geometría claramente definida
- Procesos abrasivos, tales como rectificado
- Procesos no tradicionales de mecanizado, utilizan: electricidad, productos químicos, etc.

2.1.3 Inyección de plástico

Como todo proceso de manufactura todos poseen muchas variantes y este no podía ser la excepción para efectos de este estudio solo vamos a abordar moldeo por inyección.

Un émbolo o pistón de inyección se mueve rápidamente hacia adelante y hacia atrás para empujar el plástico ablandado por el calor a través del espacio existente entre las paredes del cilindro y una pieza recalentada y situada en el centro de aquél. Esta pieza central se emplea, dada la pequeña conductividad térmica de los plásticos, de forma que la superficie de calefacción del cilindro es grande y el espesor de la capa plástica calentada es pequeño. Bajo la acción combinada del calor y la presión ejercida por el pistón de inyección, el polímero es lo bastante fluido como para llegar al molde frío donde toma forma la pieza en cuestión. El polímero estará lo suficiente fluido como para llenar el molde frío. Pasado un tiempo breve dentro del molde cerrado, el plástico solidifica, el molde se abre y la pieza es removida. El ritmo de producción es muy rápido, de escasos segundos (Textos Científicos, 2005)

2.1.4 Termoformado de plásticos

El termoformado de plásticos es el proceso mediante el cual se da forma a una lámina plástica mediante calor y vacío, para ello se utiliza un molde o matriz de madera, resina o aluminio. Es decir, la lámina plástica toma la forma del molde con la acción de presión y temperatura elevada.

A grandes rasgos, las etapas del proceso de termoformado son: preparación de la lámina, precalentamiento, soplado de la lámina, penetración del molde, definición de la forma con acción del vacío, enfriado, desmolde y acabado.

La temperatura y presión son los dos factores más importantes, si no están controlados se pueden obtener resultados no deseados como piezas defectuosas o incluso la fundición de la lámina de la cual se forman las piezas (Termoformado de Plástico, 2017)

2.1.5 Inyección de metal.

Proceso que consiste en forzar o inyectar aluminio, hacia un molde permanente, también denominado Dado, dichos moldes o dados, tienen una cavidad de la pieza deseada, considerando la contracción del mismo, los moldes pueden o no contener corazones y botadores para separar las partes del molde y que quede la pieza deseada en aluminio.

El proceso Fundición por Inyección es usado cuando los tirajes o demandas son continuas y grandes ya que el tiempo de ciclo promedio en inyección de aluminio oscila entre 15 y 60 segundos, dependiendo del gramaje de la pieza, y a su vez cada inyectada o golpe debe amortizar el precio del molde. (RADVER, 2017)

2.1.6 Manufactura aditiva

El Prototipado rápido permite la fabricación rápida de modelos físicos mediante el uso de datos del sistema de diseño asistido por computadora (CAD) tridimensional. El Prototipado rápido, que se usa en una amplia gama de industrias, permite a las empresas convertir de forma rápida y eficaz ideas innovadoras en productos finales exitosos (STRATASYS LTD, 2017)

2.1.7 Definiciones conceptuales

Una decisión de proceso es el sistema que adquiere una organización para transformar los recursos en bienes y servicios que ofrece al mercado. El objetivo del diseño de los procesos es encontrar una manera de producir bienes que cumplan con los requerimientos de los clientes, las especificaciones del producto dentro del costo y otras restricciones administrativas. El proceso seleccionado tendrá un efecto a largo plazo sobre la eficiencia y producción, así como en la flexibilidad, costo y la calidad de los bienes producidos por la empresa

Es de suma importancia tener en mente los puntos citados anteriormente los cuales son:

- Requerimientos de los clientes: Ya que el diseño debe de cumplir y tener en mente las necesidades y requerimientos del cliente ya que al fin y al cabo el o ellos están contratando nuestros servicios.
- Las especificaciones del producto: Las cuales las dicta en primera instancia el cliente y otras las capacidades del proceso, así como, cuestiones de manufacturabilidad y certificación, estas últimas van muy ligadas a seguridad del usuario y a la vida útil del producto.
- Costo del producto: Sin duda alguna es importante el costo del producto ya que el diseño recae también esta decisión ya que se debe seleccionar el material correcto, métodos de manufactura correctos etc. Con esto evitar: el re trabajo de las piezas, el re trabajo del molde, scrap (tirar piezas ya que no cumplen con las especificaciones del producto o seguridad del usuario o la vida útil se compromete, etc.)

Considerando los puntos anteriores es necesario enfocarnos en las especificaciones del producto ya que una de ellas es que el producto tiene que ensamblar con otro u otros componentes y ese es un error común esto sale del radar esta cuestión por esta razón vale la pena citar que es DFA, DFM & DFMA. Diseño para ensamble (DFA por sus siglas en inglés, Design For Assembly) es una herramienta usada para asistir a los equipos de diseño, en el diseño de productos que traicionarán en producción en costo mínimo, concentrado en el número de partes manejo y fácil ensamble (Stientra, 2015).

El termino diseño para manufactura (DFM) esto quiere decir diseño para facilitar la manufactura de la colección de piezas que formaran el producto después ensamblar y diseño para ensamble (DFA por sus siglas en Ingles Design for assembly) esto expresa el diseño del producto para ensamblarlo fácilmente. Así, el diseño para manufactura y ensamble (DFMA por sus siglas en Ingles Design For Manufacturing and Assembly) es una combinación de DFM & DFA. (Boothroy, 2009)

Una vez que ha quedado claro que el diseño de producto dicta cuales son los pasos a seguir en los diferentes departamentos tales como: manufactura, calidad, prototipado, etc. Por lo tanto, es necesario tener un estudio para la seguir para la manufacturabilidad de piezas en procesos de manufactura en el departamento de diseño mecánico por todo lo citado anteriormente.

3. METODOLOGIA.

Ya que se cuenta con esta gran ventaja es necesario trabajar en una metodología la cual nos ayuda a seguir una serie de pasos los cuales nos ayudaran a filtrar toda la gama de procesos de manufactura. Esta metodología debe de contemplar los siguientes campos: características físicas de la pieza, demanda, material y presupuesto.



Fig. 1. Aspectos principales del diseño de un producto. (Rivas, 2018)

Una vez conocidos los 4 aspectos principales en el producto es más fácil proseguir con el diseño, ya que estos aspectos marcan la pauta del producto final.

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PIEZA.

En este caso contemplaremos un breve listado de características físicas de la pieza:

Volumen. - Al momento de diseñar una pieza se le está agregando masa al componente y este volumen está ligado directamente a las dimensiones de la pieza (largo, alto, ancho)

Peso. - Juega un papel súper importante ya que dependiendo de la aplicación de la pieza será o no un punto importante a considerar, la industria aeroespacial siempre busca piezas lo más ligeras posibles, por otro lado, en la industria automotriz el peso pasa a segundo término ya que casi siempre hay otras variantes que entran en juego, las cuales vamos a revisar en restricciones.

Restricciones. - Estas son dictadas por el cliente, ya que él va a proporcionar un modelo matemático en 3D al cual nos debemos apegar, por ejemplo si estamos diseñando una bisagra para una puerta automotriz, se debe de conocer el peso de la puerta, el centro de gravedad, el material de la puerta, si pasan cerca de la bisagra cables eléctricos, si se desea que se puedan remover las bisagras o no, número de ciclos que desean que la bisagra soporte, es decir, vida útil, ángulo el cual desean que la bisagra permita abrir, etc.

3.2. MATERIAL.

El material está directamente ligado con la función de la pieza ya que si necesita certificarse la pieza en pruebas cíclicas (pruebas en las cuales se simula el uso de la pieza durante cierto tiempo, todo esto para

garantizar la calidad del producto) o quizás Análisis del Elemento Finito (prueba en un software matemático el cual simula fuerzas en la pieza simulando el uso diario en la vida real también para asegurar desempeño del producto).

Otro detalle es el peso ya que no solo la geometría de la pieza le ayuda a disminuir el peso sino el material juega un gran rol en este aspecto.

A continuación, una guía rápida de selección de material para los métodos de manufactura mencionados en este documento.

“Mecanizado CNC, torneado CNC, torneado de torno automático, estampado, fabricación de chapa, fundición, moldeo por inyección son el proceso de mecanizado común:

Placa de acero galvanizada SECC El sustrato de SECC es una bobina laminada en frío general. Después del desengrasado, decapado, galvanoplastia y todo tipo de procesos posteriores al tratamiento, el producto de galvanoplastia de zinc no solo tiene las propiedades mecánicas y la procesabilidad similar de la chapa de acero laminada en frío. Y tiene una resistencia superior a la corrosión y apariencia decorativa. En productos electrónicos, electrodomésticos y muebles en el mercado tiene mucha competencia y sustitución. Por ejemplo, la carcasa de la computadora que se usa comúnmente es SECC.

Chapa laminada en frío común SPCC significa que el lingote de acero se lamina continuamente a través de un laminado en frío para requerir el espesor de chapas o chapas de acero. No hay protección en la superficie de la chapa de acero o material en láminas. Es fácil de oxidar en el aire, especialmente en el ambiente húmedo, la velocidad de oxidación se acelera y aparece la roya de color rojo oscuro. Rocía pintura, chapado u otra protección cuando se usa.

Chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente SGCC La bobina de acero galvanizado por inmersión en caliente significa que el producto semielaborado después del laminado en caliente o el laminado en frío se limpia, recocida y sumerge en un baño de zinc fundido a una temperatura de aproximadamente 460 ° C para que la chapa de acero está recubierta con una capa de zinc y luego ajustado y templado y tratado químicamente para hacer el material. SGCC es más duro que el material SECC. Mala ductilidad (evite el diseño de bombeo profundo, capa gruesa de zinc, baja soldabilidad.

Acero inoxidable SUS304 Uno de los aceros inoxidables más ampliamente utilizados tiene una mejor resistencia a la corrosión y resistencia al calor que el acero que contiene Cr (Cr) debido a Ni (Ni). Tiene muy buenas propiedades mecánicas, sin endurecimiento por tratamiento térmico, sin elasticidad.

Acero inoxidable SUS301 El contenido de Cr (Cr) es menor que el de SUS304, y la resistencia a la corrosión es baja. Sin embargo, después del trabajo en frío, se puede obtener una buena fuerza de tracción y dureza, y la elasticidad es mejor. El Cr (Cr) se usa principalmente para la primavera y anti-EMI”. (CDX, 2018)

Tabla 1. En el caso de los plásticos podemos dividir en dos tipos sin reforzar y fibra de vidrio reforzado.

Unreinforced		
Apec®	High Heat PC	4%
Bayblend®	PC/ABS	2.5%
Makroblend®	Polycarbonate Blends	3.5%
Makrolon®	PC	4%
Glass-Fiber-Reinforced (%Glass)		
Makrolon®(10%)	PC	2.2%
Makrolon®(20%)	PC	2.0%

(Bayer, 2010)

Cabe reiterar que este es un listado de materiales básicos, ya que constantemente centros de investigación están trabajando en nuevos materiales para aplicaciones muy específicas, pero para efectos de un diseño mecánico estos materiales son útiles.

3.3. DEMANDA.

La demanda es un aspecto crucial ya que esto dicta en gran medida el rumbo del diseño ya que si el cliente necesita un gran número de piezas y en un tiempo reducido, lo más conveniente es usar inyección de plástico o metal, ya que la producción en serie de las piezas amortiza el precio de los moldes así como la rapidez de la producción de las piezas si lo comparamos por ejemplo inyección de metal (entre 15 y 60 segundos) contra mecanizado (ajuste de herramientas y maquinaria, más reemplazar N número de piezas los cortadores e insertos, más tiempo de ciclo de la máquina, así como el ajuste del programa, estos se engloba a mucho más tiempo que 60 segundos)

3.4. PRESUPUESTO.

Al fin y al cabo, este punto es el que cierra el trato y se debe de contar con la solvencia para que se concrete el producto satisfactoriamente.

“Esto representa una lista de compras que tiene que ser llenada por las propiedades del material y capacidades del proceso. Los atributos en la lista de compras son relacionados a la función final de la parte y son determinados por la geometría y las condiciones de servicio

La selección del proceso apropiado para la manufactura de una parte en particular está basada en una correlación de los atributos de la parte y de las capacidades de varios procesos. Una vez que la función en general de la parte es determinada, una lista puede ser formulada dando los detalles geométricos esenciales, propiedad de materiales y otros atributos que son requeridos”. (Boothroyd, 2009)

Lo cual no corrobora que vamos por buen camino ya que Boothroyd tiene la misma intención o al menos muy similar pero no la concreta en un método o metodología es por eso que se pretende desarrollar dicha metodología.

“La selección de las entradas supone decidir sobre qué tipo de habilidades humanas y materias primas vamos a necesitar, cuales operaciones se llevarán a cabo por trabajadores y cuales por máquinas, qué servicios externos tomaremos, etc., consistente con la estrategia de posicionamiento de la organización y su habilidad para obtener recursos.

Este tipo de decisiones se toman, por lo general, en alguno de los siguientes casos:

- Cuando hay modificaciones importantes en el producto.
- Cuando tenemos problemas de calidad.
- Cuando hay cambio de las prioridades competitivas.
- Cuando ha cambiado la demanda del producto.
- Cuando el desempeño actual no es adecuado.
- Cuando la competencia este por delante debido al uso de nuevos procesos o tecnologías.
- Cuando hay cambios importantes en los insumos o su disponibilidad ha variado de manera importante”. (González, 2012)

Es muy importante tener en cuenta que esta decisión no la toma solo el Ingeniero de diseño mecánico, se debe involucrar al Ingeniero de diseño mecánico de la empresa que está contratando el producto, también juega un rol importantísimo el Ingeniero de proyectos ya que él es el administrador de recursos y su contraparte. La manera de llegar a una selección correcta del presupuesto, es agendar juntas con el cliente para saber sus necesidades (durante esta junta se juega el rol de entrevistado y entrevistador), previamente el Ingeniero de diseño y el Ingeniero de proyectos tienen una junta en la cual se hace una lluvia de ideas para saber qué puntos en específico abordar con el cliente, también es necesario hacer referencia con productos similares ya que de allí se pueden contemplar lecciones aprendidas, precios en herramental, etc.

La manera más fácil de llevar a cabo esta práctica es trabajar en equipo con el Ingeniero de proyecto, ya que de esta manera se complementa la parte administrativa con la técnica y esto da como resultado un proceso sólido y un producto muy robusto

4. RESULTADOS.

A continuación, se muestra un diagrama el cual nos explica gráficamente el proceso y los principales aspectos que se deben de tomar desde el punto de vista del diseño mecánico para poder garantizar un diseño eficiente, seguro y certero.

El cliente expresa sus necesidades y especificaciones del producto. Esto mediante correos electrónicos, juntas y conferencias telefónicas con el Ingeniero de Diseño Mecánico en turno el cual genera y crea, ideas, propuestas hasta llegar a la solución, esta interacción entre cliente e Ingeniero de Diseño Mecánico se realizan las veces que sean necesarias hasta cumplir con los requerimientos y expectativas del cliente y con eso provocar una gran satisfacción en el cliente. Una vez alcanzada esta fase se procede a revisar con los ingenieros de manufactura la manufacturabilidad del producto en este proceso se toman en cuenta ambos puntos la manufactura y el diseño, esto da como resultado un producto robusto. El siguiente paso es manufacturar el producto según requerimientos de cliente, es decir, cantidades y fecha de entrega. Finalmente se empaca y se manda al cliente (Figura 4.1)



Fig. 2. Rol del Ingeniero de Diseño Mecánico dentro de una empresa (Rivas, 2018)

El Ingeniero de diseño mecánico juega un papel muy importante ya que es punto de contacto todo un equipo multidisciplinario.

4.1 SELECCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES PROCESOS DE MANUFACTURA.

Para efectos de este estudio solo se tomaron en cuenta cinco procesos de manufactura, por el lado de plásticos: termoconformado e inyección de plástico, para el caso de los metales tenemos a: sheet metal, mecanizado y finalmente die casting (inyección de metal).

La propuesta de diseño comienza de la siguiente manera:

El primer ejemplo va hacer una pieza metálica (ver figura 3)

¿De qué material será la pieza? Metal,

¿Cuál será la función de la pieza? Principal

¿Se someterá a carga la pieza? Si ($X=300N$, desde el centro de gravedad de la pieza hasta el extremo superior más alejado, esto es necesario para realizar un análisis del elemento finito el cual nos ayuda a simular estas cargas aplicadas a la pieza y ver si la pieza supera la prueba o se tiene que mejorar la geometría, material, cantidad de material, etc.)

¿Existen restricciones dimensionales? Si ¿Cuáles? La pieza solo puede medir de largo a lo más 10 cm, de ancho a lo más 2,54 cm y de alto 15 cm.

¿Son necesarias pruebas cíclicas, impacto, etc.? Si ¿Cuáles? Prueba cíclica ¿Qué parámetros? 30,000 ciclos en temperatura ambiente, 10,000 ciclos a una temperatura de $-40^{\circ}C$ y 10,000 ciclos a una temperatura de $+40^{\circ}C$

¿Es una parte estructural? Si (es decir la pieza va a estar sometida a cargas)

¿La demanda es alta? Si. Por lo tanto, el proceso a utilizar será INYECCION DE METAL.

El segundo ejemplo va hacer una pieza plástica (ver figura 3)

¿De qué material será la pieza? Plástico,

¿Cuenta con algún requerimiento especial? Si ¿Cuál? Resistencia a los rayos UV.

¿Servirá como una cubierta? No.

Enliste las funciones mecánicas que desempeñara la pieza:

Espaciador, guía y dispositivo pokayoke para facilitar el ensamble.

¿Son necesarias pruebas cíclicas, impacto, etc.? Si ¿Cuáles? Prueba de carga ¿Qué parámetros? 70 Lbs en el centro de gravedad en dirección Z.

¿La demanda es alta? Si. Por lo tanto, el proceso a utilizar será INYECCION DE PLASTICO.

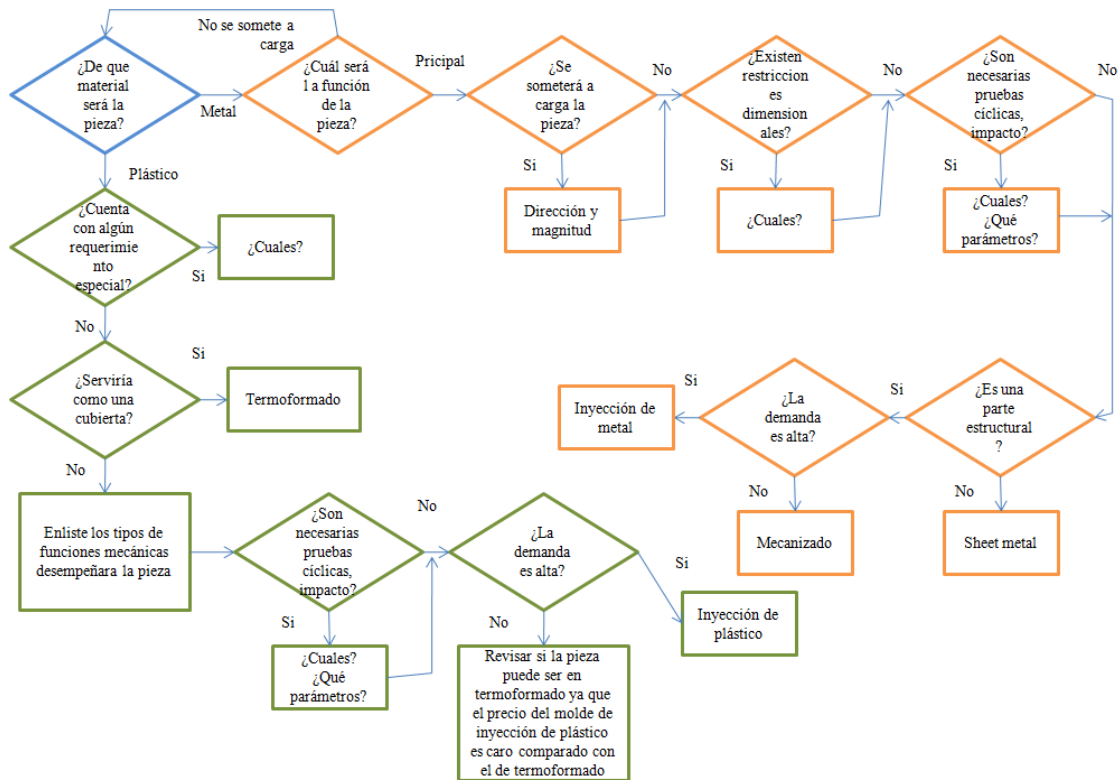


Fig. 3. Diagrama de selección entre los diferentes procesos de manufactura. (Rivas, 2018).

Si se sigue el diagrama anterior el Ingeniero de diseño tendrá un camino muy definido con el cual se llegará a la meta muy rápido y con un proceso de manufactura acertado.

5. CONCLUSIONES.

Con el diagrama de selección entre los diferentes procesos de manufactura se facilita mucho la selección del proceso de manufactura más acorde a las necesidades del cliente.

El diagrama de selección entre los diferentes procesos de manufactura reduce la curva de aprendizaje de un Ingeniero de Diseño Mecánico ya que le marca la pauta de cuales pasos seguir.

Este diagrama de selección entre los diferentes procesos de manufactura es flexible ya que se puede adaptar a todos los procesos de manufactura que maneje la empresa en cuestión.

Es fácil de utilizar el diagrama de selección entre los diferentes procesos de manufactura ya que, mediante preguntas claras y concisas, se llega a una solución rápida, metódica y segura.

6. REFERENCIAS

- Bayer MaterialScience LLC. (2010). Snap fit joins for plastics. Pittsburgh, PA: Bayer.
- Boothroyd G, D. P. (2009). Product Design for Manufacture and Assembly. En D. P. Boothroyd G, Product Design for Manufacture and Assembly. New York: Dekker.
- CAD CAM STUFF. (2017). Cad-Cam stuff. Disponible en: <http://cadcamstuff.com/4465/autodesk-adds-5-axis-cam-into-inventor/>.
- CDX. (2018). ¿Cuál es el material común de la chapa?. Disponible en: <http://www.cdx-chinamachining.com/news/what-is-the-common-materials-of-sheet-metal-15274549.html>.
- Copley, S., Frzier, W., & Rigdom, M. (2011). Mechanical Properties of Parts Formed by Laser Additive Manufacturing.
- Díaz, C. (2017). Estudio para la selección de un proceso de manufactura desde el punto de vista del diseño mecánico en la ciudad de chihuahua. Entrevista personal. Southco.
- DepositPhotos. (2017). DepositPhotos. Disponible en: <https://mx.depositphotos.com/111326178/stock-photo-lathe-grinder-machine.html>.
- DYNACAST. (2017). DYNACAST. Disponible en: <https://www.dynacast.es/fundici%C3%B3n-inyectada-en-c%C3%A1mara-caliente>
- Gutiérrez, C. (2017). Estudio para la seleccion de un proceso de manufactura desde el punto de vista del diseño mecánico en la ciudad de chihuahua. Entrevista personal. Southco.
- González, C. R. (2012). Diseño y selección de procesos. En C. R. González, Diseño y selección de procesos (pág. 23). Universidad Nacional de Mar del Plata: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.
- Metal Werks. (06 de 11 de 2017). Metal Werks. Recuperado el 06 de 11 de 2017, deMetal Werks: <http://www.metalwerksinc.com/materials.htm>
- Michigan Technological University. (2017). Machining Page. Disponible en: <http://www.mfg.mtu.edu/cyberman/machining.html>
- Palanivendhan M, (2014). Departament of Automobile Engineering, SRM University. Disponible en: <https://www.slideshare.net/palanivendhan/sheet-metal-operations>
- Pérez, R. (2014). La vida nueva. Barcelona, Barcelona, España: GG.r. (s.f.).
- RADVER (2017). Radver. Disponible en: <http://www.radver.com/procesos/die-casting-inyeccion-de-aluminio-zamac.html>
- Redwood, B. (2017). 3D Hubs. Disponible en: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/3d-printing-vs-cnc-machining>.
- Rodríguez J, C. L. (2006). Procesos industriales para materiales metálicos. En C.L. Rodríguez J, Procesos industriales para materiales metálicos (pág. 284). Madrid: Vision Net.
- Stientra (2015). Introduction to Design for (Cost Effective) Assembly and Manufacturing. En S. D, Introduction to Design for (Cost Effective) Assembly and Manufacturing.
- STRATASYS LTD. (2017). Stratasys ltd. Disponible en: <http://www.stratasys.com/mx/resources/rapid-prototyping>.
- Vista Industrial. (2012). Visita Industrial. Disponible en: <http://www.vista-industrial.com/blog/what-is-sheet-metal/>.

CÓMO ASEGURAR LA COMPETENCIA COMUNICATIVA PROFESIONAL EN INGLÉS DE LOS EGRESADOS EN LAS ESCUELAS SUPERIORES DE DISEÑO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA.

Salvador J. Ros–Turégano,

Escuela de Arte y Superior de Diseño de Orihuela, España.

designinenglish@esdorihuela.com

RESUMEN

El Plan de Estudios de 2011 del Instituto Superior de Enseñanzas Artísticas de la Comunidad Valenciana para los Estudios Superiores de Diseño recoge la obligatoriedad del dominio de al menos una lengua extranjera en el ámbito de la especialidad por parte del alumnado egresado. En 2013 se detectó que el alumnado podía acceder a la titulación sin haber tenido contacto alguno con lenguas extranjeras durante la trayectoria académica en las Escuelas valencianas. Este trabajo describe las acciones realizadas durante los cursos 13/14 y 14/15 en la Escuela de Arte y Superior de Diseño de Orihuela para paliar la carencia y ofrecer una solución. Se parte de la hipótesis de que impartiendo parte de las asignaturas básicas u obligatorias a todo el alumnado de cada especialidad se resuelve el problema. Lo primero que había que hacer era demostrar la viabilidad de la hipótesis y lo segundo fundamentar la estrategia para que en una segunda fase de la investigación se pueda elaborar una propuesta factible y eficaz a la administración.

Palabras Clave: Docencia en inglés, competencias comunicativas, escuelas de diseño

ABSTRACT

The syllabus for Higher Studies in Design, published by the Ministry of Education in the Valencian Community collects mandatory proficiency for graduates in at least one foreign language in the field of their specialty. In 2013 students could obtain the degree without having had any contact with foreign languages during the academic career in the Valencian Higher Schools. This paper describes the actions taken during the course 13/14 and 14/15 in the Higher School of Art and Design of Orihuela to overcome the lack and offer a solution. The hypothesis states that teaching compulsory curriculum subjects to all students in each specialty solves the problem. Firstly, the feasibility of the hypothesis will be demonstrated and secondly, a strategy for a second phase of the research in order to offer an effective proposal for the Ministry is developed.

Keywords: Teaching in English; communication competences; Higher Schools of Design.

1. INTRODUCCIÓN

Un egresado con nivel 2 MECES de las Escuelas de Arte y Superiores de Diseño de la Comunidad Valenciana (EASD) puede no haber leído ni una sola frase en inglés durante toda su trayectoria académica en estas instituciones. De hecho, esa es la situación general.

El Plan de Estudios (Conselleria d'Educació, 2011) establece que los egresados habrán de tener competencia comunicativa de su especialidad en al menos un idioma extranjero.

En 2013 no había ninguna acción institucional puesta en marcha para solucionar el problema. Fue por ello que se le planteó a la Dirección de la Escuela de Orihuela la búsqueda de una solución mediante un proceso de Investigación–Acción.

La Investigación–Acción no requiere de la dotación de medios adicionales porque el docente es el único medio imprescindible. Se genera conocimiento práctico tras la evaluación y análisis de los resultados derivados de acciones diseñadas por el propio docente. La filosofía de la investigación-acción apunta también al docente como motor de la transformación del sistema educativo. (Latorre, 2003).

Se plantea como hipótesis que el problema se puede solventar impartiendo parte de las asignaturas en inglés a todo el alumnado que curse los estudios.

Las asignaturas en las EASD son semestrales y se clasifican en básicas, obligatorias y optativas. Para poder resolver el problema y asegurar que todo el alumnado tiene acceso al proceso de formación, se habrá de actuar en básicas y obligatorias.

El ensayo describe el plan de acción seguido durante los años académicos 2013/14 y 2014/15, la metodología para la recogida e interpretación de datos, la presentación de los resultados y, por último, se extraen las conclusiones.

2. PLAN DE ACCIÓN

Si se conseguía impartir a todo el alumnado matriculado alguna asignatura, cumpliendo razonablemente los objetivos de la guía docente y no perdiendo alumnado por no poder seguir el ritmo, se demostraría la viabilidad de la solución propuesta.

Por tanto, el plan de acción se resume en dos tareas:

- Impartir a todo el alumnado matriculado alguna asignatura.
- Analizar la experiencia para plantear una estrategia de validación de la hipótesis.

Impartir en inglés a todo el alumnado sin selección o segregación no se había dado nunca en nuestros estudios en la CV. La condición que la Dirección del Centro puso para materializar la idea fue que todo el alumnado estuviera de acuerdo.

En la Escuela de Orihuela sólo hay un grupo por curso de cada especialidad. Si la experiencia se llevaba a cabo cumpliría con la condición para validar la hipótesis: todo el alumnado inscrito en la especialidad recibe docencia en inglés.

En septiembre de 2013 se acordó con los grupos de alumnado de 1º de Diseño Gráfico y de 2º de Diseño de Interiores la impartición de 3 asignaturas en inglés para el curso académico 13/14, que fueron impartidas por un profesor. La relación de asignaturas y número de estudiantes quedó:

- Fundamentos Científicos del Diseño, del primer semestre para el grupo de DG (16 estudiantes españoles matriculados)
- Materiales y Estructuras, del tercer semestre para el grupo de DI (9 estudiantes españoles matriculados)

- Materiales Aplicados al DI, del cuarto semestre para el grupo de DI (6 estudiantes españoles matriculados).

Para el curso 14/15 se repitió el acuerdo para las asignaturas del curso 13/14 y se sumaron dos asignaturas más para el grupo de 3º de DI, que ya había recibido docencia en inglés el año anterior. El trabajo se reparte entre dos profesores y la relación de asignaturas y número de estudiantes quedó:

- Fundamentos Científicos del Diseño, del primer semestre para el grupo de DG (16 estudiantes españoles matriculados)
- Materiales y Estructuras, del tercer semestre para el grupo de DI (6 estudiantes españoles matriculados)
- Materiales Aplicados al DI, del cuarto semestre para el grupo de DI (5 estudiantes españoles matriculados)
- Proyectos de espacio para ocio, descanso y salud, del quinto semestre para el grupo de DI (6 estudiantes españoles matriculados)
- Proyectos de espacios para movilidad terrestre, aérea y marítima, del sexto semestre para el grupo de DI (6 estudiantes españoles matriculados).

En total se ha tenido ocho experiencias sin ningún abandono entre el alumnado por motivo de no poder seguir el ritmo. La programación ha necesitado ajustes y se han priorizado técnicas de aprendizaje activo, ya que la participación del estudiante en el proceso lo motiva y lo compromete. (Noguero, 2012, p 87).

El plan de acción incluye la recogida de datos que tengan relevancia administrativa y metodológica, es decir, ayuden a diseñar un nuevo sistema para la educación superior que recoja las competencias lingüísticas en lengua extranjera.

El análisis del impacto del proceso en el alumnado será lo que de las pistas para una investigación posterior que resulte en una propuesta concreta a la administración que resuelva el problema. Para ello, se ha diseñado una encuesta inspirada en las 4 C's: Content, Cognition, Communication and Culture. (Coyle, 2010).

El enfoque de las 4 C's se aplicaba al diseño de unidades didácticas con enfoque CLIL (Content and Language Integrated Learning). Aquí se va a emplear para analizar 3 aspectos:

- Los contenidos: el aprovechamiento de los contenidos propios de la asignatura.
- La comunicación: la evolución en las aptitudes comunicativas en lengua extranjera.
- El desarrollo personal: aspectos cognitivos y culturales.

3. METODOLOGÍA

Se ha utilizado la escala Likert (de 1 a 5) donde el alumnado especifica el nivel de acuerdo o desacuerdo según 5 opciones:

Tabla 1. Preguntas encuesta

Nivel	Descripción
1	totalmente en desacuerdo
2	en desacuerdo
3	ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	de acuerdo
5	totalmente de acuerdo

Hay 7 ítems relacionados con las 4 Cs y una pregunta de control para establecer el grado de fiabilidad de las respuestas.

Las medias obtenidas de los grados de acuerdo o desacuerdo se interpretan según los rangos:

Tabla 2. Opciones de respuesta

Rango	Descripción
[1.0-2.0]	genuinamente en desacuerdo
[2.1-2.5]	moderadamente en desacuerdo
[2.6-3.4]	sin una clara opinión formada
[3.5-3.9]	moderadamente de acuerdo
[4.0-5.0]	genuinamente de acuerdo

El grado de fiabilidad u honestidad en las respuestas se va a determinar comparando la pregunta de control (la primera) con la última. Ambas hacen referencia al mismo concepto, pero la respuesta ha de ser simétricamente opuesta, es decir, una fiabilidad del 100% vendría dada por una diferencia igual entre el 3 (punto medio) y el resultado de ambos ítems. Si la primera es mayor a 3, la última ha de ser menor a 3 en la misma medida.

El porcentaje de fiabilidad se obtendrá con la fórmula:

$$fiabilidad = 100 - \frac{diferencial}{MáximaDiferencia} \times 100 \quad (1)$$

$$diferencial = [3 - media primera pregunta] + [3 - media última pregunta] \quad (2)$$

La máxima diferencia es la distancia entre la posición óptima de la respuesta y la más alejada posible.

Lista de afirmaciones y su relación con los aspectos evaluados:

Tabla 3. Afirmaciones

código	aspecto	Afirmación a valorar
A	control	De haber cursado la asignatura en castellano hubiera aprendido más contenidos propios de la asignatura.
B	comunicación	He mejorado mis conocimientos de inglés a nivel de documentación. Me resulta más fácil ahora leer y escribir en inglés.
C	comunicación	He mejorado mi capacidad de comprensión del inglés hablado. Entiendo mejor lo que dicen.
D	comunicación	He mejorado mi capacidad de comunicación. Puedo expresarme en inglés mejor que antes.
E	cognición	He mejorado mi capacidad de aprender por mí mismo, me siento más autosuficiente de lo que lo sería de haber cursado la asignatura en español.
F	cognición	Creo que he desarrollado más mi inteligencia de lo que lo habría hecho de haber cursado la asignatura en español.
G	cultura	Me siento más enriquecido culturalmente, con un mayor conocimiento y acceso a otras culturas de lo que lo sería de haber cursado la asignatura en español.
H	contenido	He podido aprender la misma cantidad de contenidos de la asignatura comparado con los que hubiera aprendido de haberlo hecho en español.

4. RESULTADOS

Se ha considerado agrupar los resultados por especialidad (Diseño de Interiores y Diseño Gráfico) y diferenciar la experiencia previa del alumnado, es decir, discriminar si se está evaluando la primera asignatura recibida en inglés, la segunda o la cuarta.

Las 7 afirmaciones se agrupan en los 3 aspectos:

- Contenido: puntuación H de la tabla 3
- Comunicación: representa la media de las puntuaciones B, C y D.
- Desarrollo personal: la media de E, F y G.

Se darán los resultados en la escala de 1 a 5 y en una escala de 0 a 10, más comprensible.

La equivalencia entre escalas es lineal, con los extremos siguientes:

Tabla 4. Equivalencias

Escala (1 - 5)	Escala (0 - 10)
1	0
5	10

En los estudios de Diseño de Interiores tenemos encuestas de dos grupos de opinión:

- alumnado que evalúa una 2ª asignatura recibida en inglés (9 encuestas: 5 encuestas de curso 13/14 y 4 encuestas del curso 14/15).
- alumnado que evalúa una 4ª asignatura: 6 encuestas del curso 14/15.

Las medias obtenidas en la escala 0 a 10:

Tabla 5. Medias entre 0 y 10 en Diseño de Interiores

Diseño Interiores	Contenido	Comunicación	Desarrollo personal	Fiabilidad
2ª asignatura	3'33	6'57	5'28	83'3%
4ª asignatura	7'92	6'67	6'81	89'4%

Medias en la escala 1 a 5:

Tabla 6. Medias entre 0 y 5 en Diseño de Interiores

Diseño Interiores	Contenido	Comunicación	Desarrollo personal	Fiabilidad
2ª asignatura	2'33	3'63	3'11	83'3%
4ª asignatura	4'17	3'67	3'72	89'4%

La lectura de los resultados de la tabla 6 en base a los criterios de la tabla 2 ofrece la siguiente interpretación: La fiabilidad se ha obtenido aplicando la ecuación (1).

Relativo a los contenidos, el alumnado que ha cursado 2 asignaturas piensa que en la segunda asignatura habría podido aprender más contenidos de haber recibido la enseñanza en español. Sin embargo, el alumnado que ha cursado 4 piensa que en la cuarta ha aprendido lo mismo que en caso de haberla recibido en español.

Relativo a las competencias comunicativas en inglés, todos los grupos de alumnado consideran que han mejorado.

En cuanto al desarrollo personal, el alumnado que ha recibido una segunda asignatura en inglés no tiene una opinión clara, mientras que los estudiantes que han recibido una cuarta asignatura piensan que han mejorado en el plano cognitivo y cultural.

En los estudios de Diseño Gráfico tenemos encuestas de un grupo de opinión:

- alumnado que evalúa una 1ª asignatura recibida en inglés (23 encuestas: 12 encuestas de curso 13/14 y 11 encuestas del curso 14/15).

Medias obtenidas en la escala 0 a 10:

Tabla 7. Medias entre 0 y 10 en Diseño Gráfico

Diseño Gráfico	Contenido	Comunicación	Desarrollo personal	Fiabilidad
1ª asignatura	6'09	6'16	7'10	92'6%

Medias en la escala 1 a 5:

Tabla 8. Medias entre 0 y 5 en Diseño Gráfico

Diseño Interiores	Contenido		Comunicación	Desarrollo personal	Fiabilidad
1ª asignatura	3'44		3'46	3'84	92'6%

La lectura de los resultados de la tabla 8 en base a los criterios de la tabla 2 ofrece la siguiente interpretación: El alumnado no tiene una clara opinión de si hubiera aprendido la misma cantidad de contenidos de haber cursado la asignatura en español. La puntuación en comunicación denota una percepción de mejora moderada en las competencias comunicativas en inglés.

Por último, el alumnado de Diseño Gráfico piensa que ha mejorado su desarrollo personal.

5. CONCLUSIÓN

La viabilidad de impartir en inglés a todo el alumnado de las EASD ha quedado demostrada. 8 asignaturas de diferentes cursos y especialidades se han impartido y en la actualidad esta situación forma parte de la rutina del Centro de Orihuela.

En todas las encuestas el alumnado ha percibido una mejora en las competencias comunicativas tras recibir una asignatura en inglés, ya sea esta una primera, una segunda o una cuarta.

En cuanto al contenido, los resultados indican que se asimilan mejor una vez el alumnado ha cursado 3 asignaturas. La experiencia docente apunta en la misma dirección. Habría de plantearse aumentar el número de créditos de las primeras asignaturas que reciba el alumnado, de modo que disponga de más horas lectivas y de trabajo autónomo para poder asimilar mejor los contenidos.

En resumen, los resultados indican que impartir asignaturas en inglés para asegurar las competencias comunicativas es una solución adecuada. Surgen los siguientes interrogantes:

- El número de asignaturas necesario.
- La forma de repartirlas a lo largo del periodo formativo.
- Definir la metodología docente que mejor favorezca la adaptación del alumnado y si ha de variar a lo largo del proceso.
- La adaptación al EEES en términos de una posible modificación del número de créditos ECTS de las asignaturas.
-

Se propone contar con profesionales del diseño y de la docencia para realizar *focus groups* o entrevistas. Junto con un estudio bibliográfico y los datos de campo se podría fundamentar una propuesta concreta a la administración educativa, en este caso el ISEACV.

6. REFERENCIAS

Doyle, D., Hood, P., y Marsh, D. (2010). *CLIL Content and Language Integrated Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.

España. ORDEN 26/2011, de 2 de noviembre, de la Conselleria de Educación, Formación y Empleo, por la que se establecen y autorizan los planes de estudio de los centros de enseñanzas artísticas superiores de diseño dependientes del ISEACV conducentes a la obtención del título de Graduado o Graduada en Diseño. DOCV, 10 de noviembre de 2011, num. 6648, p 36851- 36996

Ferreiro Gravié, R. y Espino Calderón, M. (2009). *El ABC del aprendizaje cooperativo*. México: Trillas.

Latorre, A. (2003). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona. Editorial Graó.

FORMAS BIOINSPIRADAS CON BASE MATEMÁTICA COMO RECURSO EN DISEÑO INDUSTRIAL

Parras-Burgos, Da

Universidad Nacional de Educación a Distancia, España.
dparrasburgos@gmail.com

Domínguez, Mb

Universidad Nacional de Educación a Distancia, España.
mdominguez@ind.uned.es

RESUMEN

Hoy en día, debido a la alta competitividad existente en el mercado, resulta necesario diferenciar aquellos productos que cumplen una misma función. Esta tarea de creatividad por parte del diseñador industrial puede resultar difícil si no recurre a diversas fuentes de inspiración en busca de la forma más atractiva. La biomímesis es la ciencia que estudia la naturaleza como fuente de inspiración para resolver aquellos problemas humanos que la naturaleza ha resuelto en un laboratorio con millones de años de experiencia. Pero desde un punto de vista formal, la naturaleza también ofrece una gran cantidad de geometrías y texturas que se pueden utilizar para desarrollar el diseño de un producto. Si se realiza una mirada más profunda en la naturaleza, se puede comprobar que ésta se rige por leyes o modelos matemáticos, tal vez ésta sea la razón por la que estas formas resulten bellas y armoniosas y provoquen emociones a quien las contempla. ¿Por qué no utilizar formas inspiradas en la naturaleza, creadas desde un punto de vista matemático, para el diseño de productos?

Palabras clave: Biomímesis, modelos matemáticos, creatividad, diseño de producto.

ABSTRACT

Nowadays, due to high competitiveness in the market, it is necessary to differentiate products that serve the same purpose. This task of creativity by the industrial designer may be difficult if he or she does not use various sources of inspiration in their quest. Biomimicry is the science that studies nature as a source of inspiration to solve human problems that nature has solved in a laboratory with millions of years of experience. But from a formal point of view, nature also offers a large number of geometries and textures that can be used to develop the design of a product. If you take a deeper look at nature, you can verify that it is governed by laws or mathematical models; perhaps this is the reason why these forms are beautiful and harmonious and provoke emotions in the people who contemplate them. Why not use forms inspired by the nature, created from a mathematical point of view, to product design?

Keywords: Biomimicry, mathematics models, creativity, product design.

1. INTRODUCCIÓN.

Es difícil saber cuándo un producto tendrá éxito en el mercado, es destacable la opinión que resalta la relación entre los objetos, el ser humano y el entorno y que pone en relieve las diferentes funciones de un producto para poder conseguirlo. Según Burdeck (1994), a este grupo de funciones (estético-formales, indicativas y simbólicas) son el lenguaje a partir del cual, un producto se comunica con el usuario, siendo su objetivo satisfacer las necesidades para el cual fue diseñado. Según Loback (1991), el usuario percibe estas funciones durante su uso, y se manifiestan en los objetos desde una apariencia formal (función formal-estética), desde un punto de vista psicológico (función simbólico-comunicativa) y en su utilización (función práctica).

El diseñador industrial debe conseguir una simbiosis entre forma y función cuando trabaja en el diseño de un producto, consiguiendo que la forma comunique la función para la cual fue diseñado, y además sea visualmente atractivo para conmovir al usuario.

La creatividad (Wikipedia) se puede definir como la capacidad de generar nuevas ideas o conceptos, o de nuevas asociaciones entre ideas y conceptos conocidos, que habitualmente producen soluciones originales. Cuando un diseñador industrial tiene el reto de buscar una solución formal al diseño de un producto, puede necesitar recursos o fuentes de inspiración que le ayuden a encontrar la forma idónea, una de estas fuentes puede ser la naturaleza.

2. BIOMÍMESIS O BIOMIMÉTICA.

En la naturaleza existe un laboratorio de casi 3,8 billones de años donde la naturaleza ha tenido un proceso constante de ensayo y error para definir y refinar los organismos, sus procesos y materiales en el planeta Tierra (Raipally, 2014).

Otto Herbert Schmitt, ingeniero e inventor, fue el primero que acuñó el término biomimética para describir la transferencia de ideas de la biología a la tecnología (Vincent, 2006). Otro término que también aplica soluciones biológicas a la tecnología es biónica, que fue acuñado en 1960 por el psiquiatra e ingeniero Jack Steele (McCarty, 2009). Unos años más tarde, Janine Benyus, en su libro de 1997 (Benyus, 1997), popularizó el término biomimesis que lo definía como “una nueva ciencia que estudia los modelos de la naturaleza y luego imita o se inspira en estos diseños y procesos para resolver problemas humanos”. Esta autora ha trabajado durante muchos años en este campo desarrollando numerosos recursos para extender el interés sobre esta materia (Arnarson, 2011). En la página de internet de Biomimicry Institute (Biomimicry.org), se pueden encontrar numerosos ejemplos de la utilización de la biomimesis en diferentes disciplinas.

Dentro de la biomimética, ha tenido un gran empuje la investigación en ingeniería, teniendo como referente la naturaleza como fuente para la resolución de problemas técnicos (Vincent, 2006). En este campo, Vakili et al. (2001) presentan una estrategia para la búsqueda de analogías biológicas a través de múltiples niveles de organización. Estas metodologías se pueden aplicar a otras disciplinas donde ya se encuentran numerosos ejemplos resueltos con éxito. Dentro del campo del diseño de producto están surgiendo numerosas metodologías de trabajo para obtener mejoras funcionales de un producto (López-Forniés, 2012; Versos, 2011; Coelho, 2010).

La comprensión, el aprendizaje y la práctica de este enfoque de diseño es un reto porque los biólogos e ingenieros hablan idiomas diferentes, tienen diferentes puntos de vista sobre un mismo diseño (Vattam, 2007), es por eso que hay numerosos estudios sobre la aplicación de metodologías en cursos (Hsiao, 2007), donde los estudiantes, mediante el análisis morfológico y el pensamiento abstracto de la forma, obtienen soluciones óptimas y viables. La idea es introducir a los estudiantes actividades para buscar soluciones a problemas de ingeniería buscando analogías con la naturaleza (Helms, 2009).

En el fondo, lo que existe en este proceso de diseño es un método de inspiración basado en la analogía (Wikipedia) este concepto se define como la comparación o relación entre varias razones o conceptos; comparación o relación de dos o más seres u objetos, a través de la razón, señalando características generales y particulares, generando una propiedad que está claramente establecida en el otro. Una de las características del diseño de ingeniería es la fase de la síntesis del diseño en el que la creatividad del diseñador proviene de jugar con distintas soluciones que cumplan las necesidades marcadas (Chakrabarti, 2011).

Lepora et al. (2013) nos presentan un estudio donde analiza el estado del arte de esta disciplina y nos transmite la idea de que la biomimética se está convirtiendo en un paradigma dominante para la robótica, la ciencia de los materiales y otras disciplinas tecnológicas, con un impacto social y económico sobre esta década y en el futuro.

3. APLICACIÓN DE FORMAS DE LA NATURALEZA AL DISEÑO DE PRODUCTO.

Existen dos formas de aplicar la biomimética, desde una “visión reduccionista” (o biomimetismo superficial) o una “visión holística” (o biomimetismo de profundidad). La visión reductiva consiste en una transferencia de “tecnologías biológicas” en el dominio de la ingeniería/diseño, mientras que la visión holística ve la biomimética como una forma de conseguir productos ecológicamente sostenibles, es decir, productos que no dañen el medio ambiente en su fabricación, uso o deshecho. Cuando se habla de la aplicación biomimética en el diseño, Benyus divide el biomimetismo en tres niveles (Fig. 1); un primer nivel reductivo o superficial, que consiste en una imitación de la forma natural, un segundo nivel, que consiste en la imitación de un proceso natural, un poco más profundo que el anterior y que resulta más sostenible porque los procesos naturales no dañan la naturaleza, y un tercer nivel, que imita a los ecosistemas naturales y se clasifica como biomimetismo profundo o integral, aquí se considera la forma en la que la naturaleza se organiza para producir sin dañar el medio ambiente, el todo como parte de un sistema. En definitiva, se considera la visión holística de la biomimética un enfoque orientado al eco-diseño (Volstad, 2008).



Fig.1 Niveles de la biomimética.

La inspiración en formas de la naturaleza para el diseño de producto no es nueva, existen muchos diseñadores que ya utilizan estos recursos, desde un punto de vista formal, como modelo para sus diseños. Tavsan et al. (2015) nos presentan este método, concretamente en diseño de mobiliario, consiguiendo objetos atractivos y emocionantes (Fig. 2-3).



Fig. 2. Sillón inspirado en un lirio (Bashrova, 2012).



Fig. 3. Mesa inspirada en partes del cuerpo de una mantis (Uribe, 2010)

4. APLICACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS EN DISEÑO DE PRODUCTO.

Tradicionalmente, en el desarrollo de productos, suele ser necesaria la utilización de varias iteraciones para conseguir el éxito, teniendo como limitaciones de la ingeniería, la fabricación y la estética, Nordin et al. (2011) proponen un enfoque alternativo que permite una mejor integración del diseño industrial en el proceso de desarrollo de productos, y un aumento del repertorio creativo de diseñadores industriales, que se traduciría en la mejora significativa de las perspectivas de personalización de productos. El proceso de diseño industrial puede beneficiarse del uso de morfologías avanzadas y estéticamente interesantes que emanan de las áreas de las matemáticas y la naturaleza. Estas morfologías complejas, solo pueden ser manipuladas (analizadas y representadas) por medio de algoritmos específicos.

La utilización de modelos matemáticos para el diseño de productos tiene múltiples aplicaciones, entre ellas, la personalización de productos desde un punto de vista funcional, fomentando además el aspecto creativo (Qi, 2014).

El uso de superficies y funciones matemáticas es también multidisciplinar, incluso en diseño de moda se puede encontrar este tipo de aplicación (Liu, 2010; Baser, 2012).

Hsiao et al. (2010) presentan una herramienta donde aplicando algoritmos genéticos y la ingeniería Kansei, transforman las concepciones psicológicas de los consumidores en variables lingüísticas. Se utilizó el programa Matlab para permitir a los diseñadores industriales simular la lógica del consumidor y obtener el modelo 3D más adecuado (Fig. 4).

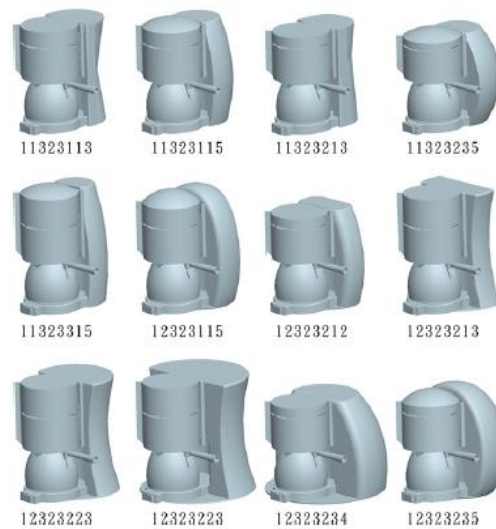


Fig. 4. Modelos ensamblados de 12 soluciones óptimas (Hsiao et al., 2010).

5. FORMAS BIOMIMÉTICAS VS. MODELOS MATEMÁTICOS.

La naturaleza tiene una gran cantidad de formas y texturas que pueden servir como fuente de inspiración para conseguir diseños estéticamente atractivos, funcionales y emocionantes (Volstad, 2008).

La portada de la Biblia Moralisée del siglo XIII retrata una figura de Dios inclinado sobre el mundo, usando un compás para medir e inscribir sus límites. Bajo el título “Dios como arquitecto del mundo”, representa el uso de un instrumento matemático para determinar las propiedades funcionales, simbólicas y estéticas del universo. El compás es un símbolo de todas las posibles formas en que la matemática se utiliza para apoyar el diseño (Ostwald, 2015).

Theodore Cook, en su libro “Las curvas de la vida” (Cook, 1979), habla de Alfred Wallace, uno de los padres de la teoría de la evolutiva moderna, que dice “la condición básica de las formas exquisitas de la naturaleza es no producir líneas rectas, pero si una interminable variedad de curvas, y espirales”. Concretamente en el cuerpo humano se pueden encontrar muchas de estas formas curvas y superficies complejas (Scoble, 2014). A lo largo de la historia se han utilizado formas geométricas existentes en la naturaleza que el hombre ha utilizado en todos los aspectos de su vida (Richtarikova, 2014; Scriba, 2015). ¿Porque las matemáticas que nos rodean a través de la naturaleza son atractivas visualmente? Emmer (2005) nos presenta en su artículo, algunas reflexiones de ilustres matemáticos y artistas sobre la matemática y su relación con la belleza y la estética en el arte:

Robert Musil escribió que la matemática “es la destilación más pura que el pensamiento exacto ha extraído de los esfuerzos del hombre por comprender la naturaleza, por impartir orden a la confusión de los acontecimientos que se producen en el mundo físico, por crear belleza satisfacer la inclinación natural del cerebro sano a ejercitarse”.

El matemático George David Birkhoff (1884-1944) llegó a dar una fórmula explícita de la sensación del placer estético. En el ámbito de la estética se puede reconocer y cuantificar un orden de tipo matemático determinada por factores de orden como la simetría, la rotación, el equilibrio, la simplicidad, etc.

Desde un punto de vista de superficies o efectos que se encuentran en la naturaleza, hay diferentes estudios donde se aplican cálculos y modelos matemáticos para su representación (Xu, 2014).

Stoop et al. (2015) presentan un nuevo método que a partir de modelos matemáticos consiguen modelizar la aparición de pliegues en superficies curvas, emulando, por ejemplo, las arrugas que surgen en la piel de una uva cuando se seca. Las conclusiones son que, cuanto más curva es la superficie, más tienden las arrugas a adoptar formas hexagonales, y cuanto más delgada es la película elástica, más laberínticos resultan los pliegues (Fig. 5).

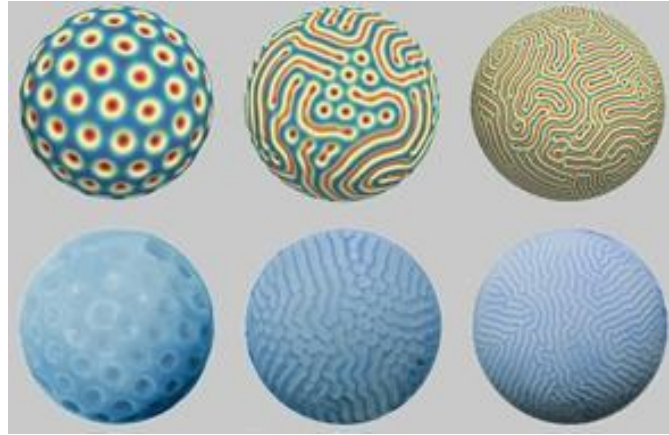


Fig. 5. Morfologías macroscópicas y microscópicas de las arrugas de películas delgadas rígidas sobre sustratos blandos esféricamente curvados (Stoop et al., 2015).

Cuando la intención es emular una superficie de la naturaleza para aplicar esa idea en el diseño de un producto, no es necesario que el modelo matemático genere una superficie exactamente igual a la natural, como se mostraba en los casos anteriores, la intención en este estudio, es utilizar ideas de la naturaleza como fuente de inspiración y que los modelos matemáticos sean una herramienta en ese camino.

En una exposición de la Real Sociedad Matemática Española (De La Mata, 2011) propusieron interesantes superficies algebraicas emulando, en muchas de ellas, formas que se encuentran en la naturaleza (Fig. 6).



Fig. 6. Superficies algebraicas emulando un limón y un virus (De La Mata, 2011).

En este sentido, existen ya estudios donde se plantean metodologías para utilizar funciones matemáticas que sirvan para obtener superficies que luego se puedan aplicar en diseño de producto (Martín, 2015).

6. CONCLUSIONES.

El diseñador industrial tiene un reto cuando se enfrenta al diseño de un producto, y necesita de recursos para inspirarse, uno de ellos puede ser la naturaleza. La biomímesis es la ciencia que estudia e imita la naturaleza para múltiples aplicaciones, y se puede hacer de forma superficial/reductiva o profunda/holística. Este estudio se basa en la primera, buscando ideas de la naturaleza para inspirar formas en el diseño de

objetos. Haciendo una mirada profunda en la naturaleza se puede comprobar que está gobernada por leyes matemáticas, por lo tanto, se podría utilizar este aspecto para el modelado de formas muy concretas. La utilización de herramientas computacionales para cualquier fase del desarrollo de un producto está a la orden del día. Se pueden seguir modelos matemáticos para diseñar aspectos funcionales de un producto y también se pueden utilizar para diseñar aspectos formales. La utilización de modelos matemáticos, inspirados en la naturaleza, puede ser una herramienta útil, en la fase de modelado, para el diseño y desarrollo de un producto.

7. REFERENCIAS.

- Arnarson, P. Ö. (2011). "Biomimicry". Reykjavík University.
- Başer, G. (2012). Mathematical modeling of aesthetic values for fashion design. *Journal of Textiles and Engineer*, 19(88), 13-27. doi: 10.7216/130075992012198803
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. William Morrow, New York.
- Bürdek, B. E. (1994). *Diseño: historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Editorial Gustavo Gili.
- Chakrabarti, A., Shea, K., Stone, R., Cagan, J., Campbell, M., Hernandez, N. V., & Wood, K. L. (2011). "Computer-based design synthesis research: an overview". *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 11(2), 021003.
- Coelho, D. A., & Versos, C. A. (2010). "An approach to validation of technological industrial design concepts with a bionic character". Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Design and Product Development (ICDPD'10).
- Cook, T. A. (1979). *The curves of life: being an account of spiral formations and their application to growth in nature, to science, and to art: with special reference to the manuscripts of Leonardo da Vinci*. Courier Corporation.
- De la mata, F. D., & Llera, L. M. A. (2011). "Imaginary: una mirada matemática". *Alkaid: revista multitemática*. (11), 80-85.
- Emmer, M. (2005). "La perfección visible: matemática y arte". *Artnodes*.
- Helms, M., Vattam, S. S., & Goel, A. K. (2009). "Biologically inspired design: process and products". *Design Studies*, 30(5), 606-622. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2009.04.003>
- Hsiao, H., & Chou, W. (2007). "Using biomimetic design in a product design course". *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 6(1), 31.
- Hsiao, S.W., Chiu, F.Y., & Lu, S.H. (2010). "Product-form design model based on genetic algorithms". *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(3), 237-246. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2010.01.009>
- Lepora, N. F., Verschure, P., & Prescott, T. J. (2013). "The state of the art in biomimetics". *Bioinspiration & Biomimetics*, 8(1), 11. doi: 10.1088/1748-3182/8/1/013001
- Liu, Y.J., Zhang, D.L., & Yuen, M. M.F. (2010). "A survey on CAD methods in 3D garment design". *Computers in Industry*, 61(6), 576-593. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2010.03.007>
- Lobach, B. (1991). *Diseño industrial*. Editorial Gustavo Gili, S.A.
- López-Forniés, I., & Berges-Muro, L. (2012). "Diseño conceptual de productos. Un enfoque biomimético para la mejora de funciones". *Dyna Ingenieria e Industria*, 87.

- Martín Amundarain, I.; Romero Cuadrado, L.; Domínguez Somonte, M. (2015). "The use of mathematical functions in product design". Paper presented at the XXV Congreso Ingeggraf, Donostia-San Sebastián.
- Mccarty, M. (2009). "Life of Bionics Founder a Fine Adventure". Dayton Daily News. Thursday, January, 29, 2009.
- Nordin, A., Hopf, A., Motte, D., Bjärnemo, R., & Eckhardt, C. C. (2011). "An approach to constraint-based and mass-customizable product design". *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 11(1). doi: 10.1115/1.3569828
- Ostwald, M. J., & Williams, K. (2015). "Mathematics in, of and for Architecture: A Framework of Types Architecture and Mathematics from Antiquity to the Future". Springer, (pp. 31-57).
- Qi, T., Fang, S., & Liu, C. (2014). "The application of mathematical modeling in product process design". Paper presented at the 2014 International Conference on Mechatronics, Electronic, Industrial and Control Engineering, MEIC 2014.
- Raipally, A. (2014). "Redesigning of industrial product design systems on biological lines". Paper presented at the SPIE.
- Richtáriková, D. (2014). "The role of basic geometrical patterns". Paper presented at the 13th Conference on Applied Mathematics, APLIMAT 2014, Bratislava.
- Scoble, H. O., & White, S. N. (2014). "Compound complex curves: The authentic geometry of esthetic dentistry". *Journal of Prosthetic Dentistry*, 111(6), 448-454. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.10.025
- Scriba, C. J., & Schreiber, P. (2015). *5000 years of geometry: Mathematics in history and culture*. Springer Basel.
- Stoop, N., Lagrange, R., Terwagne, D., Reis, P. M., & Dunkel, J. (2015). "Curvature-induced symmetry breaking determines elastic surface patterns". *Nat Mater*, 14(3), 337-342. doi: 10.1038/nmat4202
- Tavsana, F., & Sonmez, E. (2015). *Biomimicry in Furniture Design*.
- Vakili, V., & Shu, L. H. (2001). "Towards biomimetic concept generation". Paper presented at the Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference.
- Vattam, S., Helms, M. E., & Goel, A. K. (2007). "Biologically-inspired innovation in engineering design: a cognitive study".
- Versos, C. A., & Coelho, D. A. (2011). "An Approach to Validation of Industrial Design Concepts Inspired by Nature". *Design Principles and Practices: An International Journal*, 5(3), 535-552.
- Vincent, J. F., Bogatyreva, O. A., Bogatyrev, N. R., Bowyer, A., & Pahl, A.K. (2006). "Biomimetics: its practice and theory". *Journal of the Royal Society Interface*, 3(9), 471-482. doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2006.0127>
- Volstad, N. L., & Boks, C. (2008). "Biomimicry – a useful tool for the industrial designer?" Paper presented at the DS 50: Proceedings of NordDesign 2008 Conference, Tallinn, Estonia.
- Xu, F., Potier-Ferry, M., Belouettar, S., & Cong, Y. (2014). "3D finite element modeling for instabilities in thin films on soft substrates". *International Journal of Solids and Structures*, 51(21–22), 3619-3632. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2014.06.023>.

DIGITAL FABRICATION FOR COSMETIC PROSTHETICS - CASE STUDY MICROTIA

Marco De-Rossi-Estrada

Universitat Politècnica de València, España.
marderos@doctor.upv.es

Edison Arturo Murcia Arias

Universidad El Bosque, Colombia.
emurcia@unbosque.edu.co

Juan Sebastián Ávila Forero

Universidad El Bosque, Colombia.
avilajuan@unbosque.edu.co

RESUMEN

Este artículo compara herramientas de fabricación digital y sirve como punto de partida para implementar un proceso de fabricación digital en la práctica de anaplastología. Una idea central en la investigación fue la comparación de herramientas gratuitas y de bajo coste respecto a opciones más costosas, lo que suele ser un dilema para muchos que desean empezar a usar este tipo de herramientas. Entender los beneficios y desventajas de las alternativas de bajo coste ayuda a tomar decisiones informadas sobre cuando es mejor utilizarlas. El proceso usado para evaluar estas tecnologías se basa en un flujo de fabricación común en el diseño industrial, y como caso médico se tomó la Microtia unilateral de grado tres, donde la oreja sana puede servir como referencia para la reconstrucción de la oreja afectada.

Palabras clave: Anaplastología, Prótesis Estética, Microtia, Diseño Industrial, Impresión 3D, Fabricación Digital, Bajo coste.

ABSTRACT

This article compares some of the available digital tools for modern anaplastology and gives a starting point for anyone interested in implementing them in their own workflow. A guiding idea for this article was to compare low cost and free tools and software to more expensive options, this is a frequent dilemma for most people who want to start. Understanding the benefits and drawbacks of the low-cost alternatives might make it easier to choose the best option for each case. The process to help compare these technologies was based on an industrial design workflow using digital technologies, and the anaplastology case study was a unilateral grade three microtia. This case study was selected to be able to use the functional ear as a base model for the reconstruction of the affected ear.

Keywords: Anaplastology, Cosmetic prosthesis, Microtia, Design, 3D printing, digital fabrication, low-cost.

1. INTRODUCTION

This article expands on a previous research (Edison Murcia, 2019) and is intended for anaplastologist, industrial designers and anyone interested in the process of fabricating cosmetic prosthesis using digital fabrication technologies. We consider it a basic starting point that can help decide what parts each specialist can offer to the process and if he or she must find a complementary professional to get the best possible result in their implementation.

New fabrication technologies open a new field of opportunities thanks to multidisciplinary collaboration, especially for the medical field, where the possibility of mass customization and patient specific manufacturing is becoming more widespread and has significant benefits to patient treatment (Chepelev, 2018) (Ni J, 2019) (Fei Xing, 2020).

To find out how to implement a digital workflow in anaplastology, designers and anaplastologists came together to analyze the traditional process and see where the digital workflow could improve results and reduce costs and time.

Digital fabrication is something that has been mostly reserved for the industrial manufacturing sector and used for decades by engineers and designers. There are many software packages and machines that are routinely used to solve fabrication steps, so by analyzing the anaplastology prosthesis process as a traditional manufacturing problem, designers were able to divide each part of the work and select the most appropriate technologies and techniques.

The process that was carried out to develop a cosmetic prosthesis was based on an industrial design workflow using digital technologies, taking as a case study the microtia, a congenital malformation of the auricular pavilion; emphasizing the unilateral grade three pathology. This case study was selected to be able to use the functional ear as a base model for reconstruction of the affected ear.

Microtia comes from the term micro, small and otia ear. It is a congenital malformation that can affect hearing and the outer ear, it is mostly unilateral and is 30% more frequent in males and it has a higher occurrence on the right ear (P Mastroiacovo, 1995).

According to resolution 8430 of 1993 (Ministerio de Salud colombiano, 1993), which regulates health research in Colombia, it is considered that this study is a risk-free research. The study presented was limited to a single case of unilateral grade three microtia with a single patient under controlled conditions and approval and collaboration by the patient.

2. STATE OF THE ART

Anaplastology is a non-physician specialization in medicine dedicated to patient rehabilitation using cosmetic prosthesis. (Merriam-Webster, 2020)

Because all patients are physically different, every prosthesis should be bespoke, making it a labor-intensive process.

The traditional process to make a cosmetic prosthesis involves molds to capture the shape of the patient, sculpting to reconstruct the missing or malformed part and finally fabrication of the prosthesis to recreate the natural feel and color.

The manufacturing of such prosthesis is often made by hand, with techniques and materials like other industries that require small batches of complex parts, like in dentistry, plastic arts or product prototyping. But just like in those other industries and many others, additive manufacturing has dramatically changed the process, speed and costs of producing individual custom made parts (Annunziata, 2019).

Additive manufacturing or 3D printing refers to many technologies that started to appear in the 1980's to assist fast prototyping and have continued to expand with new materials, processes and into many new industries.

These technologies can create objects by applying layers of material in a controlled manner, until the object is complete.

Just like many technologies, the first machines were complex, big and expensive, but as improvements were made and patents expired, many new manufacturers have entered the market with increasingly capable and increasingly cheaper machines, democratizing what is one of the most powerful manufacturing processes available (Annunziata, 2019).

There are advance machines that can print flexible materials with high precision and detail, as well as full color (Stratasys Ltd., 2020), but the mechanical properties, durability and biocompatibility are not at the same level of specialized silicone for cosmetic prosthesis.

Specific workflows and techniques are being developed to substitute traditional process in anaplastology with new digital manufacturing tools, starting from understanding how facial expression may change the shape of the prosthesis interface using high resolution 3D scanners (Lindsay McHutchion, 2020) .

Also due to the flexibility of the digital workflow, it is now possible to have access to databases of high quality anatomical models to improve results no matter the skill level of the anaplastologists (Alexey Unkovskiy, 2019).

At the moment, completely changing a traditional process in an established laboratory can be difficult and expensive, but there are those who are starting to take advantage of digital tools to improve parts of their process to reduce costs and time or improve quality.

And as in other fields of medicine, there is an important aspect of ensuring high quality and guaranty safety for the patient so new procedures and their results must be tested by safety institutions and the medical community (USA Food and Drug administration, 2020).

3. MATERIALS AND METHODS

With the experience of the anaplastologists and industrial designers, a digital workflow is formulated and followed to arrive at a cosmetic silicone prosthesis for a male patient with unilateral grade three microtia. This workflow is initially executed using industrial grade hardware and software, which requires significant investment but offers great accuracy, repeatability and ease of user.

This workflow will be used as a base comparison with other alternative technologies to evaluate if lower cost options can give an adequate result and serve as a more reasonable option for anaplastologists who want to start using digital manufacturing technologies but may have limited budget.

The results will be evaluated subjectively by three the designers, with varying levels of experience, and one anaplastologists on variables like ease of use, time to achieve expertise, surface quality, post processing needed and general result, also an objective evaluation will be done of cost and time.

3.1 INDUSTRIAL GRADE TOOLS

Figure 1 shows the outline of the workflow proposed to achieve an external ear prosthesis.

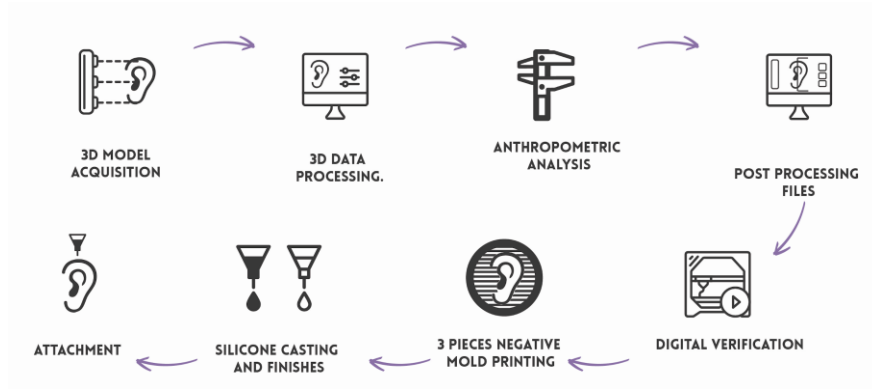


Fig. 1. Digital workflow. (De-Rossi-Estrada et al, 2019).

3.1.1 3D Model acquisition

3D data acquisition with Artec Eva 3D scanner (approx. 16.500 U\$S) (Artec 3D). The capture was made with the scanner in an environment with controlled natural light, resulting in an accurate capture in a short time. this technology does not need any type of preparation or complex configuration.

This 3D scanner model captures information through structured visible light which has no adverse effect on the patient. The information is stored as millions of points in a digital environment with a precision of 0.1 mm, there is also the added benefit of capturing the visual texture of the skin, which will help in the process of digital sculpture further on.



Fig. 2. Artec Eva 3D scanner (Artec, 2019)

3.1.2. 3D data processing

Artec Studio (approx. 2.000 U\$D) (Artec 3D) software was used. This program uses algorithms to optimize the point cloud that was obtained from the scanner, it cleans small errors and can create a closed polygonal mesh consisting of many connected polygons that can be exported in .OBJ or .STL formats to other design software to be further cleaned and transformed (Figure 3).



Fig.3. Digital model obtained from the 3D scanner as a point cloud. (De-Rossi-Estrada et al, 2019).

3.1.3. Anthropometric analysis

By using the micrometer (Instrument to measure thickness with great precision) measurements were taken to validate the morphology of the ear in a three-dimensional model from the scanner (Figure 4), determining the validity of certain parts of the ear such as the lobule, tragus, antitragus, scapha and helix (Figure 5); In the same way, a photography process was carried out simultaneously to support the sculpture process and later to give the surface finishes with painting techniques.



Fig. 4. Taking measurements with micrometer (De-Rossi-Estrada et al, 2019).

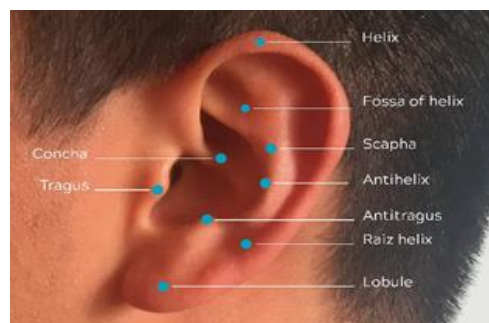


Fig. 5. Reference Photography with highlighted parts of the outer ear. (De-Rossi-Estrada et al, 2019).

3.1.4. Post processing files

Zbrush (895 U\$D) (Pixologic, 2020) software from Pixologic was used to make the digital sculpture. This is digital sculpting software with specialized tools to make organic shapes and complex models (Figure 6). Although this is a digital workflow the results of the 3D model is influenced in part by the skill of the person who carries out this sculptural process, but the overall shape, proportions, size and most anatomical details have been captured with the 3D scanner. This allows the sculptor to focus on refining the model to improve quality compared to the traditional process which completely depends on the expertise and artistic capabilities of the anaplastologist.

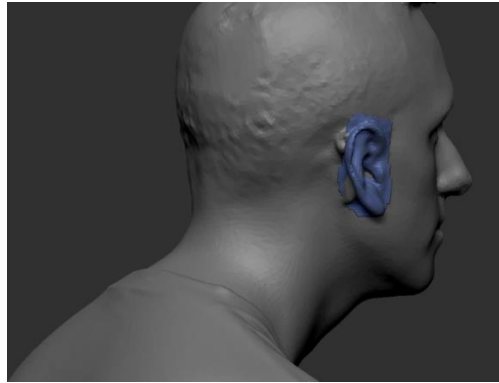


Fig. 6. 3D models in Zbrush. (De-Rossi-Estrada et al., 2020).

The desired result of this process is to have a silicone model of a healthy ear that will fit perfectly the microtitan ear of the patient. To get such a model, the shape of the patient's microtitan ear must be removed from the shape of the desired ear, this operation is called a Boolean subtraction, and can be done using those two models in Zbrush.

3.1.5. Digital verification

Rhinoceros 3D (995 U\$D) (Rhinoceros, n.d.) is a software widely used in the manufacturing industry by engineers and designers alike, it is a powerful, versatile, easy to use and economical software, it is not strictly necessary for this process, but it is an additional tool that allows to model with greater precision. After taking the patient's measurements and with the ear model positioned in Rhinoceros, the values were verified using the transverse and longitudinal planes (Figure 7).

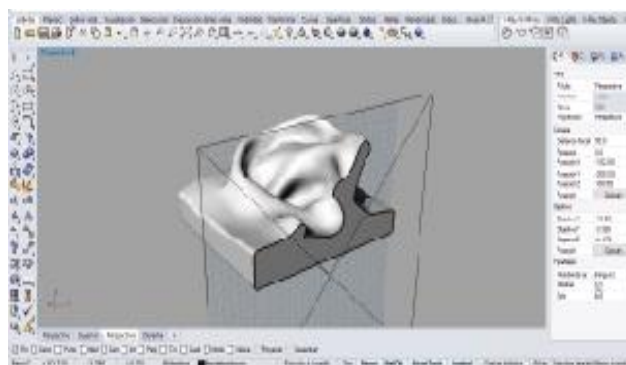


Fig. 7. Digital verification process in Rhinoceros. (De-Rossi-Estrada et al., 2019).

The mold was made using the negative shape of the ear prosthesis and cutting it into three parts, to make it possible to easily remove the casted silicone part (Figure 8).



Fig. 8. 3D printed mold designed in Rhinoceros. (De-Rossi-Estrada et al, 2019).

3.1.6. Mold 3D printing

A Stratasys Dimension 1200es (Approx. 30.000USD) (Stratasys Ltd., 2008) was used to print the mold. This is an old 3D printer that was launched in 2008 that many companies still use. The three parts of the mold printed using this Fused Deposition Modeling (FDM) printer took around 7 hours to print and used 7.5 USD of materials.

3.2. ALTERNATIVE TECHNOLOGIES

With the general process validated using reliable and professional equipment, we proceeded to search for mid and low-cost alternatives, this is crucial for mass adoption of a digital manufacturing process.

Industrial grade machines, materials and software can be over two orders of magnitude more expensive than low-cost entry-level alternatives, barring access to most individuals, researchers and institutions who want to start learning and incorporating these technologies.

As a reference point to determine what we considered low, mid and high end equipment, we separated them by approximate purchasing cost, and each group is separated by an order of magnitude of each other, for our specific case, the lowest cost 3D printer that we used, the Elegoo Mars, was purchased for under 300 USD, the Formlabs Form 2 and Ultimaker 3 printers costs around 3.000 USD and the Stratasys Dimension 1200 costs over 30.000 USD.

Hardware will always have an initial investment cost, but software has another category where you can get for free. We analyzed available software and divided it into 4 levels of cost: free, low (up to 200 USD), mid (Up to 1.000 USD) and high (Over 10.000 USD).

For this project, we used only free, low-cost and mid-range software, and from our initial trials, there was no significant benefit in investing above that level.

3.2.1. Data acquisition

The initial 3D acquisition of the reference model can be done with an inexpensive technology that can give good results and accuracy for the kind of models required.

Photogrammetry has become a popular alternative to expensive and delicate equipment for 3D scanning, especially when high dimensional precision is not required, as is the case for replicating human anatomy which has a natural deviation between both parts of the body (Vitor T.StuaniRafael, 2019).

Photogrammetry consists of taking multiple pictures of an object from different angles and using computer software to calculate the shape of that objects from those pictures. With recent advancements in computer graphics cards and general computing power, this process has become relatively fast, taking between a few minutes to an hour to generate a rough 3D model based on a few dozen pictures.

The biggest advantage of this technology is that almost any modern mid to high range smartphone camera has enough resolution and quality to get usable results. This process requires almost no additional investment as there are many free options available. For our tests, we used a Galaxy S7 that was released in 2016.

The greatest drawback of this technology is that the conditions for the pictures must be perfect: Good and consistent illumination, static subjects, focused and well-planned pictures.

This can be a source of frustration to anyone starting to use photogrammetry, as developing the technical understanding of how to take proper pictures can be time consuming.

Fortunately, for many cases, most pictures can give a 3D model that can be worked on and easily fixed (Figure 9).

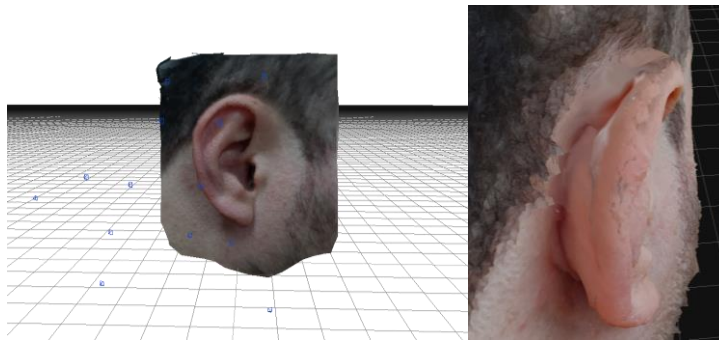


Fig. 9. Photogrammetry 3D reconstruction with some imperfections. (De-Rossi-Estrada et al, 2020).

The software used were Meshroom (free) (Alicevision, n.d.), 3DF Zephyr Free (free) (3DFlow, n.d.), 3DF Zephyr Lite (low cost), Agisoft Metashape standard (low cost).

For Anaplastology, most cases do not require more than 50 pictures, making 3DF Zephyr Free the best starting option, as it has reliable results even with suboptimal pictures, it is fast at processing pictures and can produce good quality 3D models.

The free software Meshroom did not work in some cases and pictures had to be of much better quality to complete the process to obtain any 3D mesh.

The results with the low-cost software were reasonably good, and although not better than the free version of 3DF Zephyr, they offer more options and the possibility to make higher resolution models with more pictures.

There are also other mid-range alternatives to data acquisition, with the development of depth cameras, that use the same principle as human vision, fast although low accuracy and low-resolution scanners are available.

For this test, the 3D scanner Isense (Approx. 500USD) (3D Systems, 2014) by 3D systems was also used (Figure 10), the most significant advantage over photogrammetry is that it captures the scale of the scanned object, which is important to help with accurate fitting of the prosthetic to the patient



Fig. 10. Using the Isense 3D scanner. (De-Rossi-Estrada et al, 2019).

3.2.2. 3D modeling software

3D modeling is a crucial step in transforming the 3D data acquired into a proper model for printing.

There are many software available, there are some general categories, one is a very common group of software packages, called CAD (Computer Aided Design) software and are widely used in manufacturing, it allows to create 3D models with precise dimensions with high tolerances. This kind of software is well suited for mechanical components.

For anatomical models, this kind of software is not the proper tool and trying to work with them will hinder progress.

There are 3D modeling software specialized in sculpting, transforming and fixing such meshes, and it is within this category that alternatives were evaluated.

As with 3D printers and other software, the price range for software has different levels, including many powerful free and open source options.

For our tests, we tried Blender (free) (Blender, 2020), Meshmixer (free) (MeshMixer, 2020), ZBrushCore (low cost) (Pixologic, 2020) and Mudbox (low-cost subscription) (Autodesk, 2020).

Blender is a free powerful 3D modeling software, it is similar to many high level software that can cost thousands of dollars, and although it is powerful and free, it is a complex tool, that can discourage adoption.

Meshmixer is a free software that allows mesh editing, sculpting and fixing, it has been widely adopted for 3D printing preparation, it is also easy to use and has most tools needed for this kind of project, a drawback is that it is not a very optimized software, it can be very slow, crash and behave unpredictably.

As a free software to start learning it is a perfect first step, but in the long run it is not a tool for professionals and other software should be used.

ZBrush is a powerful software for mesh manipulation, and ZBrushCore is a low-cost version with the fundamental tools for sculpting, manipulating and fixing meshes, it is particularly appropriate for complex organic shapes, like human models. It requires much training and it is a somewhat a counter intuitive software, but once a basic level of expertise has been achieved, it has a fast and capable workflow, ideal for a professional who needs high quality results and high productivity.

Mudbox is a professional software from Autodesk that is subscription based and can be paid monthly or annually (85 U\$D/year), it is a good balance of capabilities, ease of use and price.

To evaluate the results of these tools, the ear model obtained using photogrammetry was used and 15 minutes were given to each participant to reach a printable model (figure 11).

In all three cases the results were usable, and for all software, a good level of expertise was required to fix all the problems with the original mesh.

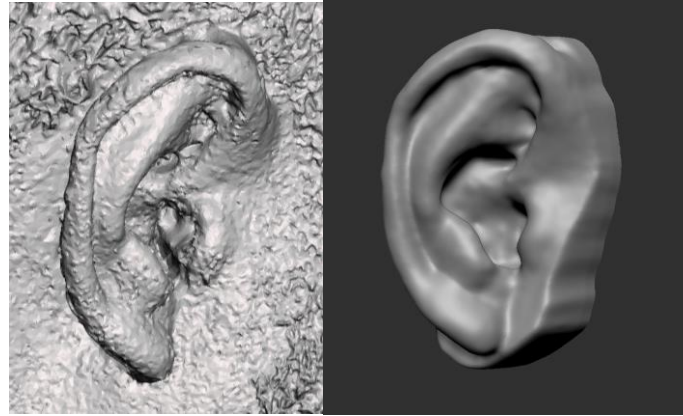


Fig. 11. 3D model from photogrammetry and model after cleaning and sculpting. (De-Rossi-Estrada et al, 2020).

3.1.3. 3D printers

In general, all 3D printers are good at creating complex objects that could not be created with other manufacturing processes. Another characteristic that separates them from other manufacturing alternatives, is how inexpensive it can be to create a unique part. In essence, the 3D printer does not care if it is making 100 copies of the same object or 100 variations, so mass personalization becomes possible, and the great advantage for medical manufacturing, as you can easily configure a printer to make just one unique device for each patient, as each patient requires in most cases a single copy of that object (Annunziata, 2019).

There are a wide range of technologies available for 3D printing and selecting one technology over another can be a complex endeavor (Redwood, 2019). There are some advanced machines, that use material jetting technology, that can print intricate shapes with millions of colors and material variables that can in essence print a near perfect replica of a human part, with detail to the level of the pore and the shade and texture of the human skin, but such machines are extremely expensive, reaching more than 250.000 U\$D and even the materials can cost 350 U\$D the kilogram (Computer Aided Technology, 2020).

As with many technologies, the key is finding the best balance of capabilities, ease of use and cost (cost of the machine, materials, consumables, and labor)

Another paradigm shift in thinking about 3D printing in general, is that you do not have to print the actual object, you can print the tools, guides and molds that allow you to manufacture the object, in this case, the approach has been to create through 3D printing a mold to cast the silicone, this simplifies the manufacturing process by using the best material for the mold and expands the selection of materials for the actual prosthetic itself, as most medical grade silicones cannot be directly 3D printed, even with the most advanced machines.

Two types of technology were selected: One was Stereolithography, with high detail and another one was fused deposition Modeling.

These printers are at a low level and mid-level budget and are orders of magnitude cheaper than the printer used for the initial test (figure 12).

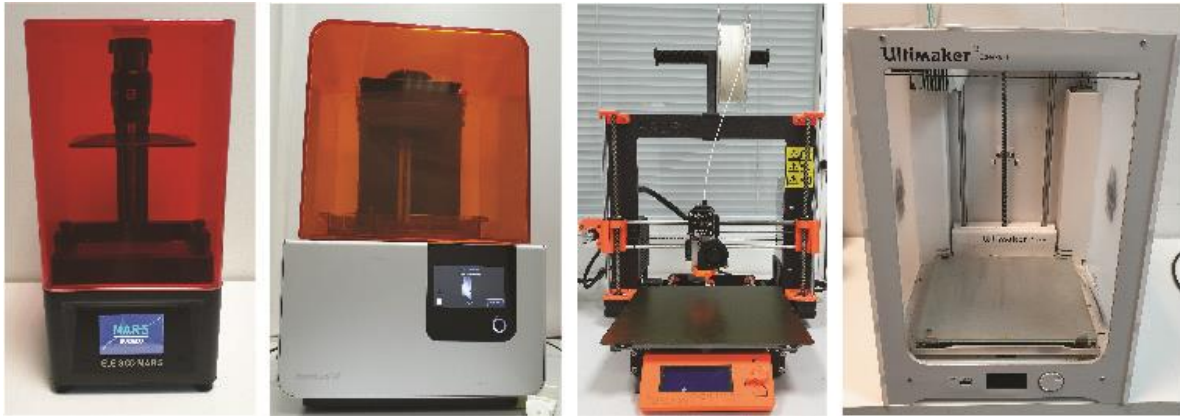


Fig. 12. Elegoo Mars, Form 2, Prusa MK3, Ultimaker 3 Extended (De-Rossi-Estrada et al, 2020).

Table 1. Basic information for all printers tested to compare against the industrial grade 3D printer

Printer	Printing Technique	Material/cost	Cost level	Print speed
Elegoo Mars	MSLA	Resin/Medium	low	High
Form2	SLA	Resin/High	mid	High
Prusa MK3	FDM	PLA/Low	mid	Medium
Ultimaker 3	FDM	PLA/Low	mid	Medium

(De-Rossi-Estrada et al, 2020)

Based on what was learned in the first test, the three part mold printed with the high end printer was prepared for two other FDM printers, the Prusa MK3 and an Ultimaker 3, these two printers are famous for their reliability and great results (3D Hubs, 2020), but the MK3 is actually a third of the price of the Ultimaker 3, making it more suitable for a context where financial constraints are greater, but still need reliability and quality.

Results with both printers were of great surface quality, and although the tolerances were not as high as the printer used for the original test, it was well within the needs of the project and most uses in anaplastology. From our tests, the Prusa MK3 took around 6 hours to print the mold, and consumed 50gr (1.25USD) of material, the Ultimaker 3 took 13 hours to print and consumed 65gr (3.25USD) of material, both molds gave very similar surface quality finish using the fine quality setting at 0.1mm layer height (figure 13).



Fig. 13. Mold printed on the Prusa Mk3(left) and mold printed on the Ultimaker 3 Extended(right). (De-Rossi-Estrada et al, 2020).

This multi part mold technique is easy to print, by making each individual part of the mold in a position that favors printing with this technology, but by having multiple parts and a small gap between them, some material can escape and create thin films of material called flash.

This flash must be mechanically removed, a process that can be time consuming and affects the quality of the prosthesis, requiring even more time to polish (figure 14).



Fig. 14. Silicone model with flash before post-processing. (De-Rossi-Estrada et al, 2020).

To avoid this problem, the idea of printing a single part mold was considered, this is a technique that is frequently used in other medical devices that use silicone, like hearing aids, it is a sacrificial mold that must be destroyed to take the part out.

The process consists of making a cavity of the exact shape of the final part (Figure 15, 16), and then add an entrance for the silicone to start filling the mold, and an exit, to allow air to escape.

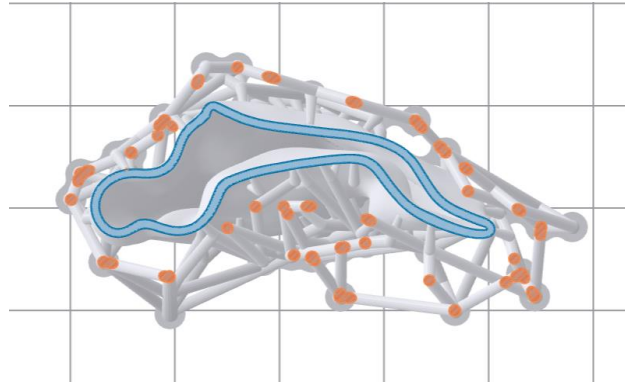


Fig. 15. Cross section of the mold in the CAM software. (De-Rossi-Estrada et al, 2020).

This kind of mold can be difficult to print with an FDM printer, so another technology was used. MSLA and SLA use high resolution UV light projections on liquid resin to fabricate highly detailed parts, they can also print very thin walls.

The molds from the Form 2 were slightly striped, due to the nature of the fabrication process, while the Elegoo mars presented a near perfect surface quality, with a very small roughness which adds a mate quality to the surface finish of the mold. (figure 16).

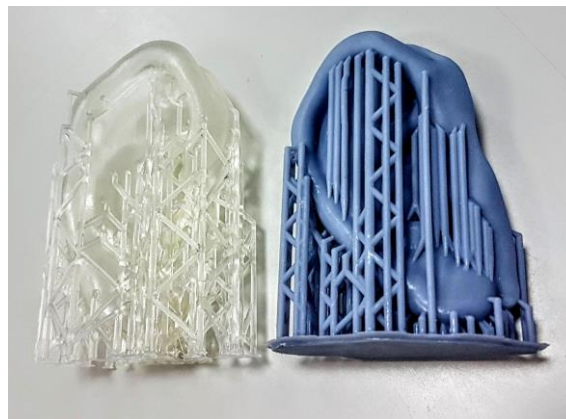


Fig. 16. Mold printed on the Form 2 (left) and mold printed on the Elegoo Mars(right). (De-Rossi-Estrada et al, 2020).

The Resin printers have a different optimization process, while FDM technology increases linearly for the number of models to print, resin printers tend to become much more efficient the more models needed to print, especially MSLA, which only factors the height of the part into the time it takes to print, so it will spend just as much time printing a single model as it would four (Figure 17).

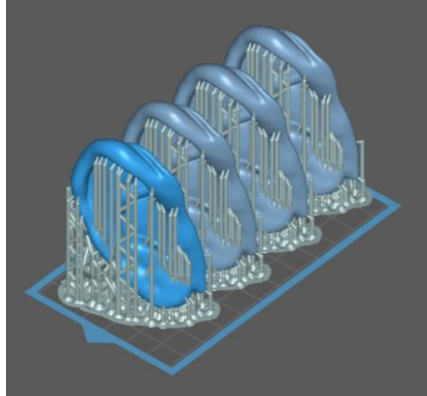


Fig. 17. Four molds preparation in the CAM software for the Elegoo Mars. (De-Rossi-Estrada et al, 2020).

But for the sake of consistency, the values given are for one single model printed.

The Elegoo Mars took 6 hours and consumed 9ml (0.40USD) of liquid resin, and the form 2 took 4 hours and consumed 7ml (1USD).

3.3. SILICONE CASTING

The selection of appropriate materials can be a daunting process, there are many variables to consider, especially if you want to use them in a new process that changes the way the anaplastologist has been working.

Also for designers, working with medical grade silicones material can be a very difficult, so a close multidisciplinary collaboration for choosing the correct silicone is needed, the anaplastologist has greater experience to draw upon and the designer can help filter that experience to find the most appropriate one for the new process (Aparajita Mitra, 2014).

Some technical characteristics that must be considered are tear resistance, abrasive resistance and rigidity, as well as fabrication requirements, as some silicones need high temperatures and pressures and some might have a viscosity that makes it impossible to use in some applications.

With the mold assembled and the selected silicone mixed with a base color, the material was cast into all the molds. After waiting for the curing process, it was removed from the molds, cleaned and painted using an airbrush with multiple layers of color to reproduce the complexity and variation of the human skin. This process takes experience and it is important to have high resolution reference of the patient's anatomy. (Figure 18)



Fig. 8 Model coloring by Airbrush. (De-Rossi-Estrada et al, 2019).

Attachment of the prosthesis to the patient is of critical importance. The analysis of the special characteristics of the patient in terms of soft tissue quality, bone quality, age, and other characteristics are

required to provide the most appropriate method of attachment. This process done by an anaplastologist or otolaryngologist and provide the most appropriate option for the patient, like special adhesives, implanted magnets or a bar-clip system to adapt the prosthesis to the system and achieve a result that is comfortable and practical for the patient (Guauque, 2018). (Figure 19, Figure 20)



Fig. 19. Final model in silicone. (De-Rossi-Estrada et al, 2019).



Fig. 20. Display model with fastening system. (De-Rossi-Estrada et al, 2019).

4. RESULTS

All technologies and software used in the test gave good results, the slight deviation between them was almost negligible, and they were easy enough to use that anyone familiar with computers can start with the basics and develop proficiency over time.

The process gave a reliable way of producing a good quality prosthesis with little experience and artistic ability.

All printers produce great results but if financial constraints allow it, the more expensive ones do give more reliable results and better performance, but considering the big price difference, any researcher, industrial designer or anaplastologist starting in this field will have positive results with the more economical alternatives, and if the sacrificial mold technique of the single part mold is of interest, the Elegoo Mars or a similar printer is the best option for budget constrained projects, especially considering the great surface quality of the final prosthesis (Figure 18).



Fig. 21. Surface quality of the prosthesis printed with the form 2 (left) and Elegoo Mars (right) (De-Rossi-Estrada et al., 2020).

4.1. DATA ACQUISITION

Table 2. Evaluation for all scanners tested

Hardware	Precision	Ease of use	Usability of results	Approx. price USD
Artec Eva	High	High	High	16.500
Isense	Medium	High	High	700
Samsung Galaxy S7	Low	Medium	Medium	200

(De-Rossi-Estrada et al., 2020)

4.2 DATA PROCESSING

Table 3. Evaluation for all processing software tested

Software	Precision	Ease of use	Usability of results	Price USD
Artec Studio	High	High	High	2.000
Agisoft Metashape	Medium	High	Medium	180
3DF Zephyr Lite	Medium	High	Medium	180
3DF Zephyr Free	Medium	High	Medium	Free
Meshroom	Medium	Medium	Medium	Free/Open source

(De-Rossi-Estrada et al., 2020)

4.3. 3D SCULPTING

Table 4. Evaluation of all sculpting software tested

Software	Ease of Use	Quality of results	Speed	Price in USD
Zbrush	Low	High	High	895
ZbrushCore	Low	High	High	150
Mudbox	Medium	High	High	85 / year
MeshMixer	Medium	High	Medium	Free
Blender	Low	High	High	Free/ Open source

(De-Rossi-Estrada et al., 2020)

4.4. 3D PRINTING

Table 5. Evaluation of all printers tested

3D printer	Ease of Use	Quality of results	Speed	smallest detail size	Approx. price USD
Dimension 1200	High	Medium	Medium	Approx. 0.4mm	30.000
Ultimaker 3	High	Medium	Medium	Approx. 0.4mm	3.000
Form 2	Medium	High	High	Approx. 0.15mm	3.000
Prusa Mk3	Medium	Medium	High	Approx. 0.4mm	1.000
Elegoo Mars	Medium	High	Medium	Approx. 0.10mm	300

(De-Rossi-Estrada et al, 2020)

5. DISCUSSION

The use of digital manufacturing technologies should be encouraged in anaplastology and even inexpensive and free tools give great results that can help an initial approach to such technologies. But for high productivity and reliability, prosumer and professional tools should be considered.

Implementing a digital workflow should be a high priority for any anaplastologist, it can improve the results no matter their experience level and budget. But it is not without risks; many processes, technologies and materials have not been fully tested and require more trials and verification. The priority of any implementation in medicine should always be patient safety and comfort.

6. REFERENCES

- 3D Hubs. (2020). (3D HUBS B.V.) Retrieved 06 2020, from <https://www.3dhubs.com/best-3d-printer-guide/>
- 3D Systems. (2014). (3D Systems, Inc.) Retrieved 07 2020, from <https://www.3dsystems.com/>
- 3DFlow. (n.d.). (3Dflow SRL) Retrieved 06 2020, from <https://www.3dflow.net/>
- Alexey Unkovskiy, A. R. (2019). Simplifying the digital workflow of facial prostheses manufacturing using a three-dimensional (3D) database: setup, development, and aspects of virtual data validation for reproduction. *Journal of Prosthodontic Research*, 63(2), 313-320.
- Alicevision. (n.d.). (Alicevision) Retrieved 06 2020, from <https://alicevision.org/>
- Annunziata, M. (2019, 12 17). <https://www.forbes.com/>. Retrieved 6 2020
- Aparajita Mitra, S. C. (2014). Maxillofacial prosthetic materials - an inclination towards silicones. *Journal of clinical and diagnostic research*, 8(12).
- Artec 3D. (n.d.). Retrieved 07 2020, from www.artec3d.com
- Autodesk. (2020). (Autodesk, inc.) Retrieved 07 2020, from www.autodesk.com/products/mudbox
- Blender. (2020). (Blender Foundation) Retrieved 06 2020, from <https://www.blender.org/>

- Chepelev, L. W. (2018). Radiological Society of North America (RSNA) 3D printing Special Interest Group (SIG): guidelines for medical 3D printing and appropriateness for clinical scenarios. 3D Print Med.
- Computer Aided Technology. (2020). (Computer Aided Technology, LLC) Retrieved 07 2020, from <https://www.cati.com/>
- Edison Murcia, J. A. (2019). Cosmetic prosthesis based on a digital fabrication process, case study: microtia. REHAB 2019. Association for Computing Machinery.
- Fei Xing, Z. X. (2020). 3D Bioprinting for Vascularized Tissue-Engineered Bone Fabrication. Materials (Basel), 13(10).
- Guauque, O. A. (2018). Puntos clave en la rehabilitación con prótesis de pabellón auricular. Acta de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. ACORL, 39(2), 67-76.
- Lindsay McHutchion, D. A. (2020). Simulation of tissue-prosthesis margin interface by using surface scanning and digital design for auricular prostheses. The Journal of Prosthetic Dentistry.
- Merriam-Webster. (2020). (Merriam-Webster inc.) Retrieved 06 2020, from www.merriam-webster.com
- MeshMixer. (2020). (Autodesk, Inc.) Retrieved 06 2020, from <http://www.meshmixer.com/>
- Ministerio de Salud colombiano. (1993). Resolución número 8430 de 1993.
- Ni J, L. H. (2019). Three-dimensional printing of metals for biomedical applications. Mater Today Bio, 3.
- P Mastroiacovo, C. C. (1995). Epidemiology and genetics of microtia-anotia: a registry-based study on over one million births. Journal of Medical Genetics, 453–457.
- Pixologic. (2020). (Pixologic) Retrieved 07 2020, from <https://pixologic.com/>
- Redwood, B. (2019). 3D Hubs. (3D HUBS B.V.) Retrieved 06 2020, from <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/additive-manufacturing-technologies-overview/>
- Rhinoceros. (n.d.). (Robert McNeel & Associates) Retrieved 06 2020, from <https://www.rhino3d.com/>
- Stratasys. (n.d.). (Stratasys Ltd.) Retrieved 07 2020, from <https://www.stratasys.com/>
- Stratasys Ltd. (2008, 02 26). Stratasys. Retrieved 07 2020, from <https://investors.stratasys.com/news-events/press-releases/detail/133/dimension-3d-printing-group-introduces-the-dimension-1200es>
- Stratasys Ltd. (2020). 3D ‘twins’ give neurovascular intervention a confidence boost. Retrieved 07 2020, from <https://www.stratasys.com/explore/case-study/biomodex>
- USA Food and Drug administration. (2020). (Food and Drug administration) Retrieved 07 2020, from <https://www.fda.gov/medical-devices/3d-printing-medical-devices/medical-applications-3d-printing>
- Vitor T.StuaniRafael, F. G. (2019). Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: A proof of concept. Medical Hypotheses, 128.

