

La Visualización de la Información como metodología de enseñanza-aprendizaje en estudios *b-learning* de Diseño Gráfico



Fátima Arjona

Master de Aplicaciones Multimedia

Universitat Oberta de Catalunya

Entrega realizada para la línea investigadora
Trabajo Final de Master de Aplicaciones Multimedia.

Mayo, 2016

Este documento ha sido escrito por la autora usando **Latex**. La investigación descrita en esta memoria fue llevada a cabo para el trabajo final del máster de *Aplicaciones Multimedia de la Universitat Oberta de Catalunya* (UOC), Barcelona. La autora confirma que el trabajo presentado es suyo y que se ha dado el crédito apropiado a las referencias utilizadas de la obra de otros.



Esta memoria utiliza la licencia Creative Commons: Reconocimiento–No Comercial–Sin Obra Derivada (by-nc-nd).

Títol del treball:	<i>La Visualización de la Información como metodología de enseñanza-aprendizaje en estudios b-learning de diseño gráfico.</i>
Nom de l'autor:	<i>Fátima Arjona Verdejo</i>
Nom del consultor/a:	<i>Enrique Guaus i Termens</i>
Nom del PRA:	<i>David García Solórzano</i>
Data de lliurament (mm/aaaa):	<i>06/2016</i>
Titulació o programa:	<i>Màster Universitari d'Aplicacions Multimèdia</i>
Àrea del Treball Final:	<i>Treball de Final de Màster de Recerca</i>
Idioma del treball:	<i>Castellà</i>
Paraules clau	<i>Visualización de la Información, Blended learning, metodología didáctica.</i>

Resum del Treball (màxim 250 paraules): *Amb la finalitat, context d'aplicació, metodologia, resultats i conclusions del treball*

La introducción de las tecnologías en las sociedades actuales ha cambiado las prácticas de los diseñadores y como el diseño es enseñado y aprendido. Un rasgo crucial es la modificación de la capacidad para procesar los datos, acceder y visualizar la información. En los últimos años, la disciplina Visualización de la Información (VI) está cobrando relevancia en numerosos campos y aplicaciones, Los principales factores son su gran eficacia para el análisis de datos y gestionar la información. Los recientes avances de la VI han permitido su introducción y creciente interés en el ámbito educativo. Este papel examina los principales desafíos en las prácticas educativas de estudios de diseño gráfico para la integración en la cultura digital y describe las posibilidades de la VI para dar respuesta a estas necesidades educativas. La propuesta desarrolla una metodología de enseñanza-aprendizaje utilizando la VI en estudios “Blended learning” (b-learning) de diseño gráfico y evalúa el potencial de los recursos diseñados. Los resultados muestran que la VI ofrece grandes oportunidades, como herramienta de análisis y de ampliación del conocimiento, para mejorar la calidad educativa. Las conclusiones defienden el empleo de la VI en estudios b-learning de diseño gráfico, especialmente desde el marco de las competencias tecnológicas y los entornos virtuales de aprendizaje -VLEs-.

Abstract (in English, 250 words or less):

The introduction of technology in modern societies has changed designers practices and the way design is taught and learned. A crucial feature is the modification of the ability to process data, access and visualise information. In recent years, the discipline of Information Visualization (InfoVis) is gaining relevance in many fields and applications. The main reason is the great efficiency to analyse data and manage the information. Recent advances in InfoVis have enabled both the introduction and the growing interest in education. This paper examines the main challenges in the educational practices of Graphic Design studies for the integration in the digital culture and describes the possibilities of InfoVis to manage these educational requests. The proposal develops a teaching-learning methodology using InfoVis in the Blended learning (b-learning) within Graphic Design studies context and evaluates the potential of the designed resources. The results show that InfoVis offers great opportunities, as a data analysis tool and for the expansion of knowledge, in order to improve educational quality. The conclusions defend the use of InfoVis in b-learning of Graphic Design studies, especially from the perspective of technological competences and virtual learning environments -VLEs-.

Abstract

La introducción de las tecnologías en las sociedades actuales ha cambiado las prácticas de los diseñadores y como el diseño es enseñado y aprendido. Esto tiene consecuencias en el ámbito educativo, que tiene como objetivo adaptar la educación a los cambios tecnológicos. Un rasgo crucial es la modificación de la capacidad para procesar los datos, acceder y visualizar la información. En los últimos años, la disciplina Visualización de la Información (VI) está cobrando relevancia en numerosos campos y aplicaciones, Los principales factores son su gran eficacia para el análisis de datos y gestionar la información. Los recientes avances de la VI han permitido su introducción y creciente interés en el ámbito educativo. Este papel examina los principales desafíos en las prácticas educativas de estudios de diseño gráfico para la integración en la cultura digital y describe las posibilidades de la VI para dar respuesta a estas necesidades educativas. La propuesta desarrolla una metodología de enseñanza-aprendizaje utilizando la VI en el contexto de estudios *Blended learning (b-learning)* de diseño gráfico y evalúa el potencial de los recursos diseñados. Los resultados muestran que la VI ofrece grandes oportunidades, como herramienta de análisis y de ampliación del conocimiento, para mejorar la calidad educativa. Las conclusiones defienden el empleo de la VI en estudios *b-learning* de diseño gráfico, especialmente desde el marco de las competencias tecnológicas y los entornos virtuales de aprendizaje - *VLEs* -.

Índice general

Índice de figuras	IX
Índice de cuadros	XI
1. Introducción	1
1.1. Justificación	1
1.2. Hipótesis/ Objetivo principal de investigación.	2
1.3. Objetivos de la investigación.	2
1.4. Metodología de investigación.	3
1.4.1. Estrategia de investigación.	3
1.4.2. Técnicas de generación de datos.	4
1.4.3. Evaluación	4
1.5. Plan de investigación	5
2. Fundamentación teórica	7
2.1. Disciplina Visualización de la Información.	7
2.1.1. Niveles de análisis de la Visualización de la Información.	9
2.1.1.1. Nivel sintáctico: Datos -atributos, referentes y patrones-.	9
2.1.1.2. Nivel semántico: Información y tareas interpretativas.	9
2.1.1.3. Nivel pragmático: Interacción, estética y usabilidad.	10
2.1.2. Tipos de datos usados en las visualizaciones.	10
2.1.2.1. Taxonomía de grupos de datos.	11
2.1.3. Expansión de la Visualización de la Información.	13
2.1.3.1. Análisis de <i>Big data</i>	13
2.1.3.2. Democratización de los datos.	14
2.2. Prácticas educativas de estudios presenciales de Diseño Gráfico.	15

ÍNDICE GENERAL

2.2.1. Entornos virtuales y tecnologías de aprendizaje.	16
2.2.2. Competencias y propuestas metodológicas.	17
3. La Visualización de la Información en educación.	19
3.1. Diagnóstico sobre los estudios de diseño gráfico.	19
3.2. Estudios relacionados: Visualización en educación.	20
3.2.1. Visualización en entornos de aprendizaje virtuales.	21
3.2.2. Visualización como recurso educativo.	21
3.3. Visualización de la Información en estudios <i>b-learning</i> de diseño gráfico.	23
3.3.1. Visualización para el análisis del aprendizaje.	23
3.3.2. Visualización para el desarrollo de las competencias.	24
3.3.2.1. Aportaciones del nivel sintáctico.	24
3.3.2.2. Aportaciones del nivel semántico.	25
3.3.2.3. Aportaciones del nivel pragmático.	27
4. Diseño y evaluación de recursos de enseñanza-aprendizaje.	29
4.1. Principios para el diseño de visualizaciones.	29
4.1.1. Métodos de razonamiento analítico y visuales espaciales.	30
4.1.2. Usabilidad.	32
4.1.3. Guías de diseño para crear recursos de enseñanza-aprendizaje.	33
4.1.3.1. Visualización para el análisis de la información.	34
4.1.3.2. Visualización para ampliar el conocimiento.	34
4.2. Métodos de evaluación de las visualizaciones.	35
4.2.1. Solidez: Evaluación de la eficiencia del sistema.	35
4.2.2. Utilidad: Uusuario para medir la actuación.	36
4.2.3. Atractivo: Experiencia de usuario.	36
4.2.4. Escenarios para evaluar las visualizaciones.	37
4.3. Herramientas de visualización como recursos educativos.	39
4.3.1. Herramientas de monitorización.	39
4.3.2. Herramientas de visualización de datos.	39
5. Propuesta metodológica.	41
5.1. Descripción de la metodología.	41
5.1.1. Planificación de los recursos de enseñanza-aprendizaje.	42

6. Resultados de la investigación.	51
6.1. Evaluación de la metodología didáctica.	51
6.1.1. Preparación de las pruebas.	52
6.1.1.1. Actividad 1. Visualizaciones gráficas y textuales.	52
6.1.1.2. Cuestionario <i>online</i>	53
6.1.2. Resultados de las estrategias de investigación.	54
6.2. Conclusiones y líneas de investigación futura.	58
Anexos	61
A. Actividad 1. Visualizaciones gráficas y textuales	63
A.1. Presentación de la actividad.	64
A.1.1. Parte 1. Visualizaciones con <i>Bubble my page</i>	65
A.1.2. Parte 2. Visualizaciones con <i>WordClouds</i>	66
A.2. Parte 1: Comparación de resultados.	67
A.3. Parte 2: Comparación de resultados.	68
B. Cuestionario <i>online</i>.	69
B.1. Descripción del cuestionario.	70
B.1.1. Cuestionario <i>online</i> : Sección 1.	71
B.1.2. Cuestionario <i>online</i> : Sección 2.	72
B.1.3. Cuestionario <i>online</i> : Sección 3.	73
B.2. Resultados del cuestionario.	74
B.2.1. Actuación de la visualización.	74
B.2.2. Actuación del usuario.	77
B.2.3. Experiencia de usuario.	79
Referencias	83

ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras

1.1. Plan de investigación: Tareas y duración.	5
1.2. Plan de investigación: Esquema de tareas	6
2.1. Interface y niveles de zoom en una visualización según (28).	8
2.2. Esquema de los tipos de datos según Munzner.	11
2.3. Storyline visualization de la película Matrix en (1)	12
2.4. Tipos de árbol de mapa según Munzner.	13
2.5. Árboles hiperbólicos según Lamping y Rao.	13
2.6. Proyecto de cartografía <i>Commuting</i> , Barcelona.	14
2.7. Visualización de la información ambiental en (41).	15
3.1. Procesamiento preatencional (34) y textura visual (73).	25
3.2. Visualización gráfica basada en pequeños múltiplos de Tufte.	27
3.3. Visualización de datos en <i>Selficity</i> , 2014 de Lev Manovich.	28
4.1. Técnica <i>Pipeline</i> ilustrada por Liu S. et al.	30
5.1. Esquema de aplicaciones de la VI a las competencias.	42
5.2. Proyecto complejo visualizado con TubeMap de Burkhard.	44
5.3. Panel de TimeFlow para visualizar datos temporales.	45
5.4. Ejemplo de Card Sorting realizado con Google Fusion Tables.	46
5.5. Mapa conceptual de (96) y visualización de redes de D3js.	47
5.6. Mapa de navegación web y web implementada realizados por un alumno.	48
5.7. Representaciones de árboles de un mismo sitio web según Wilkinson.	48
5.8. Ejemplo de mapa del sitio realizado con Org Chart.	48
5.9. Web convertida a burbujas con <i>Bubble my page</i> y detalle de palabras.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

A.1. Presentación de la actividad realizada.	64
A.2. Parte 1. Diseño de la actividad.	65
A.3. Parte 2. Diseño de la actividad.	66
A.4. Parte 1. Respuestas de algunos participantes.	67
A.5. Parte 2. Respuestas de algunos participantes.	68
B.1. Cuestionario: Lista de opciones.	70
B.2. Cuestionario: Sección de datos personales.	70
B.3. Cuestionario: Sección 1.	71
B.4. Cuestionario: Sección 2.	72
B.5. Cuestionario: Sección 3.	73
B.6. Resultados de los datos personales.	74
B.7. Resultados evaluación de la solidez: Confiabilidad de las VI.	74
B.8. Resultados sobre la solidez: Validez de las VI.	75
B.9. Resultados sobre la solidez: Interacción de las VI.	76
B.10. Resultados de la eficiencia de las VI.	77
B.11. Resultados de la eficacia de las VI para el aprendizaje.	78
B.12. Resultados de la <i>UX</i> : Utilidad en el aprendizaje de contenidos.	79
B.13. Resultados de la <i>UX</i> : Creatividad usando las VI.	79
B.14. Resultados de la <i>UX</i> : Aprendizaje usando las VI.	79
B.15. Respuestas de las cuestiones de <i>campo de texto</i>	80

Índice de cuadros

2.1. Tipos de datos abstractos.	10
2.2. Entornos virtuales de aprendizaje.	16
2.3. Problemas de las prácticas educativas.	17
2.4. Metodologías para las nuevas competencias.	17
3.1. Analítica visual: Gestión del aprendizaje.	23
3.2. Visualización: Percepción visual	24
3.3. Visualización: Pensamiento visual.	26
3.4. Visualización: Aspectos creativos.	27
4.1. Guía analítica para el diseño de visualizaciones.	34
4.2. Requisitos de diseño enfocados a potenciar el conocimiento.	35
4.3. Principios de diseño y evaluación: <i>El triángulo de Vitruvius</i>	37
5.1. Propuesta metodológica: Actividades de enseñanza-aprendizaje.	43
B.1. Resultados de la <i>UX</i> : Rasgos interesantes de las herramientas de VI. . .	81
B.2. Resultados de la <i>UX</i> : Desafíos y barreras de las herramientas de VI. . .	82

ÍNDICE DE CUADROS

1

Introducción

1.1. Justificación

La incorporación de las tecnologías en las sociedades actuales ha producido un gran impacto en la industria y en las competencias requeridas a los profesionales. En el área de diseño gráfico, la complejidad de los proyectos ha llevado al trabajo en equipos multidisciplinares y entornos colaborativos (2). Estos cambios han generado grandes repercusiones en el ámbito educativo (3), que tiene como objetivo adaptar la educación a las demandas sociales y tecnológicas. Por un lado, la modificación de la cualificación requerida por la industria ha determinado nuevas competencias para los estudiantes (4). Por otro, el empleo de tecnologías *online* y herramientas colaborativas en la educación (5) está transformando los espacios donde se imparten las actividades educativas creando nuevos entornos virtuales de aprendizaje -*VLEs*- y modalidades como *b-learning* (6).

Numerosos investigadores han desarrollado metodologías para incluir estas competencias en la formación, como el *aprendizaje basado en proyectos -PBL* (7)- o potenciar el uso de contenidos *online* en estudios presenciales usando métodos como *flipped classroom*. Pero, la tecnología ha cambiado no sólo las prácticas de los diseñadores sino cómo el diseño es enseñado y aprendido (8). Además, ha modificado nuestra capacidad para procesar datos en paralelo, acceder y visualizar la información en un orden no lineal (9). Esto hace necesario buscar recursos que aumenten la eficacia del aprendizaje.

En los últimos años, la Visualización de la Información (VI) se ha convertido en un fenómeno social que está transformando el panorama actual. El principal factor ha sido

1. INTRODUCCIÓN

su potencial como herramienta de análisis y su capacidad para gestionar gran cantidad de datos complejos (10). La reciente ampliación de la disciplina a otros ámbitos distintos al científico y con fines no analíticos (11) ha generado nuevas aplicaciones de VI y ha hecho posible su introducción y creciente interés en el ámbito educativo.

Recientes autores (12), destacan las posibilidades que VI ofrece a prácticas educativas con soporte *online*. *Learning Analytics* se está incorporando en las enseñanzas *online* (13) para gestionar y analizar la información producida durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Otro rasgo es, el potencial de las herramientas de visualización para crear representaciones visuales interactivas capaces de mejorar la comprensión e interpretación de la información y amplificar el conocimiento (14). Por otra parte, la disciplina incluye áreas relevantes para estudiantes de diseño gráfico como la percepción visual, aspectos estéticos (15) o el uso de visualizaciones en el diseño funcional (16).

Por ello, consideramos necesario investigar las oportunidades que puede aportar la Visualización de la Información como herramienta, para crear apropiadas estrategias de enseñanza-aprendizaje y mejorar la calidad de la educación, en el contexto educativo en estudios presenciales de diseño gráfico. Tomaremos como marco de referencia, para nuestra estrategia educativa, las aptitudes y habilidades que la sociedad demanda a estudiantes de diseño gráfico; desde una perspectiva que incorpore ágiles metodologías y el uso de las tecnologías en estudios presenciales desde la modalidad de estudios *b-learning*.

1.2. Hipótesis/ Objetivo principal de investigación.

La investigación parte de la hipótesis de que el uso de la Visualización de la Información en el contexto educativo ofrece nuevas posibilidades para adecuar las estrategias metodológicas al contexto actual.

El propósito del estudio es diseñar una estrategia educativa, utilizando la Visualización de la Información como recurso de enseñanza-aprendizaje en estudios *b-learning* de diseño gráfico, con el fin de mejorar la calidad educativa.

1.3. Objetivos de la investigación.

Para conseguir el propósito de la investigación se establecen los siguientes objetivos:

1. Determinar el contexto tecnológico y educativo de estudios presenciales de diseño gráfico (competencias, metodologías y entornos de aprendizaje).
2. Analizar las características y posibilidades que VI ofrece para la creación de recursos de enseñanza-aprendizaje en estudios *b-learning* de diseño gráfico.
3. Diseñar una metodología y elaborar recursos de enseñanza-aprendizaje incorporando la VI en estudios *b-learning* de diseño gráfico.
4. Diseñar recursos de enseñanza-aprendizaje para su futura aplicación práctica en un contexto real en estudios presenciales de diseño gráfico y determinar los resultados de la metodología.

1.4. Metodología de investigación.

Action research se describe (17) como un método de investigación científica ideal para el estudio de la tecnología en su contexto humano. Por ello, consideramos este método apropiado a nuestra propuesta. Además, ha sido aceptada como una técnica de investigación válida en la educación en enfoques dirigidos a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje basado en experiencias del mundo real.

1.4.1. Estrategia de investigación.

Nos basaremos en la investigación interpretativa y el proceso cíclico iterativo de *action research* organizado en las fases siguientes:

1. Diagnóstico:
 - Desarrollar una teoría sobre necesidades actuales de las prácticas educativas para identificar la esencia del problema *posibilidades de la VI para crear recursos de enseñanza-aprendizaje*.
 - Diseñar una metodología orientada a estudios presenciales de diseño gráfico, que será el área de aplicación práctica.
2. Planificación: Creación de recursos de enseñanza-aprendizaje usando la VI enfocados a estudios presenciales en la especialidad de Diseño Gráfico. Tomaremos como marco de trabajo la materia *Tecnología aplicada al diseño gráfico*.

1. INTRODUCCIÓN

3. Acción/intervención *-action taking-*: Adoptar medidas según la planificación. La aplicación práctica de la metodología se llevará a cabo en la Escuela de Arte y Superior de Diseño de las Islas Baleares en una asignatura de diseño gráfico. La duración de la asignatura y semestralización determinará el período.
4. Evaluación: Constatar si la metodología mejora las prácticas educativas (grado de satisfacción del proceso de enseñanza-aprendizaje).
5. Reflexión: Analizar los resultados del proceso cíclico iterativo para determinar si se han conseguido los objetivos en términos de logros prácticos y de nuevo conocimiento o si, por el contrario, se necesita un nuevo ciclo iterativo.

1.4.2. Técnicas de generación de datos.

Esperamos recoger datos cuantitativos (número de participantes, grupos, proyectos) y cualitativos (habilidades de los alumnos, grupos de trabajo, desarrollo del proyecto, ...) y los recursos empleados (adecuación, diseño,...) con las siguientes técnicas:

1. Investigación basada en documentos:
 - Estado del arte de educación y de la Visualización de la Información.
 - Contexto educativo en el que la acción se desarrollará.
2. Documentos generados en la investigación: recogidos de los equipos de trabajo en diferentes *sprints* (encuentros, diseños,...).
3. Cuestionarios *online*.
 - Datos sobre los recursos de VI diseñados para el ciclo de *action taking* para evaluar la validez de los mismos (profesores y alumnos de diseño gráfico).
 - Datos de los alumnos de manera individual. Al inicio y final del curso: para definir los objetivos del proyecto y determinar resultados.
4. *Focus group*. Datos sobre la actuación del alumno y desarrollo de las actividades.
5. Observaciones. Anotaciones generadas por el investigador/profesor durante el desarrollo del curso académico.

1.4.3. Evaluación

Para la evaluación se tendrán en cuenta los objetivos planteados (metodología utilizada, diseño de las visualizaciones y grado de satisfacción de los usuarios). Tomaremos

como referencia algunos de los escenarios de evaluación definidos por (18) para medir y evaluar la eficacia de los recursos VI empleados:

- Análisis de los datos: Ambientes y prácticas de trabajo, datos visuales, razonamiento y colaborativos y comunicación a través de las visualizaciones.
- Datos de las visualizaciones: actuación del usuario (herramientas de VI empleadas a través de las tareas cognitivas que el alumno realiza con las aplicaciones,...). y experiencia de usuario (grado de satisfacción utilizando principios de usabilidad).

1.5. Plan de investigación

La propuesta de investigación es desarrollar la tesis en 4 años (desde el 11 de enero 2016 al 27 de junio de 2019). Las tareas y los períodos previstos se recogen en 1.1 y 1.2:

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin
☐ • INVESTIGACIÓN: ESTADO DEL ARTE	11/01/16	14/04/17
☒ • Educación: Contexto estudios presenciales de diseño gráfico	11/01/16	2/09/16
☒ • Visualización de la Información	5/09/16	14/04/17
• Artículo 1	17/04/17	9/11/17
☒ • METODOLOGÍA: VI COMO RECURSO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	17/04/17	12/03/18
• Artículo 2	10/11/17	27/06/18
☐ • INTERVENCIÓN: Ciclo action taking	12/02/18	7/06/18
☒ • Datos: Observaciones/Focus Group	12/02/18	7/06/18
• ANÁLISIS DE DATOS	8/06/18	17/08/18
• Datos: Cuestionarios	8/06/18	20/07/18
☒ • REDACCIÓN DE INFORMES	20/08/18	15/04/19
• DEFENSA DE TESIS	16/04/19	27/06/19

Figura 1.1: Plan de investigación: Tareas y duración.

1. INTRODUCCIÓN

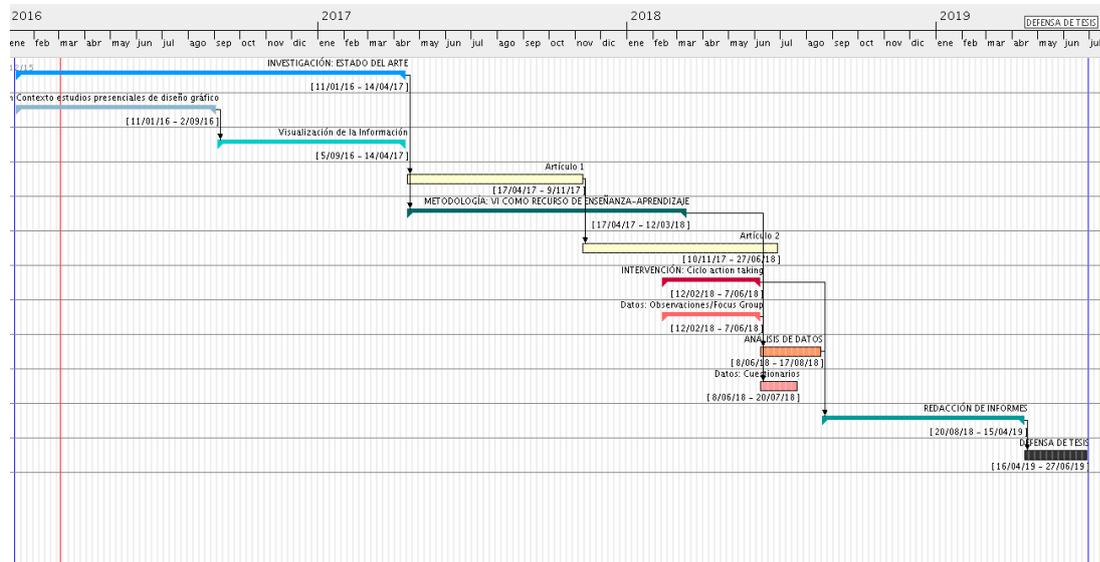


Figura 1.2: Plan de investigación: Esquema de tareas

2

Fundamentación teórica

2.1. Disciplina Visualización de la Información.

La disciplina Visualización de la Información (VI) es un campo de investigación relativamente nuevo que ha cobrado gran relevancia en el panorama actual (19). El término «Visualización de la Información» fue acuñado a finales de los años 80, y hasta ese momento, fue considerado como un sector de la disciplina *Human-Computer Interaction (HCI)* (20). La definición clásica más aceptada es la de Card et al.(21). Según el autor, la Visualización de la Información «es el uso de soporte informático, interactivo, representaciones visuales de datos abstractos para amplificar la cognición».

El objetivo de las visualizaciones es transformar una estructura en una gráfica, de manera que esta pueda ser visualizada y el usuario pueda interactuar con ella (11). Algunas de las técnicas de visualización más conocidas tienen un fuerte componente de interacción que ayuda al usuario a explorar de manera rápida los datos (23).

La mayor parte de las investigaciones en la Visualización de la Información (11, 14, 24, 25, 26, 27, 28) destacan los conceptos de percepción e interacción. Éstos definen las dos direcciones de estudio tradicionales de la disciplina: la percepción visual a través del uso de representaciones visuales interactivas de datos abstractos y los aspectos cognitivos mediante la ayuda para amplificar el conocimiento de manera exploratoria, fácil y eficaz. Por ejemplo, en la figura 2.1 vemos detalle de árboles, estadísticas similares, estructuras retóricas y contenido de texto y la interacción en una visualización.

Sin embargo, la descripción y acotación de la disciplina es difícil debido a que está relacionada con numerosas áreas (22). En los apartados siguientes describiremos las

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

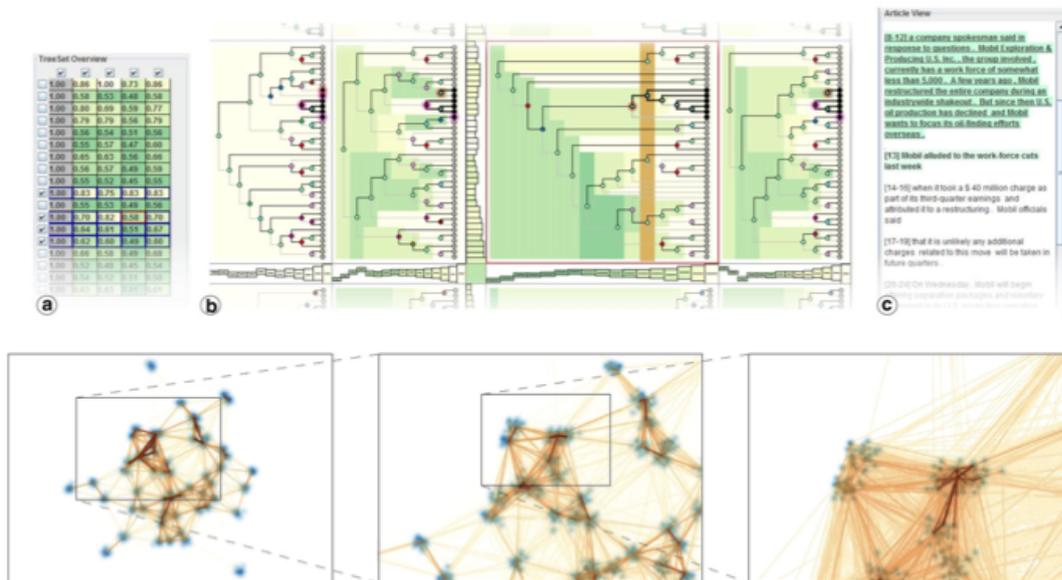


Figura 2.1: Interface y niveles de zoom en una visualización según (28).

principales características y ámbitos de actuación de la VI para definir el marco teórico sobre el que se fundamentará nuestra investigación.

Visualización científica vs. visualización. La visualización es según Card et al. (21) «la formación en la mente de la imagen de un concepto». El autor critica el uso del término «visualización» como sinónimo de «visualización científica» y asociada a vistas 3D de fenómenos físicos, porque conlleva una falta de exploración del gran potencial de la visualización. Ambas áreas tienen que ver con la presentación de datos al usuario. Las diferencias radican en que la visualización científica incluye la presentación de datos con alguna relación física o geométrica mientras que la visualización se centra en datos abstractos -lo no numérico, datos no espaciales y datos de alta dimensión- (20).. Las visualizaciones exploran los datos en distintos niveles de abstracción y esto permite entender hechos esenciales a partir de los datos (20) gracias a que las estructuras visuales se perciben directamente y no tienen que ser decodificadas primero simbólicamente, como es el caso de los números y letras.

Análisis de datos vs. Visualización de la Información. La confusión entre análisis de datos *data mining* y VI según Kerren (29), se debe principalmente a que gran

2.1 Disciplina Visualización de la Información.

parte de los últimos trabajos en VI están relacionados con tareas de análisis de datos avanzados y algoritmos. *Data mining* es la aplicación de algoritmos específicos para la extracción de patrones de datos y supone algo más que visualización. Sin embargo, los sistemas de VI son más útiles cuando no sabemos qué preguntar a los datos (29). Permite profundizar en partes de datos de manera eficiente y actualizar los parámetros del sistema según los intereses del usuario.

2.1.1. Niveles de análisis de la Visualización de la Información.

Las principales aportaciones de los investigadores en el campo de la VI destacan los objetivos de análisis de la disciplina y los fundamentos teóricos sobre los que se fundamenta. Las organizaremos en tres niveles de análisis, según el foco principal al que están orientados, para la posterior descripción de las aportaciones de la VI a los estudios *b-learning* de diseño gráfico.

2.1.1.1. Nivel sintáctico: Datos -atributos, referentes y patrones-.

La VI desde este nivel se ocupa del potencial de la percepción visual para visualizar la información de manera directa y fácil. Aprovecha los principios seguidos por el sistema de visión humano para entender una imagen según los tres estados del modelo de procesamiento perceptual (procesamiento pre-atencional, visión post-atencional y jerarquías destacadas) (72). Las tareas perceptuales son más eficientes que los problemas cognitivos (70) ya que ayudan a localizar e identificar items de manera rápida a través de los elementos que usamos para codificar los datos (71). Durante este proceso, creamos modelos estructurales que permiten extraer, detectar y simplificar destacadas relaciones que crean una estructura que caracteriza a una colección de documentos o grupos de datos (11). Por ejemplo, asociamos valores numéricos a la longitud de una barra y los percibimos de manera clara y directa gracias a los atributos visuales -tono, forma, textura, orientación, etc.- (71).

2.1.1.2. Nivel semántico: Información y tareas interpretativas.

La percepción intuitiva ofrece experiencia de la estructura y el pensamiento visual potencia su análisis intelectual debido a que las visualizaciones generan sentido de manera rápida. Según (74), son representaciones visuales de semánticas, o significados, de

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

información a través de variables asociadas al concepto que se quiere visualizar. Por ello, el pensamiento puede ser aumentado por consultas visuales en las visualizaciones de datos (64). Realizamos hipótesis acerca de la estructura que potencian el aprendizaje por descubrimiento a través de la construcción mental -intervienen la memoria externa y los modelos mentales- de una visualización (64).

2.1.1.3. Nivel pragmático: Interacción, estética y usabilidad.

Desde este enfoque se tratan aspectos como el proceso de comprensión y su carácter exploratorio (29) ya que la VI permite amplificar la cognición a través de modelos visuales interactivos (22). Una visualización no es sólo una imagen estática, sino que permite profundizar en partes de datos de manera rápida y eficiente y actualizar los parámetros del sistema mostrando de manera automática elementos de acuerdo a los intereses mostrados por el usuario (64). El usuario interactúa, analiza y estudia conjuntos de datos a través de una progresiva e iterativa exploración (28).

2.1.2. Tipos de datos usados en las visualizaciones.

Los diferentes tipos de datos usados en las visualizaciones tienen características y patrones de interés que requieren el uso de una herramienta concreta para poder visualizarlos (23). Las taxonomías relativas a los tipos y características de los datos abstractos que pueden ser visualizados se resumen en el cuadro 2.1-. La clasificación permite acotar el campo de actuación de las visualizaciones. Esta fundamentación teórica nos servirá como referencia para diseñar recursos de enseñanza-aprendizaje en el ámbito educativo.

Tipos de datos abstractos que pueden ser visualizados.	
Datos	Items, atributos -categorías, organización-, enlaces, posiciones y rejillas
Grupos de datos	Tablas; Redes y árboles; Campos; Geometría (espacial).
Atributos	Uno/variados. Correlación, similaridad, dependencia,..

Cuadro 2.1: Tipos de datos abstractos.

Muchos sistemas de VI son capaces de mostrar la misma estructura de diferentes maneras. Por ejemplo, la información puede ser visualizada como un mapa de árbol -en la figura 2.4- o como una gráfica hiperbólica -ver la figura 2.5-. Atender a aspectos como

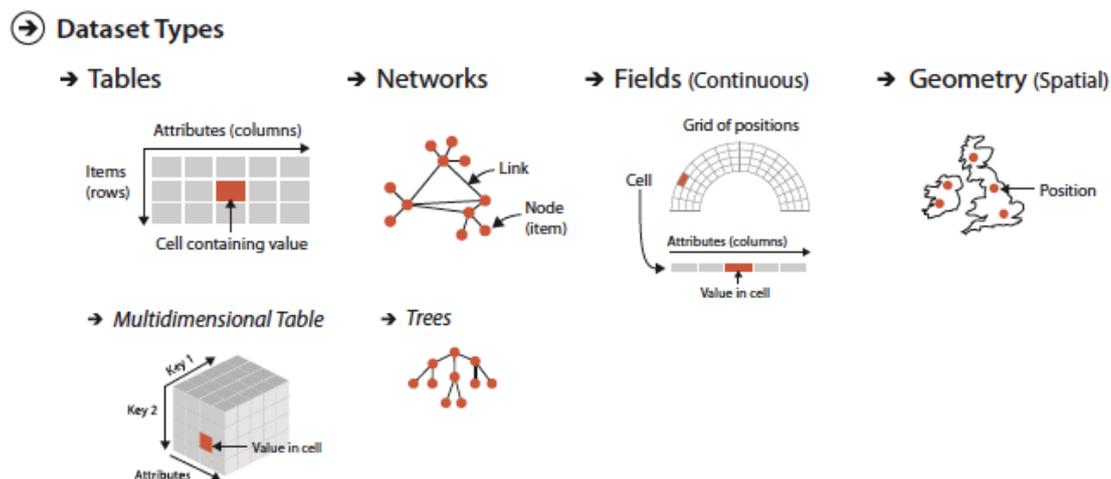


Figura 2.2: Esquema de los tipos de datos según Munzner.

las dimensiones espaciales y temporales -1 dimensión, 2 dimensiones, temporales,...-(23) ayuda a organizar los grupos de datos según estructuras (gráficas, textuales, de mapas, etc.) (28). La figura 2.2 ilustra los grupos de datos según el esquema de Munzner (30) atendiendo a los *items* -nodos, celdas, columnas, etc.-, atributos -posición, rejillas, etc. -que señalamos en el cuadro 2.1 -.

2.1.2.1. Taxonomía de grupos de datos.

1 dimensión Datos lineales (documentos de texto, listas alfabéticas,...). En las visualizaciones textuales se destacan los significados semánticos. Ejemplos son Word Clouds, SparkClouds, ThemRiver y TextFlow.

2 dimensiones Datos de mapas geográficos, planos de planta o diseños de periódicos. Los datos geométricos requieren la comprensión de distribuciones espaciales de la información para descubrir patrones en la distribución espacial (28).

3 dimensiones Son aplicaciones donde los usuarios deben hacer frente a la comprensión de su posición y orientación durante la visualización de los objetos y a los problemas de ocultación.

Multi-dimensional (28) Explora las interrelaciones entre diferentes dimensiones para ayudar a categorizar, encontrar relaciones, comparar y asociar múltiples datos (31) representando la información en un formato claro y comprensible. Los

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

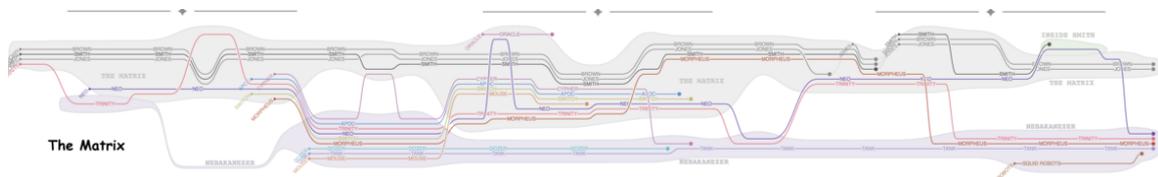


Figura 2.3: Storyline visualization de la película Matrix en (1)

elementos con atributos n se convierten en puntos en un espacio n -dimensional. Existen en numerosos campos (bases de datos relacionales y estadísticos, etc.) y usa diferentes técnicas de VI (gráficos, de dispersión, representaciones en 3D, mapas, ...).

Temporal Las líneas de tiempo son usadas para crear datos distintos a los datos de una dimensión -gestión de proyectos, presentaciones históricas, etc.-. Los ítems de los datos temporales tienen un inicio y final en el tiempo que pueden estar superpuestos. Por ejemplo, en las storyline capas -en la figura 2.3 de (1)- se usa un algoritmo genérico para generar una legible y estética storyline de la visualización (1). Otros ejemplos son The perspective wall (Robertson et al., 1993) y LifeLines (Plaisant et al., 1996).

Árboles (32, 33) Son colecciones de ítems conectados con otros ítems, donde cada elemento tiene un enlace a un ítem padre (excepto la raíz). Son las más utilizadas en la actualidad ya que permiten mostrar grandes cantidades de información de forma comprensible. Algunas de las técnicas jerárquicas más populares son:

Árbol de mapa. Es una técnica robusta (81) que usa un enfoque rectangular para llenar el espacio de árboles en 2D. Los nodos son encapsulados en el área de su nodo padre (30). Los datos se pueden organizar formando diferentes visualizaciones (centro radial, lineal, etc.) -como muestra la figura 2.4 extraída de (30)-.

Árboles hiperbólicos. Son diagramas de nodo de enlace usados a menudo para mostrar información en la web -ejemplo en la figura 2.5-. Soportan de manera efectiva la interacción con elementos más extensos.

Redes Se utilizan cuando las relaciones entre elementos no se pueden obtener con una estructura de árbol, pero es útil tener ítems enlazados a otros ítems. El trabajo de (34) muestra ejemplos de aplicaciones prácticas de redes.

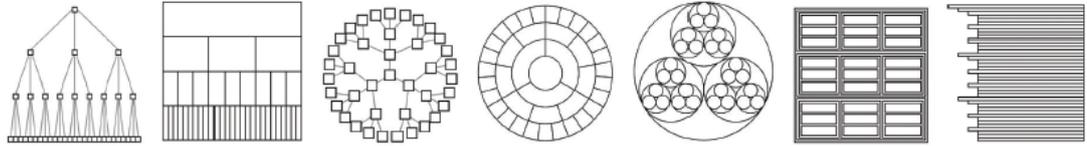


Figura 2.4: Tipos de árbol de mapa según Munzner.

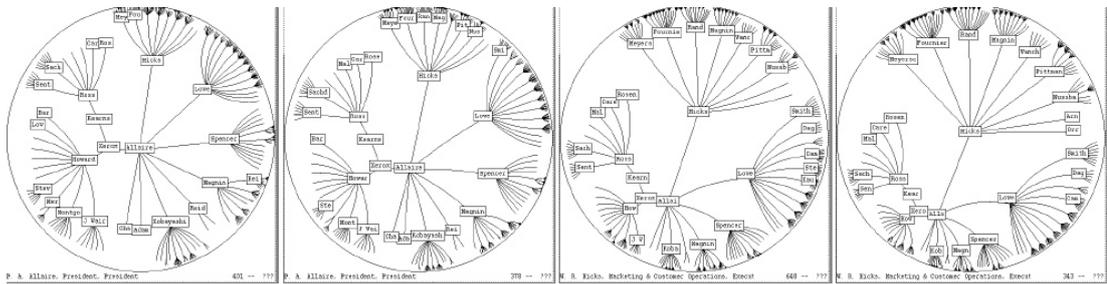


Figura 2.5: Árboles hiperbólicos según Lamping y Rao.

2.1.3. Expansión de la Visualización de la Información.

Los recientes sistemas de visualización interactivos acentúan su gran capacidad para aumentar la exploración y experimentar espacios de datos en la visualización de la información (20). Estas aplicaciones ofrecen efectivas posibilidades para la ciencia, la ingeniería y los negocios para mejorar la productividad e innovación en todos los ámbitos. Los principales factores de la expansión son el análisis de *big data* y el uso de la VI en otras áreas (28). Estos rasgos son esenciales para nuestro estudio ya que permiten la introducción de la VI en el contexto educativo.

2.1.3.1. Análisis de *Big data*.

El boom de analíticas de *big data* ha llevado a buscar soluciones para gestionar, filtrar y compartir la información de manera eficaz. Las VI son unas herramientas de análisis efectivas e intuitivas para esta gestión de la información (35).

La VI abstracta revela patrones, agrupamientos, diferencias o valores atípicos en cualquier ámbito (23). Por ello, se está empleando en una gran variedad de aplicaciones de análisis de datos como análisis visual de datos de empresas, datos científicos, blogs y comunidades *online* (36). Por ejemplo, *e-commerce* (37) utiliza la VI para simplificar las tareas que el usuario realiza al interactuar con el sistema en las compras *online*,

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

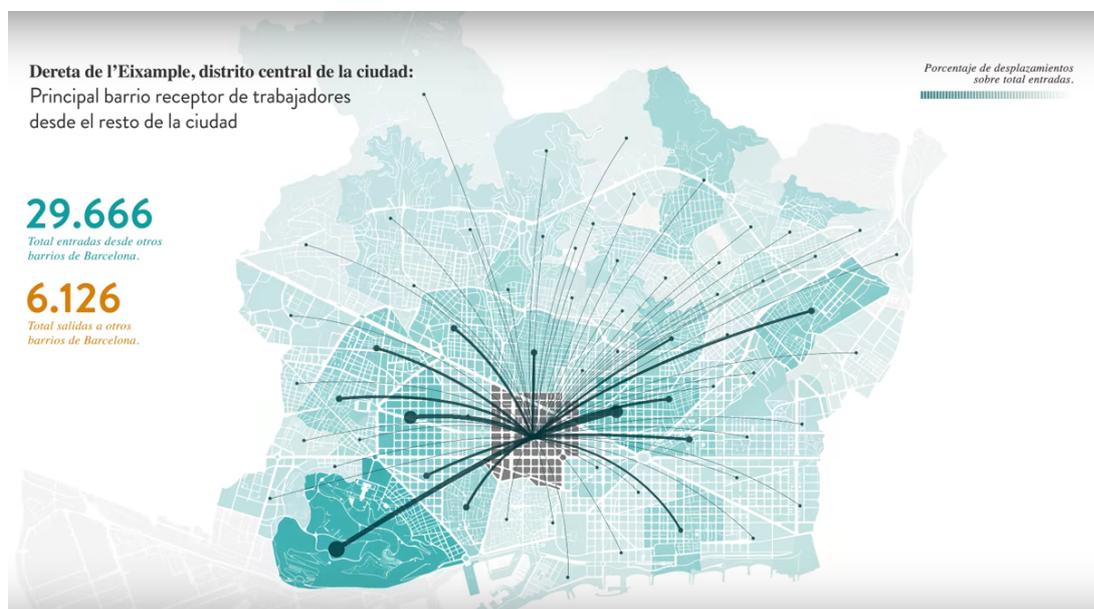


Figura 2.6: Proyecto de cartografía *Commuting*, Barcelona.

o proyectos, como el de la figura 2.6, donde la visualización gráfica de la cartografía de la ciudad de Barcelona permite extraer conclusiones sobre movilidad, utilizando estructuras topológicas.

2.1.3.2. Democratización de los datos.

La necesidad de un eficiente procesamiento de la imagen ha llevado a un incremento de emergentes aplicaciones con nuevos conceptos y técnicas (38). Las mejoras en las tecnologías en el campo de la VI han permitido la ampliación a ámbitos distintos al científico abarcando a un grupo más general, denominado «usuarios no expertos» (28).

Estos cambios han llevado a un uso de la VI con propósitos diferentes al analítico (39) con una tendencia a la creación de herramientas colaborativas para visualizaciones interactivas dirigidas a una gran audiencia (11), creativas que exploran aspectos artísticos (15) y comunicativos (40) para crear sentido.

En esta línea, (39) denomina a este subdominio de la disciplina *Infovis Informal* y con áreas de visualización como: Ambiental (41) con un uso de la VI para crear datos más dinámicos y atractivos. Por ejemplo, en la figura 2.7, la visualización de la información ambiental está inspirada en el artista Piet Mondrian (*digital signage*: panel de información de horarios); Social y storytelling: destaca el aspecto comunicativo

2.2 Prácticas educativas de estudios presenciales de Diseño Gráfico.



Figura 2.7: Visualización de la información ambiental en (41).

(42), la narratividad y conceptos como " *storyline* visualizaciones" (1); Artística: resalta aspectos creativos y explora la relación entre el diseño creativo y el campo de la VI (40) para guiar al razonamiento analítico y fomentar una lectura contextualizada.

2.2. Prácticas educativas de estudios presenciales de Diseño Gráfico.

Nuestra investigación se centra en los estudios de grado en Diseño Gráfico y toma la normativa ¹ como referencia para establecer los parámetros de aplicación de la VI en este ámbito educativo. La organización de las asignaturas en materias que definen los contenidos básicos y en competencias (transversales, generales y específicas) a través de créditos hace posible el diseño flexible de metodologías y la combinación del trabajo dentro y fuera del aula.

¹ Real Decreto 633/2010, de 14 de mayo, por el que se regula el contenido básico de las enseñanzas artísticas superiores de Grado de Diseño establecidas en la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En cualquier estrategia educativa según(7), hay que considerar las aptitudes y habilidades que la sociedad requiere de sus futuros profesionales. Las directrices de la *European Higher Education Area (EHEA)* demandan la incorporación de las tecnologías en la educación, un proceso de aprendizaje centrado en el usuario y un papel más activo del alumno (43). Esto supone potenciar la auto-reflexión y auto-evaluación del alumno y la guía del proceso de aprendizaje del profesor (44). Por ello, empezaremos definiendo el contexto actual en el que se desarrollan las prácticas educativas en estudios presenciales de diseño gráfico. Sobre estos parámetros, se describirán investigaciones afines y las principales aportaciones de la VI a este paradigma educativo.

2.2.1. Entornos virtuales y tecnologías de aprendizaje.

El panorama actual muestra que la educación está sufriendo enormes transformaciones. En estudios presenciales, los cambios están relacionado sobretodo, con las tecnologías y los espacios donde se desarrollan los contenidos de aprendizaje (45). Estas tecnologías ofrecen nuevas oportunidades para el desarrollo de los contenidos desde una perspectiva centrada en el estudiante - organizadas en el cuadro 2.2-.

Entornos	Tecnología	Autor	Aportaciones
<i>LMSs</i>	Blackboard, Moodle, Sakai	(49)	Estructura modular y personalizable. Potencian el <i>feedback</i> alumno-profesor.
<i>Online</i>	MOOCs, BYODs	(50)	Comunicación a distancia para acceder a los contenidos. Recopilan datos sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos.
Colaborativos.	<i>Free software</i>	(51) (52)	Ayudan a organizar el trabajo en equipos multidisciplinares. Recursos accesibles para alumnos/profesores.

Cuadro 2.2: Entornos virtuales de aprendizaje..

Los principales agentes de las modificaciones son el aumento del uso de las tecnologías como soporte educativo, que han creado los nuevos entornos de aprendizaje virtuales - *VLEs*- (46) y la nueva modalidad para estudios presenciales *B-learning*¹. Des-

¹ *B-learning* se refiere a estudios presenciales/semipresenciales que combinan el trabajo dentro del aula con el uso de recursos *online* fuera del espacio físico -aula-.

2.2 Prácticas educativas de estudios presenciales de Diseño Gráfico.

taca la creciente incorporación de *Learning Management Systems- LMSs*¹ en estudios *B-learning* y el uso de recursos *online* como soporte de los contenidos, la colaboración y la participación (47). La tendencia a adaptar los recursos a las necesidades educativas, ha llevado al uso del término *entornos personalizados de aprendizaje -PLEs*² para definir este fenómeno. Los *PLEs* plantean un doble reto: la elaboración de nuevos recursos de enseñanza-aprendizaje y la necesidad de re-diseñar los espacios de aprendizaje pensando en la flexibilidad (45).

2.2.2. Competencias y propuestas metodológicas.

El estudio de Plesch (3) resalta que las prácticas educativas no son adecuadas a las competencias definidas por la *EHEA*. En el cuadro 2.3 resumimos los principales problemas. En las últimas décadas, se han realizado numerosas investigaciones con propuestas metodológicas orientadas a resolver estas áreas de tensión en estudios de diseño gráfico (3) -organizadas en el cuadro 2.4-.

Prácticas educativas: problemas para desarrollar las competencias

- >Están enfocadas a resultados y no a procesos.
- >No siguen los requisitos del mercado -tiempos de realización, etc.-
- >Las disciplinas se tratan de manera aislada.
- >Hay una falta de equipos multidisciplinares y colaborativos.

Cuadro 2.3: Problemas de las prácticas educativas.

Competencias	Metodologías	Rasgos
Aprender haciendo	<i>Project Based Learning</i> (7)	Enfocado al proceso
Autoreflexión	<i>Flipped classroom</i> (45)	Aumento de participación
Creatividad	<i>Design Thinking</i> (53)	Pensamiento integrador
Tecnológica	<i>Programming as Design</i> (54)	Proceso creativo
Flexibilidad/ Agilidad	Ágil, <i>E-Scrum</i> (55)	Gestionar proyecto complejos
Trabajo multidisciplinar	<i>Participatory Design</i> (56)	<i>User Centered Design-UCD-</i>
Colaboración	<i>Pool Model</i> (2)	Integrar en contexto social

Cuadro 2.4: Metodologías para las nuevas competencias.

¹*LMSs* son *CMSs*, usados principalmente en *e-learning*.

²*PLEs* son el conjunto de herramientas, fuentes de información, conexiones y actividades que cada persona utiliza de forma asidua para aprender.(48)

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3

La Visualización de la Información en educación.

3.1. Diagnóstico sobre los estudios de diseño gráfico.

El estudio del contexto tecnológico y educativo de estudios presenciales de diseño gráfico -descrito en el apartado 2.2- permite extraer la siguiente información sobre oportunidades y desafíos, para analizar las posibilidades de la VI en esta área educativa:

Tecnologías y entornos virtuales de aprendizaje. La incorporación de los *VLEs* potencia la creación de nuevas experiencias educativas para aumentar la interacción y respuesta de los alumnos en las actividades (52). Sin embargo, el uso de las tecnología, en estudios *b-learning* de diseño gráfico, implica revisiones y cambios en:

1. La manera de acceder, interactuar, crear y compartir la información (51). Las tecnologías han cambiado las prácticas de los diseñadores y cómo el diseño es enseñado y aprendido (8) y también la capacidad para procesar datos en paralelo, acceder y visualizar la información en un orden no lineal, cambiando el modelo de conocimiento (9).
2. El planteamiento y desarrollo de las actividades (5) y metodologías empleadas (4). Por ejemplo, *B-Learning* permite la creación y soporte de tecnologías con recursos como *MOOCs*¹, pero necesita apoyo de métodos como *Flipped classroom*(45).

¹*Massive Open online Courses*. Son cursos online abiertos para aprender de manera propia, siguiendo unos objetivos y actividades de aprendizaje previstas en la plataforma.

3. LA VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EDUCACIÓN.

3. Las tecnologías han propiciado el desarrollo de una nueva visión acerca de los procesos de enseñanza-aprendizaje . Las necesidades pedagógicas (estudios enfocados al proceso de enseñanza y aprendizaje) requieren el uso de tecnologías que incorporen técnicas de interacción capaces de soportar la comunicación con el sistema y potenciar el *feedback* con el usuario en la navegación, análisis de datos, memorizando recorridos y mostrando las decisiones tomadas (29).
4. La gestión de la sobrecarga informativa (29) generada principalmente por el gran volumen de datos generados por los *VLEs* a través de:
 - Información de los cursos (contenidos, actividades,...).
 - *Feedback* entre alumnos-profesores durante el proceso de aprendizaje.
 - Datos generados por los alumnos al interactuar con el sistema.

Competencias. Las propuestas metodológicas toman como referencia las competencias, pero hace falta incidir en aspectos relacionados con el uso de las nuevas tecnologías ya que ha cambiado la manera de procesar los datos en paralelo (9). Las modificaciones definen una formación para estos estudios que estructuraremos en 3 focos a los que el docente ha de atender:

1. El procesamiento de la información. El nuevo paradigma en estudios de diseño gráfico resalta la necesidad de encontrar métodos que faciliten la gestión, presentación de la información de una manera eficaz.
2. El pensamiento crítico para la resolución de problemas. Los estudios tienen que enfocarse al desarrollo de habilidades analíticas para extraer el significado de las relaciones contextuales de datos y comprender las implicaciones de determinados conjuntos de información (9).
3. La creatividad e innovación (incluye el trabajo colaborativo) desde una perspectiva centrada en el estudiante.

3.2. Estudios relacionados: Visualización en educación.

El potencial de la disciplina VI como herramienta de conocimiento aparece desde los inicios de la disciplina (21). Sin embargo, hasta recientes años no encontramos referencias al ámbito educativo. Las nuevas posibilidades de las herramientas de visualización y usos en otros ámbitos han llevado a hay un creciente interés por la VI.

3.2 Estudios relacionados: Visualización en educación.

Numerosas investigaciones resaltan la necesidad de introducir la disciplina en el contexto educativo para mejorar la calidad de la educación que sirven como fundamento teórico para nuestra hipótesis. Las describiremos, por un lado, según sus posibilidades de análisis, para ayudar a la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje y soporte de los *VLEs* y, por otro lado, como ampliación del conocimiento.

3.2.1. Visualización en entornos de aprendizaje virtuales.

Gran parte de los estudios sobre la VI en el contexto educativo están relacionados con su uso como herramienta de análisis. El aumento de *Learning Analytics (LA)*¹ tiene que ver con el empleo de entornos de aprendizaje virtuales y el interés de las instituciones educativas por medir, demostrar y mejorar la actuación educativa.

Encontramos investigaciones sobre el uso de la VI para ayudar al análisis y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje, sobretodo enfocadas al uso de *VLEs*. Algunas propuestas describen su uso para el diseño de actividades (competencias, objetivos, etc.) en estudios *e-learning* (58) para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje; otras tienen que ver con la monitorización del alumno (44, 49). Todos los estudios destacan el valor de la VI como ayuda al análisis y control del proceso de aprendizaje de los estudiantes.

3.2.2. Visualización como recurso educativo.

En este momento hay pocas investigaciones de aplicaciones prácticas sobre el uso de visualizaciones en educación como recurso de aprendizaje. Pero un gran número de estudios en la disciplina de la VI defienden su uso en el contexto educativo y proponen guías prácticas para el diseño de visualizaciones útiles para nuestros objetivos.

Desde la perspectiva de la ampliación del conocimiento destacamos los trabajos de Kerren (29) y Tufte (35). Ambos autores resaltan los beneficios de la VI desde el punto de vista perceptivo y cognitivo.

El uso de las tecnologías conlleva grandes modificaciones en el modelo de conocimiento según Kraidy (9). El autor defiende que el procesamiento paralelo y el acceso a la información multidimensional están directamente relacionados con la VI, por lo

¹*LA* es un área de la investigación en *Technology-Enhanced Learning (TEL)* encargada de la medición, recopilación, análisis y presentación de datos sobre los estudiantes y su contextos para mejorar la comprensión, el aprendizaje y la optimización de los entornos. (57).

3. LA VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EDUCACIÓN.

que ayuda a la comprensión de conceptos abstractos y a su vez, potencia la abstracción conceptual, permitiendo el desarrollo de habilidades analíticas.

Según Miller (12), la integración de la VI en entornos de aprendizaje *online* potencia valores como la narratividad y la creación de sentido gracias a su carácter exploratorio para que los alumnos adquieran su propio conocimiento. En una línea similar (68), analiza el impacto de la VI en el discurso y la colaboración en grupos sociales.

Aplicaciones prácticas de la VI en educación. El autor (61) investiga la visualización del conocimiento en el área de las matemáticas. En su estudio concluye que es necesario desarrollar varias actividades para complementar el papel de la visualización en la comprensión de los conceptos. Tomaremos estas recomendaciones para elaborar recursos de enseñanza-aprendizaje variados que permitan aplicar los mismos conceptos. Por otra parte, este autor describe aplicaciones prácticas de visualización en la educación como *Tube Map Visualization*, una metáfora visual para la comunicación interfuncional de un proyecto complejo y el framework para la aplicación de la visualización del conocimiento de la investigación (62).

El estudio realizado por (63) , aplica la VI a un curso de inglés, con el fin de mejorar la habilidad de la memoria y participación en el aula. Concluye que el uso de la VI en clase, proporciona una valiosa experiencia y ayuda a la adquisición de conocimientos, ya que sirve de soporte a los datos o textos, invita a la reflexión, la contemplación y el placer estético.

Lecheler et al. (59) diseña un framework, utilizando el software AvenueDHH para entornos de aprendizaje *online*, basado en potenciar la interactividad y en los aspectos estéticos desde una perspectiva centrada en el estudiante. Utiliza herramientas como WordClouds para adquirir competencias tecnológicas.

Atendiendo a las posibilidades colaborativas de las herramientas VI y su componente de interacción, en (67) estudia a través de *LiveNet* cómo potenciar el aprendizaje colaborativo *online* para la comprensión de los profesores y estudiantes de estas herramientas aunque no sean expertos en informática.

3.3 Visualización de la Información en estudios *b-learning* de diseño gráfico.

3.3. Visualización de la Información en estudios *b-learning* de diseño gráfico.

En la actualidad, no hay estudios sobre su aplicación en el área de diseño gráfico. Analizaremos las principales contribuciones de la VI para la creación de recursos de enseñanza-aprendizaje en estudios *b-learning* de diseño gráfico -que es nuestro *Objetivo 2*-, desde dos líneas de actuación: En estudios *b-learning* atendiendo al proceso de enseñanza-aprendizaje y para potenciar el desarrollo de las competencias.

3.3.1. Visualización para el análisis del aprendizaje.

La VI como herramienta de análisis es una gran oportunidad para crear estrategias de enseñanza-aprendizaje en el contexto educativo por su eficacia para presentar la información y para la evaluación del proceso. En el cuadro 3.1 se describen las aportaciones a *VLEs* en estudios *b-learning* teniendo en cuenta estos dos aspectos.

Respuesta a la sobrecarga informativa	
Relevancia	Potencia la creación de sentido, exploración, adaptabilidad, orientación en el aula virtual,...
Procesamiento	Añade contexto a los datos al permitir visualizar sólo la información relevante de manera correcta (12).
Presentación	Crean una clara y estética visualización de la información (44).
Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje	
Claridad de los datos (12)	Sintetiza información y deriva conocimiento de los datos masivos, dinámicos y a veces conflictivos.
Auto-reflexión	Permiten detectar lo esperado y descubrir lo inesperado mediante hipótesis sobre el progreso.
Eficacia	Evaluaciones oportunas, defendibles y comprensibles. Comunican una evaluación efectiva para la acción en factores difícilmente medibles como la motivación y esfuerzo.

Cuadro 3.1: Analítica visual: Gestión del aprendizaje.

El foco de los aspectos perceptivos tiene que ver con solución a los problemas de la sobrecarga informativa. Representar los resultados obtenidos con métodos de *LA* facilita la gestión, interpretación y el análisis de los datos educativos (49). Por ejemplo, los

3. LA VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EDUCACIÓN.

alumnos visualizan tablas simples de su progreso y el profesor accede a visualizaciones interactivas. En (69) describe este proceso en una visualización interactiva.

Por otro lado, los aspectos de interacción de las herramientas de VI permiten la adaptación de los estudios desde una perspectiva centrada en el estudiante, sirven de orientación, soporte y guía, tanto para alumnos como profesores, durante el proceso de aprendizaje para adaptar las instrucciones del curso a las necesidades y la auto-reflexión de los alumnos (46).

3.3.2. Visualización para el desarrollo de las competencias.

Desde el punto de vista de la ampliación del conocimiento, aprendizaje por descubrimiento y como herramienta colaborativa, la VI permite dar respuesta a las nuevas competencias para estudiantes de diseño gráfico -que establecimos en el cuadro 2.4-. A continuación describiremos las principales aportaciones de la VI en 3 niveles de análisis tomando como referencia el contexto educativo de diseño gráfico actual y siguiendo nuestros objetivos de investigación.

3.3.2.1. Aportaciones del nivel sintáctico.

Esta perspectiva de estudio de la VI está relacionada con la ayuda que ofrece para presentar la información de manera clara, fácil y eficaz -resumidos en 3.2-.

Percepción visual: Visualización como herramienta intuitiva	
<i>Items</i> (70)	Recurso para localizar e identificar items de manera rápida. Elementos usados para codificar los datos (líneas, figuras, color, etc.).
<i>Patrones</i> (20)	Detectan rápidamente <i>estructuras salientes</i> (proximidad, conexión, agrupamiento y clasificación. Definen patrones visuales, tendencias, valores atípicos, agrupamientos para obtener información.

Cuadro 3.2: Visualización: Percepción visual

Los estudiantes de diseño gráfico utilizan el modelo de procesamiento perceptual como fundamentos básicos del diseño y siguen los mismos conceptos de la Teoría de la Gestalt (proximidad, conexión, agrupamiento,...) usados en la VI (72). Por ello, permiten desarrollar competencias relacionadas con aprender haciendo y habilidades

3.3 Visualización de la Información en estudios *b-learning* de diseño gráfico.

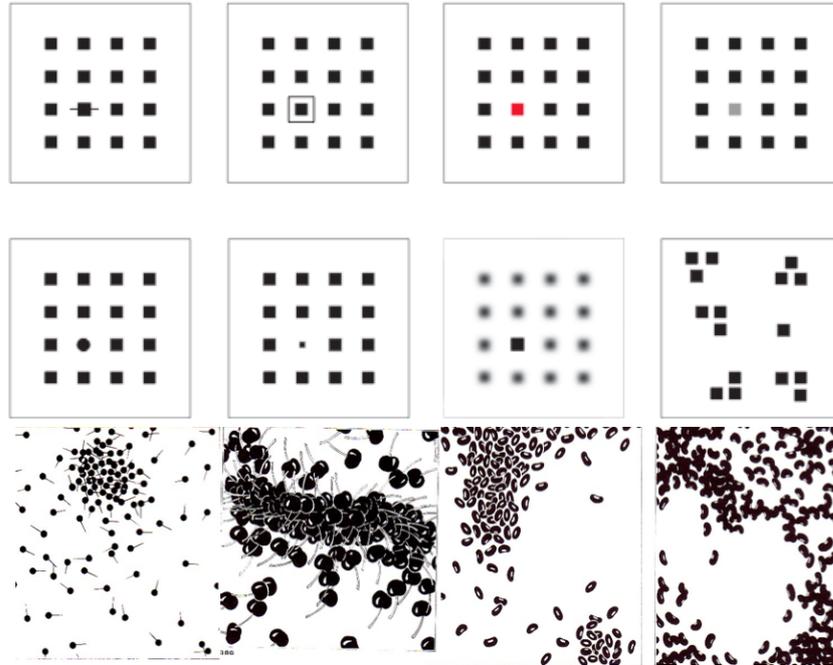


Figura 3.1: Procesamiento preatencional (34) y textura visual (73).

perceptivas para la presentación y visualización correcta de la información. En el ejemplo de la figura 3.1 vemos la fase de procesamiento pre-atencional de (34) (imagen superior), donde diferenciamos de manera directa *items* por atributos visuales como un elemento de tamaño diferente -elemento destacado- de un campo rodeado de otros *items* -elementos de distracción- y elementos de sintaxis visual según (73) (imagen inferior), donde la textura contribuye a la composición.

3.3.2.2. Aportaciones del nivel semántico.

En este nivel de análisis, las visualizaciones potencian la construcción mental favoreciendo el desarrollo de aspectos cognitivos y sociales (11) y la ampliación del conocimiento por descubrimiento - rasgos descritos en el cuadro 3.3 -.

Los rasgos cognitivos que potencian las visualizaciones, permiten mejorar la comprensión de los contenidos (59), gestionar la calidad y cantidad de información que puede ser visualizada y la extensión del conocimiento (75). Esto se debe al potencial de las visualizaciones para relacionar estructuras de información con los valores adecuados permitiendo al usuario transformar y sintetizar una determinada cantidad de informa-

3. LA VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EDUCACIÓN.

ción a partir de una base de datos. Usamos tareas interpretativas - como localizar, identificar,...- que desarrollan metáforas visuales para el mapeo de los datos abstractos (27). Estos rasgos sirven como soporte para adquirir competencias que desarrollan el pensamiento integrador a través del aprendizaje por descubrimiento.

La VI potencia el empleo de nuevas maneras de analizar la información que favorecen la abstracción conceptual y la creatividad. En el caso de diseño gráfico, estos rasgos fomentan el pensamiento crítico para la resolución de problemas, básicas en las competencias generales de estos estudios. Los estudiantes de diseño gráfico utilizan las metáforas visuales y los modelos mentales en su metodología proyectual para la definición de productos/servicios (77).

Aspectos cognitivos: Visualización como ayuda al análisis intelectual.	
Habilidades mentales (34)	Registrar la información. Transmitir significado. Aumentar la memoria activa. Facilitar la búsqueda y el descubrimiento. Soportar inferencia perceptual. Potenciar la detección y el reconocimiento. Proveer de modelos actuales y aspectos teóricos. Proporcionar la manipulación de datos.
Tareas de usuario (76)	Fijación externa. Búsqueda de información. Descarga cognitiva.
Tareas de interacción (31)	Localizar. Identificar. Distinguir. Categorizar. Agrupar. Distribuir. Rango. Comparar. Asociar.
Ampliación del conocimiento: Aprendizaje por descubrimiento.	
Pensamiento aumentado (64)	Capacidad de ampliación de la memoria visual. Conserva información de posición, formas abstractas, color y textura de los elementos (coherencia del campo, cambio de sentido,...).
Memoria externa	Permite agrupar la información relevante ayudando al proceso de resolución de problemas.
Modelo mental (76)	Representación funcional análoga de un sistema de visualización externo interactivo con los mismos esquemas y comportamiento -propiedades, semántica y razonamiento-.

Cuadro 3.3: Visualización: Pensamiento visual.

En la obra de Tufte (35) - figura 3.2 -, la visualización gráfica ayuda a los usuarios a seleccionar de manera interactiva múltiples regiones y elegir capas apropiadas para los datos elegidos. En este caso el uso de pequeños múltiplos sirve de apoyo para el conocimiento ayudando al razonamiento visual -ver, distinguir, elegir, etc.-. Potencia la selección de elementos por comparaciones y contrastes en lugar de memorizar gran número de imágenes -en este caso camisetas dispersas en varias páginas-.

3.3 Visualización de la Información en estudios *b-learning* de diseño gráfico.



Figura 3.2: Visualización gráfica basada en pequeños múltiplos de Tufte.

3.3.2.3. Aportaciones del nivel pragmático.

Las principales aportaciones de la VI en este nivel de análisis al proceso de aprendizaje de los estudiantes de diseño gráfico, tienen que ver con la interacción. Este rasgo es uno de los aspectos clave para amplificar la cognición (22, 28, 29). Los principales factores se resumen en el cuadro 3.4.

Actividades creativas y participativas.	
Interacción	Conocimiento a partir del descubrimiento por hipótesis.
Creatividad	Datos dinámicos y atractivos que guían la lectura.
Comunicativas	Aspectos narrativos que mejoran la experiencia del usuario.
Colaborativas	Potencian nuevos conocimientos.

Cuadro 3.4: Visualización: Aspectos creativos.

El valor de las visualizaciones por sus rasgos interactivos y exploratorios (74) radica en que ayuda a realizar hipótesis sobre los datos para encontrar información (78). La interacción implica el diálogo del usuario con el sistema y la exploración del conjunto de datos para descubrir en ellos conocimiento (79). Esto potencia la creatividad como medio para realizar descubrimientos (74, 78) y es apropiado para trabajar las competencias referidas al pensamiento integrador.

Por otro lado, autores como (12) resaltan los aspectos comunicativos usados en *storytelling visualizaciones* que utilizan la narratividad y el contexto para crear sentido y mejorar la experiencia de usuario. Así, mantienen la atención, guían al razonamiento

3. LA VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EDUCACIÓN.

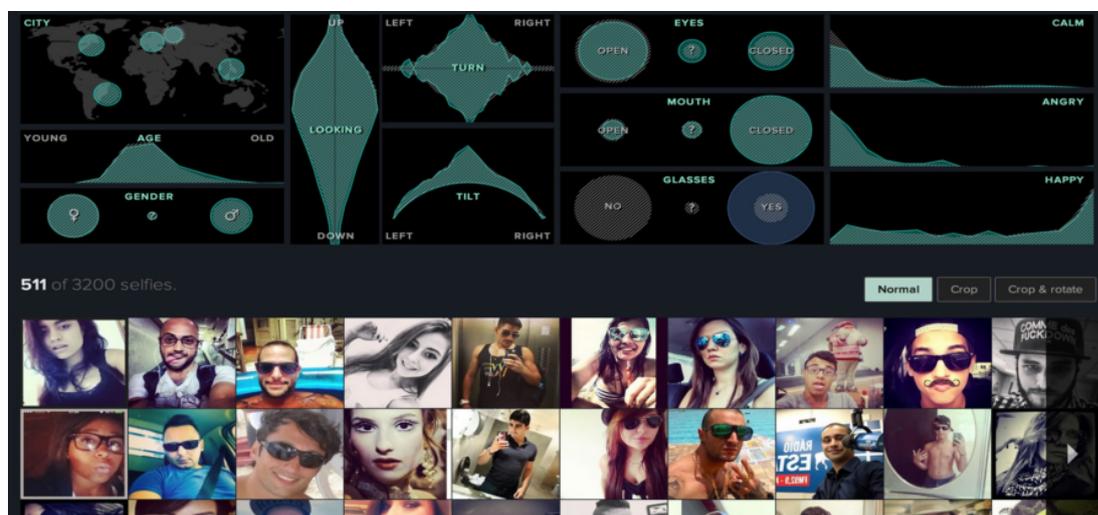


Figura 3.3: Visualización de datos en *Selfiecity*, 2014 de Lev Manovich.

analítico y permiten una lectura contextualizada del objeto (1, 40) muy útiles para el desarrollo de habilidades analíticas.

Las visualizaciones interactivas y cooperativas potencian nuevos conocimientos (80). Permiten mejorar las habilidades creativas y colaborativas, centrales en el aprendizaje a través de proyectos complejos multimedia. Desde este enfoque ofrece una gran oportunidad para elaborar recursos de aprendizaje dirigidos a desarrollar competencias como aprender haciendo.

Infovis Informal ofrece un abanico de aplicaciones prácticas al destacar aspectos estéticos y funcionales (16), para el diseño creativo de la información, esenciales en el plan curricular de diseño gráfico (diseño de la información ambiental,...). Esta perspectiva permite la realización de actividades orientadas a desarrollar habilidades colaborativas y creativas de los alumnos potenciando nuevas maneras estéticas de visualizar la información, básicas en la adquisición de las competencias específicas de estudios de diseño gráfico. Por ejemplo, trabajos creativos como los de Lev Manovich sobre la Visualización de los datos ¹ potencian estos rasgos creativos - como el ejemplo de la figura 3.3 del proyecto *Selfiecity*, 2014-. Otro ejemplo es *On Broadway*, 2014, donde desarrolla una aplicación interactiva para crear una metáfora visual sobre la ciudad: una pila vertical de las capas de imagen y de datos creada a partir de fotografías publicadas en redes sociales por los usuarios.

¹ <http://manovich.net/index.php/exhibitions>

4

Diseño y evaluación de recursos de enseñanza-aprendizaje.

4.1. Principios para el diseño de visualizaciones.

Para crear recursos de aprendizaje adecuados hay que de establecer principios prescriptivos (34, 64) que guíen en el diseño de visualizaciones y sirvan de referencia para la posterior evaluación empírica. Enriquecer la densidad de la pantalla de datos es la tarea esencial del diseño de la información (35). Una gráfica es una poderosa abstracción de datos que consiste en elementos y sus conexiones. Por ejemplo, relaciones entre un grupo de gente pueden ser representadas como gráfica o trayectorias en mapas pueden ser modeladas como gráficas. El problema radica en encontrar la manera de transformar los datos en una perceptible forma visual de manera eficiente (81).

Requisitos previos. En el diseño de visualizaciones hay que tener en cuenta (74):

1. El conocimiento de cómo opera el dispositivo. Cómo los diferentes tipos de datos son percibidos y cómo el usuario trabaja con los datos (principios de la percepción visual, interacción,...). Desafíos técnicos para desarrollar visualizaciones son según (28)) usabilidad, visualizaciones escalables, errores e incertidumbre, visualizaciones *in-situ* y análisis integrado de datos heterogéneos.
2. El dominio del conocimiento de cómo interpretar el contenido. Entender las posibilidades y limitaciones del conocimiento y de la percepción visual es esencial para crear buenas visualizaciones.

4. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE RECURSOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

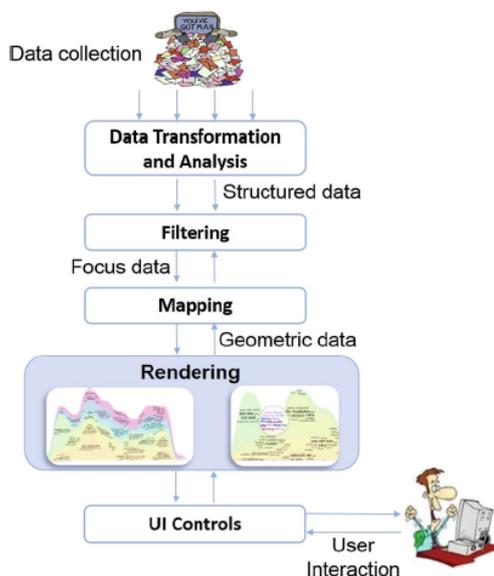


Figura 4.1: Técnica *Pipeline* ilustrada por Liu S. et al.

Etapas de configuración de la visualización. La mayoría de autores usan el procedimiento de (21) para definir la configuración de la visualización. La organización en etapas nos ayuda a entender cómo se realiza el proceso de visualización -en la figura 4.1 vemos un ejemplo ¹ de (28) -. Según (81), estas etapas de configuración son:

1. Procesamiento de datos en bruto. Son los datos sin procesar.
2. Transformación de datos de tablas. Empieza la organización de los datos.
3. Mapeado de estructuras visuales- conversión de los datos en información-. Es el aspecto más crítico en el diseño de representaciones visuales (14). Los puntos de vista generados por estos procesos crean representaciones visuales de datos. Implica un alto grado de razonamiento en el diseño para desarrollar metáforas.
4. Transformación del resultado visual (usando zoom, visión de conjunto,...). Aquí se incide en la interacción con los datos.

4.1.1. Métodos de razonamiento analítico y visuales espaciales.

El proceso de diseño de visualizaciones requiere métodos de razonamiento analíticos y visuales-espaciales (74). Comprender los mecanismos implicados en las actividades

¹*Pipeline* es una de las técnicas de canalización más usadas.

4.1 Principios para el diseño de visualizaciones.

cerebrales (tareas elementales y secundarias perceptual-cognitivas) hace posible una eficiente incorporación de los elementos estructurales que ayudan al usuario a convertir los datos en una visualización (71). Aplicar las normas que rigen una eficaz presentación visual de la información mediante estrategias que hacen los patrones de datos y su significado más fáciles de discernir (72) ayuda a concretar el diseño de las visualizaciones para crear recursos de aprendizaje.

Elementos visuales y modelos estructurales. Hay que utilizar la sintaxis visual con fines comunicativos.

En la fase de presentación, organizamos los datos para que adopten patrones visuales que sean fácilmente perceptibles por los usuarios (16, 20):

1. Elementos usados para codificar los datos son líneas, figuras, color, etc. Asignar atributos de datos a adecuados elementos gráficos y propiedades es primordial para crear efectivas representaciones visuales de datos.
 - Un grupo de datos se corresponde con un elemento visual (como una fila).
 - Cada atributo de dato (valor,...) se enlaza con un elemento visual, así el valor del numérico, ordinal o dato categórico determina su apariencia visual.
 - La combinación de las construcciones de 3 dimensiones (puntos, superficies, objetos,...) con sus transformaciones espaciales (posición, tamaño, color, transparencia, textura, movimiento) permiten infinitas maneras de relacionar valores de datos con formas visuales.

Algunos rasgos destacados son: Proximidad y similaridad (11) - permite encontrar la similaridad entre dos *items*, usando técnicas de clasificación o agrupamiento;- Creación gráfica basada en la cuadrícula (82); Simetría, colinealidad y ortogonalidad (40) -interiorizamos los diagramas y destacamos estos rasgos visuales-.

La creación de modelos estructurales ayuda a encontrar relaciones entre datos (23), por lo que son centrales para nuestro estudio sobre el diseño de visualizaciones. El reconocimiento de patrones permite utilizar estrategias para asignar diferentes atributos de datos (por ejemplo crear mapeados de un dato destacado en una representación) (38). Estas metáforas tienen que representar la estructura y las relaciones entre los datos complejos para permitir la navegación e interacción.

4. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE RECURSOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

4.1.2. Usabilidad.

En cuanto al uso de las tecnologías, la usabilidad es uno de los aspectos de un sistema que más influencia tienen en el proceso de aprendizaje en los *VLEs* (83, 84). Por ello, es importante el uso de herramientas de visualización enfocadas a mejorar la interacción y respuesta inmediata de la visualización de datos según la actuación del usuario (70) y buscar criterios de diseño para hacer una interfaz gráfica lo más fluida y transparente posible (85).

Interacción de las herramientas de visualización Los elementos básicos para el diseño de interacción que las herramientas de VI tienen que garantizar (77) son:

1. Visibilidad. Indicadores claros de los datos (color, línea, sombra, dirección, etc.), capaces de manejar numerosos ítems (12, 23).
2. Retroalimentación. La interfaz gráfica debe soportar todas las tareas de *feedback* (64) (establecer la coordinación ojo-mano, crear bien definidas metáforas de interacción y permitir un rápido y constante *feedback*).
3. *Affordances*. Mejoran la comunicación entre el usuario y el sistema (77, 86, 87).
4. Restricciones. El uso de criterios cognitivos mejora el diseño de interacción (88).
5. Consistencia (89). Las visualizaciones han de representar y explorar las relaciones entre múltiples estructuras jerárquicas y buscar la afinidad entre la representación y la interfaz gráfica de usuario más estándar (GUI).

Interacción usuario-ordenador. A la hora de diseñar visualizaciones hay que tener en cuenta la interacción entre usuario-ordenador para utilizar técnicas apropiadas para las estrategias de aprendizaje. Los diseños de visualizaciones dependen de los determinados datos y la aplicación específica (11, 28). Para analizar las clasificaciones de la interacción usuario-ordenador usaremos dos perspectivas (79):

1. Tareas de usuario. El *mantra de Shneiderman* (23) define las tareas que realiza el usuario en «Información general, zoom y filtro y después detalles según demanda». Tienen que ver con la extracción de datos del usuario del ordenador (tareas visuales relacionales (asociar, identificar,...), de recuperación de valores, para determinar el alcance, etc.(90)) y con el intercambio de información entre el usuario y el dispositivo. Estas puede ser según (77), de 3 clases:
 - a) Instrucción. El usuario indica al dispositivo que hacer.

4.1 Principios para el diseño de visualizaciones.

- b) Manipulación. Permite a los usuarios modificar características de los objetos.
 - c) Exploración. Los usuarios pueden manipular y moverse en el entorno visual.
2. Tareas centradas en el sistema. Tiene que ver con las herramientas de análisis de datos donde el usuario selecciona diferentes opciones organizadas en taxonomías de técnicas de interacción de:
- a) Bajo-nivel: enfocar, filtrar o relacionar.
 - b) Dimensión: Tipos de interacción (manual, mecánica,...); manipulación directa o indirecta; modo de interacción (pasivo, continuo,...).
 - c) Operaciones: Interacción de operadores (navegación,...) y espacios (espacio de la pantalla,...).

Usuario y datos. Otro factor a la hora de elaborar recursos de aprendizaje utilizando herramientas de visualización es cómo los diferentes tipos de datos son percibidos y cómo el usuario trabaja con los datos. Lograr una conexión entre los objetivos de los usuarios y las técnicas de interacción permite obtener una comprensión más profunda de la interacción con las visualizaciones. Según (79) se pueden clasificar siete categorías de interacción:

1. Seleccionar: marcar algo como interesante («marco delimitador», etc.)
2. Explorar: mostrar algo más (visión general y de detalle,...).
3. Volver a configurar: mostrarme un arreglo diferente.
4. Codificar: mostrar una representación diferente.
5. Resumir/Elaborar: mostrarme más o menos detalle.
6. Filtrar: mostrar algo condicional (consultas dinámicas, filtro de reducción, etc.).
7. Conectar: mostrar artículos relacionados (cepillado- *brushing*-,...).

A estos patrones, (65) incorpora la estrategia de navegación y la aproximación a la finalización de la tarea.

4.1.3. Guías de diseño para crear recursos de enseñanza-aprendizaje.

La gramática gráfica es limitada, sin embargo permite infinitos resultados de diseño de espacios debido a la naturaleza abstracta de los datos (91). La visualización de la información permite razonar, documentar y preservar el conocimiento, por lo que hay que enriquecer la densidad de los datos para encontrar un diseño de calidad (35, 92).

4. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE RECURSOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

4.1.3.1. Visualización para el análisis de la información.

El enfoque analítico de (36), seguido por la mayor parte de la comunidad científica, sirve como referencia para nuestro objetivo de investigación. Permite atender a la VI como herramienta de análisis y la presentación de datos de manera clara y eficaz para la elaboración de materiales didácticos en los estudios *b-learning* de diseño gráfico.

Los errores más habituales en el diseño de visualizaciones para comunicar ideas complejas según (36) son: Gráficos con mucha información y demasiadas variables.

Atendiendo a diversos factores (como organización en capas y separación, pequeños múltiplos, color e información y narrativas de espacio y tiempo), establece una guía para la «excelencia gráfica» basada en 3 conceptos: claridad, precisión y eficiencia. Los rasgos se describen en el cuadro 4.1.

Principios de diseño: Enfoque analítico.

- ✓Mostrar datos.
 - ✓Introducir al usuario a pensar.
 - ✓Evitar distorsiones en información de datos.
 - ✓Presentar muchos números en un pequeño espacio.
 - ✓Hacer coherentes grupos de datos.
 - ✓Revelar datos (visión general y niveles de detalle).
 - ✓Propósito claro (descripción, exploración, decoración,...)
 - ✓Integradas con descripciones estadísticas y verbales de datos.
-

Cuadro 4.1: Guía analítica para el diseño de visualizaciones.

4.1.3.2. Visualización para ampliar el conocimiento.

Las herramientas de visualización según (12) deben proporcionar claridad, confiabilidad y ser estéticamente atractivas para dar soporte a la ampliación del conocimiento. En la tabla 4.2 el rasgo define el requisito que debe cumplir una herramienta de VI, la descripción tiene que ver con la aportación al contexto educativo y el foco describe la actuación de la visualización. Además, los diseños de sistemas de VI tienen que conseguir el equilibrio entre los tres conceptos de *El triángulo de Vitruvius* (81): utilidad, solidez y atractivo -desarrollados en el cuadro 4.3-. Utilizaremos estos principios para el diseño de recursos de aprendizaje enfocados a potenciar las competencias de los alumnos de diseño gráfico.

4.2 Métodos de evaluación de las visualizaciones.

Rasgo	Descripción	Foco
Compromiso y participación	Potenciar la experiencia de usuario (motivación,...)	Narratividad y contexto.
Colaboración	Desarrollar contenidos de aprendizaje	Grupos cooperativos.
Feedback y progreso.	Monitorización del progreso.	Interactivas y continuas visualizaciones
Creación de sentido.	Encontrar relaciones entre datos y atributos.	Consultas visuales en gráficos de información
Soporte para tomar decisiones.	Mejorar contenidos de aprendizaje.	Nivel de dificultad.
Potenciar la exploración.	Descubrir conocimiento a través de hipótesis	Manipular datos (datos pasados y proyección de escenarios condicionales).
Diseño universal y cumplimiento de estándares.	Diferenciar claramente datos (reales, hipótesis, etc.).	Indicadores (variación del color, ancho de línea, sombra, fondo,...).

Cuadro 4.2: Requisitos de diseño enfocados a potenciar el conocimiento.

4.2. Métodos de evaluación de las visualizaciones.

Para evaluar las visualizaciones como recursos de aprendizaje en nuestro ámbito de estudio usaremos las propuestas científicas en la VI de (18, 28, 65, 81) que describen métodos, focos de actuación y escenarios para medir la evaluación. Esto permite definir el elemento sobre el que se mide la eficiencia de la visualización. En esta misma línea, utilizaremos como focos para la evaluación la actuación de la VI -cuadro 4.3-, del usuario con el sistema y la experiencia de usuario, estructurados según descriptores y medidas cuantitativas a partir de los conceptos de *El triángulo de Vitruvius*: utilidad, solidez y atractivo (81).

4.2.1. Solidez: Evaluación de la eficiencia del sistema.

Los conceptos para la evaluación de la eficiencia de sistemas de VI según (25) son:

- Interpretación de una visualización a través de su forma externa física (referentes, y las estructuras léxicas, sintácticas, semánticas, pragmáticas y estilísticos), una

4. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE RECURSOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

actividad típicamente realizada por un lector.

- Exploración y manipulación de la representación exterior por el lector para descubrir más sobre el modelo subyacente (interacción proporcionada por una herramienta de visualización, ...).
- Exploración y manipulación del modelo de datos internos por el sistema (interrelaciones, tendencias y patrones) para encontrar una representación adecuada.

La visualización interactiva según (64) es un proceso compuesto por una serie de bucles de retroalimentación divididos en tres categorías que la interfaz debe soportar: Manipulación de datos (tiempo de reacción para seleccionar, ...), exploración y navegación (control del punto de vista, metáforas de navegación) y resolución de problemas (memoria de trabajo visual,...).

4.2.2. Utilidad: Usuario para medir la actuación.

Muchos de los trabajos realizados utilizan estudios de usabilidad y experimentos controlados para comprender cómo los usuarios reales llevan a cabo una tarea e interactúan con la herramienta/técnica de visualización (28). El método de evaluación más usado en la VI es el de estudio del usuario para medir la actuación de la visualización (28). Hay varios métodos de evaluación que destacamos:

- Colaboración abierta distribuida -*crowdsourcing* - (28): Permite observar un gran número de usuarios -normalmente con la herramienta *Eye tracker* (69)-. Esto resuelve el problema de los estudios en laboratorios, que sólo recolectan resultados de evaluación de un pequeño número de participantes ()para comparar elementos de diseño (97), memorabilidad de rasgos visuales (66), etc.).
- *Focus group* (90): Permite evaluar las herramientas de VI a través de las tareas cognitivas que el usuario realiza con las aplicaciones.
- Basadas en modelos psicológicos (90): Parten de estudios de conocimiento y comportamiento humano utilizando evaluaciones heurísticas (principios de usabilidad) o *cognitive walkthroughs* (sistemas de prototipos).

4.2.3. Atractivo: Experiencia de usuario.

Estas evaluaciones ayudan a concretar qué tipo de interacciones pueden facilitar las tareas de usuario para la resolución del problema y la toma de decisiones a partir de los datos recogidos del comportamiento del usuario al interactuar con un sistema (65).

4.2 Métodos de evaluación de las visualizaciones.

Los test de usabilidad permiten demostrar la utilidad de una determinada herramienta en la visualización y la mejora en la experiencia de usuario. Por ejemplo (98), utiliza un test de usabilidad para demostrar la importancia de la animación como herramienta útil en la exploración interactiva.

Dimensión estética y emotiva. Los criterios estéticos afectan al atractivo de una visualización y a la usabilidad, mejorando la comprensión de la visualización (97). Para atender a los problemas de subjetividad en la determinación de criterios para la medición de aspectos estéticos, (81) propone analizar la intención detrás de su creación y el análisis externo de las propiedades distinguibles en su forma visual (o sus características interactivas asociadas). Medidas para cuantificar son el concepto de *orden* -proporcionalidad, complejidad y variedad de los elementos perceptibles que comprenden una composición visual-. Rasgos relevantes son la reducción al mínimo del solapamiento del borde, la reducción al mínimo de curvas y el aumento de la simetría.

4.2.4. Escenarios para evaluar las visualizaciones.

Usaremos los métodos de evaluación propuestos por (18) divididos en escenarios para la evaluación de las visualizaciones (comprender el análisis de los datos y las visualizaciones), para definir las cuestiones relacionadas con la actuación de las visualizaciones de *El triángulo de Vitruvius* - resumidas en el cuadro 4.3-.

PRINCIPIO	Evaluación	Descripción	Medida cuantitativa
SOLIDEZ	Actuación de la VI.	Validez	Presentación del algoritmo.
		Robustez	Generalización a otros grupos -datos más amplios, mayor complejidad,...-
		Confiabilidad	Herramientas muestran finalidad,..
UTILIDAD	Actuación del usuario.	Funcionalidad	Eficacia y eficiencia: Exactitud e integridad
		Usabilidad	de usuarios para realizar tareas específicas,...
ATRACTIVO	Experiencia de usuario.	Estética	Grado de satisfacción: Estilo visual.
		Calidad	Diseño de datos -comunicación del mensaje-.
		Interacción	Fluidez, flujo, compromiso, colaboración,...

Cuadro 4.3: Principios de diseño y evaluación: *El triángulo de Vitruvius*

4. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE RECURSOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

Análisis de datos. Estos escenarios ayudan a la evaluación de la actuación de las visualizaciones desde el principio definido como **solidez**.

1. **Ambientes y prácticas de trabajo.** Estudio de los alumnos y la realización de tareas. Preguntas de evaluación relacionadas con identificar el grupo de rasgos que una herramienta de visualización debería tener.
2. **Análisis de datos visuales y razonamiento.** Cómo la herramienta de visualización soporta la generación de conocimiento con software confiable.
3. **Comunicación a través de las visualizaciones.** Tiene que ver con aspectos relativos a cómo las visualizaciones soportan la comunicación para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Cuantificar la calidad de las herramientas mediante métricas como grados de aprendizaje, retención y relevancia de la información; o grados cualitativos como patrones de interacción o maneras en que los alumnos adquieren la información y posibilidades de las herramientas de visualización.
4. **Análisis de datos colaborativos.** El objetivo del trabajo en grupo es unir las experiencias de análisis para llegar a conclusiones o descubrimientos. Este enfoque tiene que ver con las posibilidades de las herramientas de VI para la colaboración, análisis colaborativo y/o procesos de toma de decisiones colaborativas.

Visualizaciones. Sirven como referencia para evaluar los conceptos relacionados con la **utilidad** y el **atractivo**.

1. **La actuación del usuario.** La evaluación se enfoca a cómo rasgos específicos objetivamente medibles afectan a la actuación del usuario.
2. **La experiencia de usuario.** Tiene que ver con el estudio subjetivo del *feedback* y opiniones del grupo de alumnos acerca de las visualizaciones.
La propuesta de (18) es obtener mediciones para la experiencia de usuario utilizando criterios como: Percepción de la eficiencia, eficacia y corrección; la satisfacción, la confianza, y rasgos como gustar/ disgustar, etc.
3. **La visualización de algoritmos¹.** Estudian la actuación y calidad de los algoritmos usados en las visualizaciones a través de juicios de los datos cuantitativos generados - eficiencia visual y del sistema para representar datos-.

¹Un algoritmo de visualización optimiza la presentación visual de la información de acuerdo con un objetivo de visualización dados.

4.3. Herramientas de visualización como recursos educativos.

En la actualidad existen numerosas herramientas de visualización. Sin embargo, no es fácil encontrar una definición de la representación que logre de manera efectiva el objetivo de análisis (14). Hemos escogido las principales herramientas de VI para la creación de los recursos de enseñanza-aprendizaje atendiendo a la finalidad comunicativa -posibilidades de aplicación práctica-, oportunidades como herramientas *online* -de uso libre, tipo de visualizaciones que ofrece, materiales disponibles,...- y la dificultad de aprendizaje del funcionamiento de la herramienta -menor complejidad de uso-.

4.3.1. Herramientas de monitorización.

Aunque la implementación de los *LMSs* queda fuera del ámbito del presente estudio, destacaremos algunas herramientas útiles en los *VLEs* para una futura línea de investigación.

Se utilizan con los *LMSs* en entornos virtuales de aprendizaje con el principal objetivo de mostrar al usuario significado en los datos que está mirando (38). En el ámbito educativo, estas herramientas se usan para el análisis y control del proceso de aprendizaje y para adaptar las instrucciones de las clases (44, 49). Las principales herramientas VI utilizadas para la monitorización del aprendizaje de los alumnos, ofrecen información sobre el estudiante de manera individual y se basan en plataformas como Moodle. Las herramientas de VI que resaltamos por su validez en la auto-reflexión y auto-evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje son: CourseVis (93), GISMO, Moodog (94) y InterMap visual (49).

4.3.2. Herramientas de visualización de datos.

La mayoría de las herramientas de visualización de datos actuales tienen un fuerte componente de interacción y posibilidades colaborativas descritas en (95). Las más apropiadas para nuestros objetivos son:

1. **Aplicaciones de visualización genéricas.** Son herramientas que ofrecen diferentes opciones de visualización como tablas, gráficos o diagramas de árbol.
 - **Google Fusion Tables** Es una aplicación de tipo web y API que usa tecnología Javascript y Flash. Permite organizar, gestionar, colaborar, visualizar

4. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE RECURSOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

y publicar datos en la web a través de gráficos, diagramas de dispersión, líneas de tiempo y mapas geográficos basados en Google Maps.

- **Tableau Public** ¹ Herramienta de visualización de datos mediante gráficos. Permite trabajar con bases de datos y hojas de cálculo. Dispone de ficheros descargables con bases de datos que ayuda a explorar las posibles visualizaciones sin necesidad de generar todos los datos. Emplea una gran variedad de gráficos y permite la publicación de gráficos interactivos y la combinación de diversas fuentes de datos en una sola vista.

2. **Wizards, librerías, API.** El empleo de librerías y APIs permiten al desarrollador crear visualizaciones a medida, según las necesidades del proyecto.

- **Document-Driven Documents (D3)** ² Es una librería de JavaScript para construir visualizaciones interactivas en la web. Es una de las más empleadas ya que permite gran número de posibilidades creativas.
- **Google Chart Tools** ³. Usa JavaScript de Google Developers. Permite la creación de gráficas en forma de imágenes PNG. Dispone de gráficos estáticos y gráficos interactivos (con librería JavaScript).

3. **Herramientas de visualización de datos temporales.** Permiten el análisis de datos donde el tiempo es una componente importante. TimeFlow ⁴ es una herramienta de visualización para datos temporales a través de cinco vistas diferentes (línea de tiempo, calendario, diagrama de barras, tabla y lista).

¹<https://public.tableau.com>

²<http://d3js.org>

³<https://developers.google.com/chart>

⁴<https://github.com/FlowingMedia/TimeFlow/wiki> Se encuentra en versión alfa.

5

Propuesta metodológica.

5.1. Descripción de la metodología.

Para el desarrollo de la investigación -según el *Objetivo 3. Diseñar una metodología y elaborar recursos de enseñanza-aprendizaje incorporando la VI en estudios b-learning de diseño gráfico-* utilizaremos el marco legal de los estudios de diseño gráfico sobre el que diseñaremos nuestra propuesta metodológica. Por un lado, recogemos el diagnóstico relativo a las prácticas educativas en este ámbito - sección 3.1-. Por otro, las propuestas sobre las oportunidades que ofrece la VI en el ámbito educativo - que describimos en el apartado 3.2-.

La estrategia educativa diseñada -esquematisados en la figura 5.1- es la siguiente:

1. Gestión eficaz de proyectos multimedia complejos y empleo de *VLEs* atendiendo a las dos direcciones principales a las que se dirige la Visualización de la Información, la percepción visual y la interacción. La propuesta recogerá metodologías ágiles (ciclos iterativos) combinadas con las aportaciones de la VI para procesar el gran volumen de información y permitir realizar tareas de auto-evaluación y auto-reflexión del progreso.
2. El otro marco de referencia tiene que ver con las nuevas competencias. El foco principal al que atienden (niveles de análisis) recoge la fundamentación teórica sobre las que definimos las aportaciones de la VI en nuestro ámbito educativo - en la sección 3.3-.

5. PROPUESTA METODOLÓGICA.

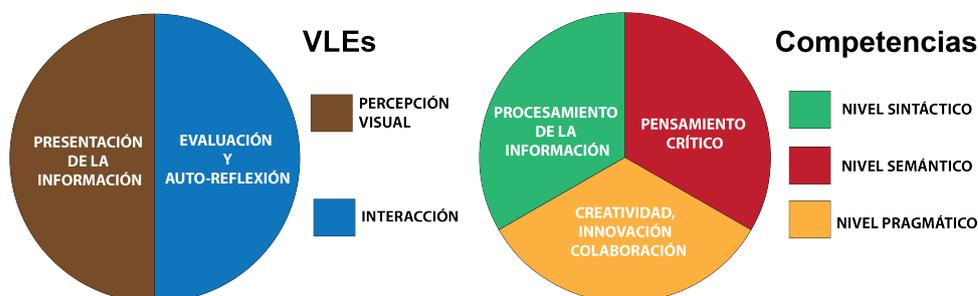


Figura 5.1: Esquema de aplicaciones de la VI a las competencias.

Área de aplicación: Materia *Tecnología aplicada al diseño gráfico*. La propuesta para realizar el ciclo de *action taking* (*Objetivo 4* en esta investigación) utiliza la asignatura *Tecnología Digital III*, ubicada dentro de la materia *Tecnología aplicada al diseño gráfico*. Los descriptores de esta materia tienen que ver con tecnología digital (redes y comunicaciones), imagen digital, accesibilidad, usabilidad y comunicación multimedia, etc.

En el contexto educativo elegido, la Escuela de Arte y Superior de Arte y Diseño de las Islas Baleares, los contenidos de la asignatura están relacionados con el diseño e implementación de páginas dinámicas utilizando el *CMS WordPress*. Consta de 4 créditos y se imparte en el primer semestre del 4º curso.

5.1.1. Planificación de los recursos de enseñanza-aprendizaje.

Durante todo el curso, en la asignatura *Tecnología Digital III*, los alumnos realizarán un proyecto para el diseño e implementación de un sitio web con Wordpress. El proyecto implicará a otras especialidades de la escuela (Diseño de Producto, Diseño de Moda, ...), asignaturas como *Gráfica de la Información* y la posible colaboración multidisciplinar de alguna institución externa. La finalidad es la integración entre materias con el contexto social y permitir a los estudiantes enfrentarse a un proyecto multimedia complejo para el desarrollo de las competencias (transversales, generales y específicas).

En el cuadro 5.1, detallamos las principales características y objetivos de enseñanza-aprendizaje de los recursos que se emplearán en el posterior ciclo de *action taking*. La distribución de los recursos corresponde a los contenidos de la asignatura *Tecnología Digital III* -indicados en la columna como *Marco de trabajo*-, seleccionando sus correspondientes objetivos de aprendizaje según la materia *Tecnología aplicada al diseño*

5.1 Descripción de la metodología.

gráfico, a la que esta asignatura pertenece. Los recursos potencian el uso de *VLEs* como soporte para el aprendizaje y ayuda para la gestión del proyecto.

Nº	Marco de trabajo	Objetivos	Foco de actuación	Visualización	Herramientas VI
1	Diseño e implementación web	Planificación y gestión de proyectos.	Procesamiento y presentación de la información. Auto-reflexión y auto-evaluación del proceso. Trabajo en equipo.	Gráfica: Temporal.	TubeMap. TimeFlow
2	Definición de los objetivos del sitio.	Modelado de usuario.	Presentación de la información. Creatividad. Trabajo en equipo.	Gráfica. Mapas.	Google Fusion Tables
3	Definición de la identidad corporativa.	Mapas conceptuales.	Gestión de la información. Creatividad.	Gráfica. Redes.	Tableau Public
4	Diseño conceptual: Jerarquía.	Índice y mapa del sitio.	Análisis y presentación de la información.	Gráfica: Árbol	Google Chart Tools: Org Chart
5	Diseño conceptual. Arquitectura de la información.	Taxonomía.	Presentación de la información. Análisis de la información.	Gráfica. Textual	3djs <i>Bubble my page</i> WordClouds
6	Diseño de prototipos.	Mapa de navegación del sitio.	Gestión de la información. Pensamiento crítico. Creatividad.	Gráfica. Redes.	Tableau Public
7	Análisis de usabilidad.	Evaluación heurística.	Gestión de la información. Pensamiento crítico y resolución de problemas. Trabajo en equipo.	Gráfica. Redes.	Tableau Public

Cuadro 5.1: Propuesta metodológica: Actividades de enseñanza-aprendizaje.

Las actividades de enseñanza-aprendizaje se han dividido en 7 bloques utilizando métodos que potencian los rasgos creativos y el pensamiento crítico para la resolución de problemas y atendiendo a los principios de *UCD* (modelado de usuario, diseño conceptual, diseño visual y evaluación). Se ha tomado como referente el método *PBL* y la metodología proyectual de diseño gráfico para integrar la asignatura con la materia, la especialidad y el diseño en general. Por último, se ha especificado el tipo de datos que se pretende visualizar (gráficos, textuales,...) y las herramientas de visualización que se utilizará en cada recurso de enseñanza-aprendizaje. Se aprovecharán los materiales disponibles en algunas de estas herramientas (como en el caso de Google Chart Tools las

5. PROPUESTA METODOLÓGICA.

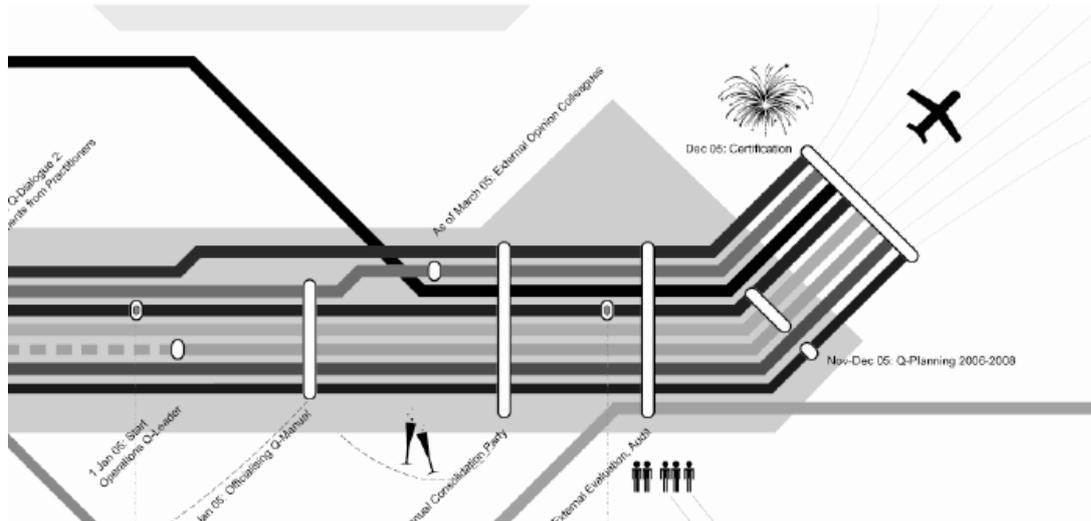


Figura 5.2: Proyecto complejo visualizado con TubeMap de Burkhard.

plantillas de código en ficheros descargables). Los recursos *online* se emplearán para la realización de algunas actividades a través del método *flipped classroom* para aumentar el trabajo práctico en el aula y fomentar la participación y la resolución de problemas.

Consideramos que la mayoría de estas herramientas de VI permiten una gran variedad de posibilidades para el diseño de diferentes recursos educativos. A continuación, detallaremos y justificaremos las aportaciones de estos recursos de enseñanza-aprendizaje a los estudios *b-learning* de diseño gráfico.

Gestión de proyectos utilizando visualizaciones de líneas de tiempo. Las visualizaciones temporales son útiles para la gestión de proyectos. Codifican el tiempo como un eje y entonces dibujan y alinean el gráfico con cada punto en la línea de tiempo. Permiten darle contexto a la información con la finalidad de ofrecer la mayor comprensión del material y crear representaciones visuales eficientes. Esta perspectiva ayuda al trabajo colectivo en equipos multidisciplinares para establecer las fases de desarrollo del diseño e implementación del sitio web.

Además, el uso de herramientas de visualización temporales permite gestionar proyectos complejos utilizando metáforas visuales, como *Tube Map visualization* descrito en (62). En la figura 5.2 se muestra un detalle de este proyecto. La hemos seleccionado porque consideramos es una herramienta de trabajo idónea para desarrollar nuevas ma-

5.1 Descripción de la metodología.

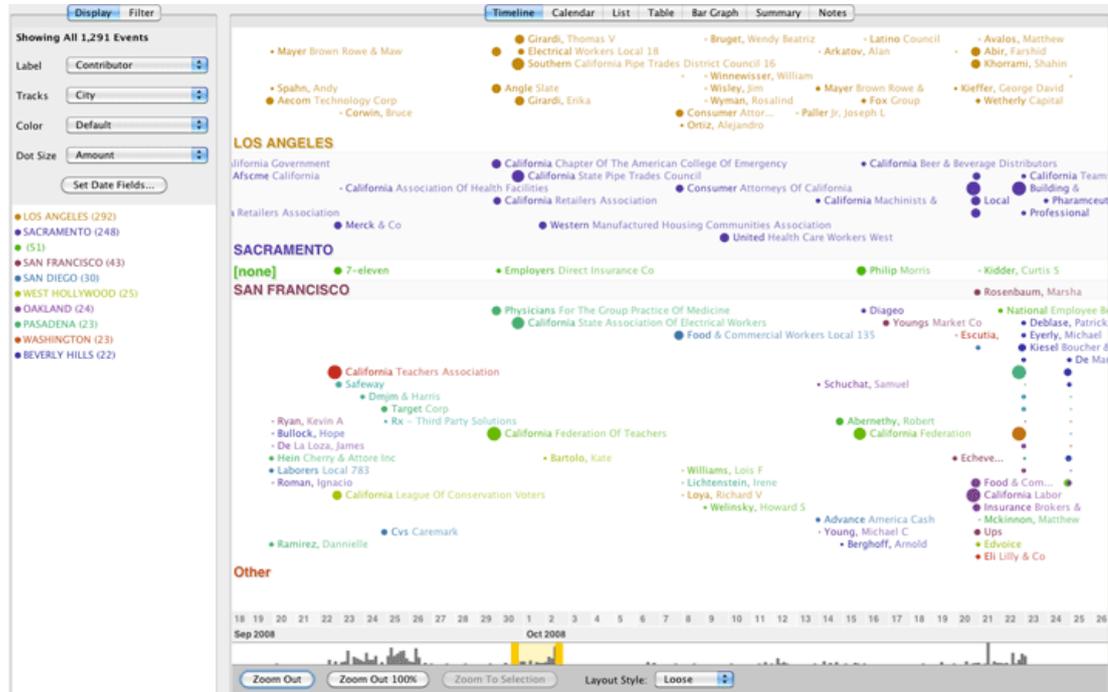


Figura 5.3: Panel de TimeFlow para visualizar datos temporales.

neras de presentar y gestionar la información; potenciar habilidades como la creatividad e innovación para encontrar nuevas maneras de pensar; y la colaboración y trabajo en equipo con nuevas maneras de comunicar.

Como recurso de aprendizaje utilizando visualizaciones de datos temporales destacamos la herramienta de **TimeFlow**- en el cuadro 5.3- que emplea diferentes visualizaciones como líneas de tiempo y calendarios.

Definición de los objetivos del sitio con visualizaciones de gráficas y mapas.

Para la definición de los objetivos del sitio usaremos la técnica *Card Sorting*, que potencia el proceso creativo a través del modelado del usuario (perfil y escenario). El flujo de ideas que promueve esta técnica combinado con las aportaciones de la VI son de gran ayuda para analizar los resultados.

El uso de herramientas como **Google Fusion Tables** permite crear gráficas de manera colaborativa mostrando los datos en tablas, aplicando filtros y mapas con coordenadas. Es un recurso muy sencillo e intuitivo de fácil aplicación en las prácticas educativas - en la figura 5.4 se muestra un ejemplo de la actividad realizado con esta

5. PROPUESTA METODOLÓGICA.

CARD SORTING
PROYECTO WEB:
Edited at 18:53

File Edit Tools Help Rows 1 Cards 1 Map of Location

Filter No filters applied

1-3 of 3

Nombre	Edad	Ciudad	Cargo profesional	Descripción
Miquel	43	Sóller	Economista	
Ramón	35	Palma	Diseñador	
Maria	24	Alcudia	Estudiante	



Figura 5.4: Ejemplo de Card Sorting realizado con Google Fusion Tables.

herramienta. Además, los estudiantes de diseño gráfico, en nuestro contexto educativo, están familiarizados con el trabajo con herramientas *online* de Google (ya que actualmente utilizan para las asignaturas aula virtuales de Google -como Google Sites, Google Classroom,...- y herramientas para el trabajo colaborativo gestionadas con el drive para la realización de ejercicios en grupo y entrega de actividades).

Definición de la identidad corporativa utilizando visualizaciones de redes.

Estas estructuras pueden aplicarse de manera eficaz en el diseño web para la realización de mapas conceptuales añadiendo aspectos interactivos. La interacción permite un análisis más profundo de las relaciones entre los datos. Los estudiantes de diseño gráfico utilizan normalmente diagramas en la fase de diseño conceptual como metodología proyectual en el diseño gráfico para establecer la identidad corporativa. Los mapas conceptuales se utilizan como flujo creativo para asociar palabras con imágenes y símbolos en el diseño gráfico.

En nuestro caso, el uso de la visualización gráfica con estructura relacional, permite desarrollar métodos propios de *Design thinking* para la definición del sitio, ya que aumenta la posibilidad de experimentación y el flujo creativo. En el ejemplo de la figura 5.5, a la izquierda vemos el mapa conceptual de (96) que asocia palabras con conectores en burbujas ramificadas para definir la identidad corporativa de la institución BAD creando items a partir de palabras. En la imagen de la izquierda la estructura

5. PROPUESTA METODOLÓGICA.

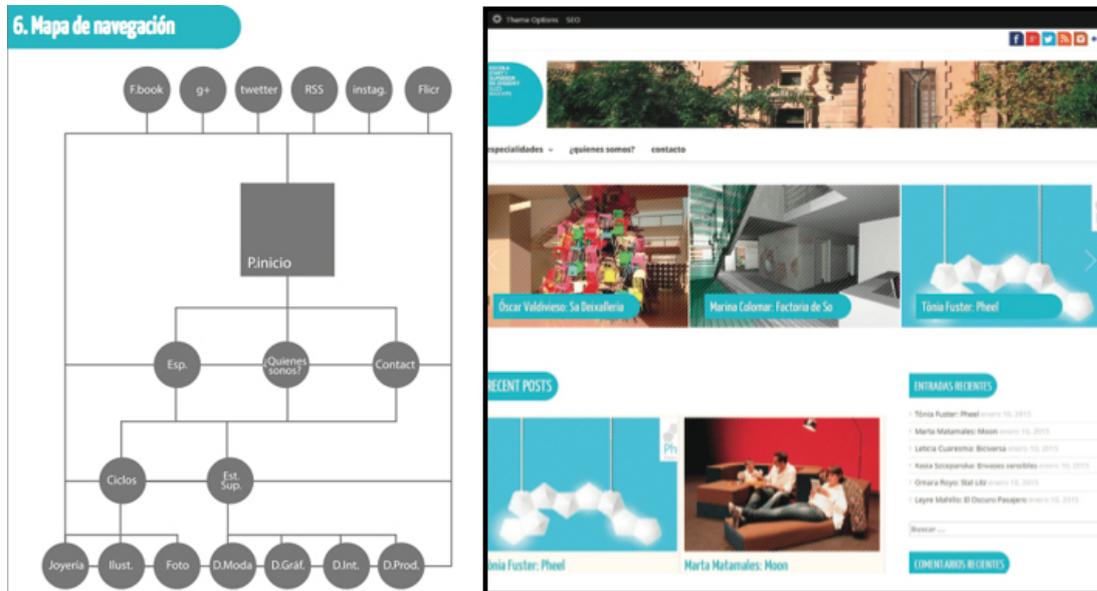


Figura 5.6: Mapa de navegación web y web implementada realizados por un alumno.

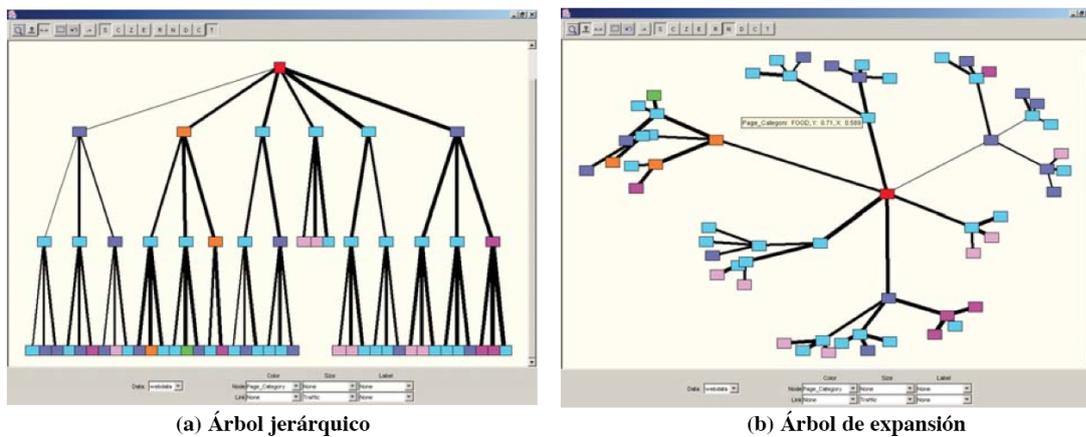


Figura 5.7: Representaciones de árboles de un mismo sitio web según Wilkinson.

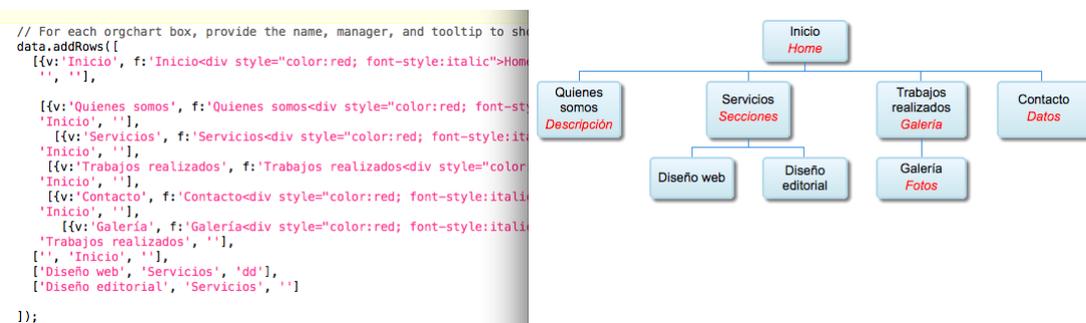


Figura 5.8: Ejemplo de mapa del sitio realizado con Org Chart.

están generalmente dispuestos verticalmente con una raíz en la parte superior o inferior. En este caso, el ítem padre es la página de inicio. El grosor de las ramas es proporcional al número de visitantes que atraviesan los nodos. Los colores de los nodos representan las categorías de las página. Sin embargo, los árboles sin raíz (b), están dispuestos para cubrir una región algo uniforme. En este caso, la ventana emergente revela datos sobre un nodo seleccionado. Debido a que el diseño hace un mayor uso de la trama, el árbol de expansión hace un mejor uso del espacio de exhibición que la distribución de árbol arraigado.

Para la creación de recursos de aprendizaje hemos destacado la herramienta **Org Chart de Google Chart Tools** - ilustrado en 5.8 porque es sencilla, combina el empleo de lenguaje HTML y dispone de plantillas para la realización de estos árboles jerárquicos. Este recurso permite el diseño de actividades enfocadas desde el método *programming as design* -que señalamos en el cuadro 2.4 sobre las competencias para estudiantes de diseño gráfico en el capítulo 2-. La programación dentro del marco del diseño facilita la asimilación de ambas potenciando las habilidades creativas.

Diseño conceptual utilizando visualizaciones gráficas y textuales. La taxonomía del contenido en los sitios web (ya sea en páginas estáticas o dinámicas como WordPress) es esencial a la hora de realizar el diseño conceptual de un sitio web. Una de las primera tareas en el diseño web es definir el contenido que se empleará para establecer la jerarquía -a través del uso de páginas, categorías y etiquetas-. En diseño web es clave para la posterior visibilidad en los motores de búsqueda -*Findability*-.

Las visualizaciones gráficas y textuales permiten visualizar el contenido de manera eficaz simplificando tareas de análisis que potencian el conocimiento. La combinación de ambos recursos permite desarrollar actividades de aprendizaje siguiendo el proceso creativo del método *design thinking* potenciando el pensamiento crítico para la resolución de problemas. Así, la propuesta busca como objetivos mostrar la información de manera eficaz, pasar a la reflexión de los datos y generar procesos creativos para la definición de las taxonomías de palabras que se elegirán en la fase de diseño conceptual de la página web.

Como recurso de enseñanza-aprendizaje destacamos la librería de D3js **Bubble my page**, que permite crear visualizaciones gráficas de manera sencilla. A partir de la URL de una página web, genera automáticamente la visualización de las palabras clave

6

Resultados de la investigación.

6.1. Evaluación de la metodología didáctica.

En el momento actual todavía no se ha investigado este nuevo método de enseñanza-aprendizaje en la asignatura *Tecnología Digital III* en estudios presenciales de diseño gráfico en un contexto real. Sin embargo, como métodos para recoger datos en la investigación se diseñaron y llevaron a cabo las siguientes pruebas:

1. Se realizó una actividad (incluida en el anexo A)
2. Se elaboró un cuestionario *online* (detallado en el anexo B).

La finalidad de estas pruebas fue recoger datos sobre aspectos relacionados con la actuación del usuario, el grado de satisfacción y la utilidad de las herramientas de VI empleadas en la actividad, ya que no era posible medir la actuación en un contexto real. Por tanto, los resultados de estas pruebas se han utilizado para evaluar las visualizaciones como recursos de enseñanza-aprendizaje en estudios *b-learning* de diseño gráfico.

Ambas se realizaron *online* de manera voluntaria y anónima por alumnos de 3º y 4º de diseño gráfico y profesores de esta especialidad de la *Escuela Superior de Arte y Diseño de las Islas Baleares*. Se eligió este grupo de participantes para extraer una muestra representativa del perfil de usuario objetivo. Esto ayuda en la fiabilidad de la evaluación acerca de la metodología empleada ya que están familiarizados con la metodología proyectual, la fase de diseño conceptual y los contenidos -diseño e implementación web- utilizados en estas pruebas.

6. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

6.1.1. Preparación de las pruebas.

Tanto la actividad como el cuestionario se realizaron *online* utilizando herramientas de Google. Se envió un correo a los alumnos y profesores donde se les daba indicaciones de cómo realizar la actividad y los contenidos que se iban a trabajar.

Se pedía a los participantes realizar un ejercicio y tras su finalización contestar un cuestionario *online* con la herramienta *Formularios de Google*. En el correo se les detallaba la finalidad de este cuestionario, la voluntariedad de la realización de las pruebas y se informaba de la privacidad de sus datos.

6.1.1.1. Actividad 1. Visualizaciones gráficas y textuales.

Esta actividad tiene que ver con uno de los recursos de enseñanza-aprendizaje previstos en la planificación -descrito en el cuadro 5.1 y detallado en el apartado 5.1.1 *Diseño conceptual usando visualizaciones gráficas y textuales*-. Se complementaría con otras actividades para el desarrollo de conceptos sobre este bloque de contenidos.

Título de la actividad: Crear visualizaciones gráficas y textuales para identificar las palabras más empleadas en páginas web.

Bloque de contenidos:

1. Diseño e implementación web: Fase de diseño conceptual.
2. Arquitectura de la información (AI): Taxonomía. Palabras clave, descripción del sitio web (meta description).
3. Posicionamiento web y SEO: visibilidad para los motores de búsqueda.

Objetivos de aprendizaje:

- Identificar los conceptos y terminología específica de entornos web: Metas (description,...), visibilidad para los motores de búsqueda (Findability), etc.
- Analizar y comparar diferentes soluciones a problemas de diseño web: La definición de las palabras clave y taxonomía en el diseño web.
- Resolver problemas de diseño conceptual: desarrollar la AI de un sitio web.
- Utilizar nuevas maneras de visualizar la información para estructurar, desarrollar y construir proyectos multimedia.

Herramientas VI empleadas:

- Herramienta *online* de visualización gráfica (burbujas) *Bubble my page*.
- Herramienta *online* de visualización textual *WordClouds*.

Criterios para la evaluación de la actividad como recurso de enseñanza-aprendizaje. Para la medición de la validez de la visualización como recurso de enseñanza-aprendizaje se han tenido en cuenta la finalización de las tareas y el correcto procesamiento de la información (identificar las palabras con mayor densidad en la web-las más empleadas). Los parámetros seguidos para la posterior evaluación fueron:

Parte 1. Visualización gráfica de burbujas. Herramienta *online* *Bubble my page* -el diseño se muestra en la figura A.2-. Se pide en el ejercicio que identifiquen la densidad de las palabras más empleadas utilizando como *item* el tamaño de las burbujas. El cuadro de diálogo al pasar por encima de las burbujas ofrece información sobre el número de veces que aparece la palabra en la página. También, hay una tabla de datos donde aparece indicado este número. No se da esta información a los participantes en las indicaciones del ejercicio; se espera que la averiguen por medio de la exploración en la visualización y obtener medidas cuantificables de la solidez de las herramientas -indicados en el cuadro 4.3-.

Parte 2. Visualización textual. Herramienta *online* *WordClouds* -el diseño se muestra en la figura A.3-. Se preguntan las mismas cuestiones (localizar y definir las 5 palabras más empleadas por tamaño -en este caso, del texto-) para permitir al participante comparar los resultados de las dos herramientas. El objetivo es obtener mediciones para la evaluación de la validez del algoritmo y la eficacia de la representación -facilidad para encontrar las palabras destacadas, ...-. Además, se pide a los participantes que configuren la visualización libremente (formas, color, fuente,etc.) para evaluar así aspectos creativos y de experiencia de usuario.

6.1.1.2. Cuestionario *online*.

En la presentación del cuestionario se detallaba la finalidad del mismo, las partes en que se dividía y la duración para completarla. Se estructuró en varias secciones empleando parámetros para obtener medidas cuantificables según los principios de evaluación -definidos en el apartado 4.2 y resumidos en el cuadro 4.3- con el fin de permitir la evaluación de la actividad realizada y el empleo de la VI como recurso de enseñanza-aprendizaje en nuestro ámbito educativo.

Sección 1 Constaba de 4 preguntas -descritas en la figura B.1.1- para evaluar la actuación de las visualizaciones siguiendo los principios de *solidez*. Se pedía que

6. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

compararan ambas visualizaciones según la validez, confiabilidad y tareas de interacción que las herramientas *online* les había permitido realizar.

Sección 2 Destacaba aspectos relacionados con la evaluación de la actuación del usuario siguiendo principios de *utilidad* como la eficiencia de las dos visualizaciones, facilidad de uso y ayuda al aprendizaje de los contenidos desarrollados en la actividad -ver figura B.1.2-. Las preguntas se basaban en opiniones con escalas (como el grado de validez, eficiencia en la preguntas 2 y 5). Además, estas cuestiones permitían valorar de manera individualizada las dos herramientas de visualización mediante listas de cuestiones con una opción disponible (*las 2, ninguna, la visualización 1 o la visualización 2*)- ejemplo en la figura B.1- para una posterior comparación de ambas.

Sección 3 Atendía a la *experiencia de usuario* para evaluar principios estéticos y el grado de satisfacción como recursos de enseñanza-aprendizaje -ilustrados en la figura B.1.3-. Se incluyeron dos cuestiones abiertas (preguntas 9 y 10) para que los participantes pudieran resaltar su experiencia personal atendiendo a los beneficios y dificultades que consideraban relevantes de las dos herramientas de visualización.

Sección 4 Incluía preguntas para recopilar datos cuantitativos sobre los participantes a través de datos nominales y de intervalo -ver figura B.2-. Se utilizó la opción profesor/alumno para permitir una posterior comparación de los resultados; ya que la expectativa de nuestra investigación fue que los profesores tendrían un enfoque más metodológico y de los alumnos podríamos extraer otros datos acerca de la validez de las herramientas para el aprendizaje de los contenidos.

6.1.2. Resultados de las estrategias de investigación.

A continuación, describiremos los resultados de las técnicas de generación de datos utilizadas hasta el momento (indicadas en esta sección -la actividad 1 y el cuestionario *online*-). Ambas pruebas fueron realizadas por un total de 15 participantes.

Resultados de la actividad realizada. Todos los participantes fueron capaces de concluir las actividades de manera satisfactoria siguiendo las indicaciones descritas en cada apartado. Las herramientas de VI utilizadas permitieron la visualización y

6.1 Evaluación de la metodología didáctica.

el análisis de las palabras más utilizadas en los sitios web. En el anexo A se muestran ejemplos de los dos ejercicios finalizados - figuras A.2 y A.3-.

Los resultados muestran que los datos obtenidos por todos los participantes en la actividad 1 con la visualización gráfica de burbujas fueron prácticamente los mismos. Sólo hubo errores en el número total de las palabras visualizadas y alguna diferencia en la última palabra destacada (la nº 5) -en la figura A.4 se ve puede ver la comparación de varios resultados obtenidos por los participantes-.

Podemos concluir que la herramienta *online Bubble my page* ofrece información sobre los datos -*densidad de las palabras más empleadas en la web*- de manera eficiente. Los *items* empleados -tamaño, distribución y la similaridad- permitieron identificar, comparar y sintetizar la información. En el caso de dos palabras con el mismo número -tamaño similar- eligieron aquella destacadas por su ubicación y color en la composición de burbujas.

Sin embargo, hay diferencias en los resultados acerca de las palabras consideradas por los participantes como *las más empleadas en los sitios web* utilizando la herramienta *online WordClouds* -algunos de los resultado se resumen en la figura A.5-. Los participantes realizaron pruebas de diseño y eligieron la visualización textual más satisfactoria según criterios estéticos. Pero otros atributos -formas, colores y posición del texto- influyeron en los resultados y no todos destacaron las mismas palabras como las más empleadas en los sitios webs. Por lo que en este caso, no sólo se consideraba el *item* de mayor tamaño sino que otros rasgos -color, posición etc.- afectaban a la correcta visualización de los datos creando distorsiones en la información de los datos.

Resultados del cuestionario *online*. Aunque los estudios de usabilidad establecen que el número de 5 participantes es suficiente para tomar referencias métricas válidas. En nuestro caso, consideramos el número de alumnos que realizaron las pruebas no es suficiente para llevar una evaluación comparativa de las respuestas profesores/alumnos -datos en la figura B.6-. Por ello, los datos se han valorado de manera conjunta; a excepción de las preguntas 11 y 12 - donde se les pedía su opinión-, que nos parecen más adecuadas para comparar los resultados de los tipos de usuarios.

Los datos obtenidos de las respuestas en la **Sección 1** sobre la actuación de las visualizaciones siguiendo los principios de solidez muestran los siguientes resultados:

6. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

- **Cuestión 1.** La mayoría de los participantes consideró que las dos herramientas de visualización muestran de manera clara las palabras clave utilizadas en un sitio web (el 67 % de los participantes eligió la respuesta *Si, las dos*). Pero, la mayor confiabilidad fue la visualización de burbujas (un 26 % marcó sólo la opción *Visualización de burbujas*) -ver resultados en la figura B.7-.
- **Cuestión 2.** Los participantes valoraron de manera positiva las dos visualizaciones según la validez (en una escala del 1-5) para representar los datos -ver la figura B.8-. El mayor número de respuestas para *Bubble my page* tiene un valor medio de 4 (el 60 %), que indica un alto grado de eficiencia. En el caso de *WordClouds* hubo una mayor disparidad en los resultados a la hora de valorar según el grado de validez, pero también fue una validez positiva (entre los valores 3-4 el 70 %).
- **Cuestiones 3 y 4.** Las dos herramientas de VI permiten interactuar al usuario de manera eficiente -ver la figura B.9-. Las similitudes y diferencias son: La mayoría consideró que ambas herramientas permiten resumir (alrededor de un 70 %); *Bubble my page* permite explorar los datos (67 %) mejor que *WordClouds* (40 %); *WordClouds* permite volver a configurar la visualización (47 %) mejor que *Bubble my page* (sólo un 13 % marcó esta opción).

Los datos relativos a la actuación del usuario extraídos de las cuestiones de la **Sección 2** son:

- **Cuestión 5.** Las medidas de interacción sobre el grado de eficacia, resaltaron que ningún participante consideró las herramientas negativamente -resultados en la figura B.10-. *WordClouds* fue valorada positivamente (entre 3-5 el 87 %). Pero, se consideró *Bubble my page* como poco eficiente (entre 2-4 el 87 %)-no utiliza elementos para potenciar el *feedback* y progreso de la actuación del usuario,...-.
- **Cuestiones 6 y 7.** Los resultados indican que las herramientas de VI ayudan al aprendizaje (en mayor o menor grado). Entre el 40-73 % de los participantes indicó como mínimo una característica. Las habilidades mentales más destacadas son: *La visualización de la información relevante* (el 73 % *WordClouds* y el 80 % *Bubble my page*) y *la creación de sentido* (el 60 % *Bubble my page* y el 67 % *WordClouds*) -resultados en la figura B.11-.

Los datos relacionados con la experiencia de usuario para evaluar principios estéticos y el grado de satisfacción de la **Sección 3** son:

- **Cuestión 8.** Las respuestas muestran que hay un alto grado de satisfacción con la utilidad de ambas visualizaciones. En mayor grado se calificó la visualización textual de la herramienta *WordClouds* (un 53 % afirma que tienen el mayor grado de satisfacción -valor 5-). Sin embargo, esta última muestra otra vez opiniones muy diversas. Si sumamos los valores 4-5, el mayor porcentaje corresponde a *Bubble my page* (el 80 %) frente a *WordClouds* (el 66 %) -ver los resultados en la figura B.12-. Por lo que, *Bubble my page* es considerada más útil para analizar las palabras más usadas en sitios web.
- **Cuestión 9.** Los resultados sobre las posibilidades de las herramientas para potenciar la creatividad fueron de un 40 % en el caso de *Bubble my page* y un 60 % para *WordClouds* -ver datos en la figura B.13-. Esto indica que sólo es percibida como soporte para la creatividad *WordClouds*.
Creemos que la pregunta de lista de opción *si/no* no fue la más adecuada y que utilizando opciones más abiertas como la escala *likert* habríamos obtenido mejores datos para la medición de esta cualidad.
- **Cuestión 10.** La experiencia de usuario indica un alto grado de satisfacción sobre la utilidad de estas visualizaciones para el aprendizaje de los contenidos, la definición de las palabras clave en el diseño web (*Bubble my page* el 87 % y *WordClouds* el 94 %) -resultados en la figura B.14-.
- **Cuestión 11. Rasgos destacados:** (Ver lista detallada en el cuadro B.1).
Los profesores valoraron positivamente las aportaciones de las dos herramientas de VI al uso educativo. Las principales características fueron: la inmediatez, la localización y transformación visual de las palabras, sus rasgos como herramienta *online*, diseño, creatividad, etc. Las ventajas que resaltaron en cada herramienta de VI fueron de *Bubble my page* la claridad para visualizar los datos; y de *WordClouds* sus posibilidades creativas.
Los alumnos también resaltaron las posibilidades para analizar la información, pero hicieron más referencias a su valor para el aprendizaje de los contenidos como: facilidad y orden del contenido, opciones de diseño, análisis de las palabras para emplearlas en los propios diseños de sitios webs, etc.-.
- **Cuestión 12. Desafíos y barreras** (El cuadro B.2 muestra todos los resultados obtenidos en este apartado).

6. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Los problemas que destacaron los profesores de estas herramientas para usar en el aprendizaje de los contenidos estaban relacionados con la falta de una mayor interacción con los datos -la no posibilidad de visualizar varias webs simultáneamente para comparar los datos, resultados poco fiables porque difieren,... Sorprende que algunas respuestas fueron que no se podía emplear en otros idiomas (esta herramienta no visualiza correctamente letras como la ñ, ç o acentos) por lo que podemos suponer que probaron la visualización con otras páginas para evaluar la eficacia y les resultó una herramienta interesante para el aprendizaje de los contenidos.

Los alumnos tuvieron una mejor apreciación de las herramientas y destacaron que les permitieron reconocer las palabras clave. Alguna respuesta reconocía problemas para entender el uso de la palabras clave en los sitios webs que analizaron -cuestiones relacionadas con el propio diseño de los sitios webs y no con las herramientas-. Por lo que consideramos, les hizo analizar y reflexionar sobre las palabras usadas para definir el sitio web. En el caso de *Bubble my page*, destacaron el aspecto poco agradable desde la perspectiva de la usabilidad.

6.2. Conclusiones y líneas de investigación futura.

Nuestra principal contribución en esta investigación es la aplicación teórica sobre las aportaciones de la VI al ámbito de estudios de diseño gráfico, ya que en la actualidad no hay investigaciones en la comunidad científica sobre este tema concreto.

El uso de las tecnología y las modificaciones en el modelo de conocimiento son un factor esencial para plantearnos la necesidad de un cambio en las propuestas metodológicas. Así, los cambios en el contexto educativo actual, como consecuencia del uso de las tecnologías, resaltan la necesidad de buscar nuevas maneras de desarrollar las prácticas educativas que fundamentan este estudio.

Conclusiones de la investigación. En este momento, las principales conclusiones de nuestro estudio, extraídas de los resultados de las estrategias de investigación son:

1. Las herramientas de visualización permiten crear recursos de enseñanza-aprendizaje muy adecuados para el desarrollo de las competencias en estudios *b-learning*.

6.2 Conclusiones y líneas de investigación futura.

2. Los datos confirman que, tal y como destacaban estudios sobre el uso de la Visualización de la Información en la educación:
 - La usabilidad es uno de los aspectos que más influencia tienen en la aceptación de las herramientas de VI.
 - La VI ayuda a la comprensión de conceptos abstractos y potencia la abstracción conceptual, permitiendo el desarrollo de habilidades analíticas.
 - Los aspectos creativos ayudan a la aceptación de las herramientas de VI.
3. Ambas herramientas de VI cumplen todos los requisitos analíticos -que detallamos en el cuadro 4.1-, a excepción de:
 - *Bubble my page* no revela los datos en diferentes niveles de detalle y no muestra el propósito de manera clara (descripción, exploración,...).
 - *WordClouds* presenta distorsiones en la información de los datos.
4. Como recursos de enseñanza-aprendizaje en estudios *VLEs* de diseño gráfico:
 - La herramienta de visualización gráfica de burbujas *Bubble my page* se caracteriza por la presentación eficaz y rápida y el análisis de los datos. Esto hace que sea más útil para el análisis de sitios webs existentes como primera aproximación a los contenidos.
 - La herramienta *online WordClouds* permite la visualización de los datos pero su principal aportación tiene que ver con aspectos de usabilidad. Por ello, se puede emplear de manera más creativa para que los alumnos definan las palabras que utilizarán en la fase de diseño conceptual de su proyecto de diseño e implementación de sitios web.

Limitaciones del presente estudio. Los resultados se limitan al estudio de la actuación del usuario con las dos herramientas *online* de visualización aplicadas a un bloque de contenidos en la materia *Tecnología aplicada al diseño gráfico* fuera del contexto real de las prácticas educativas. Sin embargo, la experiencia de usuario muestra que la consideran apropiadas y el grado de satisfacción es alto. Esto confirma que potencian las competencias específicas y, aunque no podemos extraer conclusiones generalizables de manera científica, todos los indicadores son favorables a su uso en estudios *b-learning* de diseño gráfico para adecuar las prácticas educativas a las necesidades y por tanto hacer posible una mejora en la calidad educativa.

6. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Además de las técnicas de generación de datos indicadas en nuestra metodología, hace falta aplicar más pruebas para evaluar la eficacia de la actuación, especialmente, los tests de usuarios para observar cómo el grupo de alumnos lleva a cabo una serie de tareas específicas al realizar actividades de aprendizaje, y observar los problemas de usabilidad con los que se encuentran.

Líneas de investigación futura. En un futuro la investigación se dirigirá al desarrollo y aplicación de los recursos de enseñanza-aprendizaje planteados en el cuadro 5.1 mediante la realización de actividades en la asignatura *Tecnología Digital III*, para evaluar la eficacia de estos recursos en un contexto real.

Revisaremos los recursos de enseñanza-aprendizaje para que todas las actividades garanticen un mejor aprendizaje de los contenidos potenciando el requisito de la usabilidad y la combinación de varias herramientas de VI en una misma actividad. También, para potenciar las habilidades de análisis, aspectos creativos y colaborativos.

Por último, la propuesta metodológica se ha estructurado a partir de competencias generales utilizando la metodología proyectual de diseño y la organización de contenidos según principios de *UCD*. La finalidad ha sido permitir su posterior aplicación en otros estudios similares de diseño para analizar si la metodología es generalizable a otras especialidades de diseño (diseño de producto, etc.).

Anexos

Anexos A

Actividad 1. Visualizaciones gráficas y textuales

Este anexo incluye la *Actividad 1. Crear visualizaciones gráficas y textuales para identificar las palabras más empleadas en páginas web*, en los siguientes apartados:

1. Diseño de la actividad.
 - Presentación y descripción de la actividad.
 - Apartado 1. Visualizaciones con *Bubble my page*.
 - Apartado 2. Visualizaciones con *WordClouds*.
2. Actividad realizada por los participantes.
 - Ejemplo de comparación de resultados del apartado 1.
 - Ejemplos de resultados del apartado 2.

A.1 Presentación de la actividad.

A.1.1. Parte 1. Visualizaciones con *Bubble my page*.

PARTE 1. Crear 2 visualizaciones gráficas con la herramienta online *Bubble my page*

Instrucciones: Abre la herramienta online: [Bubble my page](http://www.bubblemy.com) y realiza las siguientes operaciones:

1. Copia la URL de *Paul Rand* <http://www.paul-rand.com> y pégala en el cuadro de texto "URL" de *Bubble my page* (tienes que deslizarte -scroll- en la página para verlo).
2. Dale al botón "**Visualize**" y *Bubble my page* generará una visualización de burbujas con las palabras que aparecen en la página web de *Paul Rand*.
3. Repite las mismas operaciones para la página de *Alex Trochut*: <http://alextrochut.com>



Escribe en la tabla los datos que se indican a partir de resultados obtenidos con *Bubble my page*.

1. Página web de Paul Rand		2. Página web de Alex Trochut	
Palabras destacadas (burbujas de mayor tamaño)	Nº de veces que aparece	Palabras destacadas (burbujas de mayor tamaño)	Nº de veces que aparece
1	1 .....	.....
2	2 .....	.....
3	3 .....	.....
4	4 .....	.....
5	5 .....	.....
Número total de palabras de la página:		Número total de palabras de la página:	

Figura A.2: Parte 1. Diseño de la actividad.

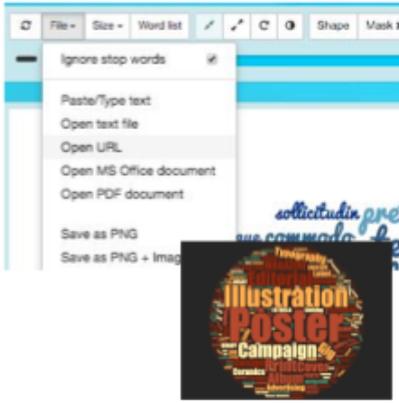
A. ACTIVIDAD 1. VISUALIZACIONES GRÁFICAS Y TEXTUALES

A.1.2. Parte 2. Visualizaciones con *WordClouds*.

PARTE 2. Crear 2 visualizaciones textuales con la herramienta online *WordClouds*

Instrucciones: Abre la herramienta online [WordClouds](http://www.wordclouds.com) en otra ventana del navegador y realiza las siguientes operaciones:

1. Copia la URL de *Paul Rand*: <http://www.paul-rand.com>
2. Abre el menú **> File** en *WordClouds*. Ves a la opción **>Open URL** y pega la URL de Paul Rand. Dale a **OK** y espera a que genere la visualización textual.
3. Diseña la visualización a tu gusto (usando las opciones de *shape, theme, color, font,...*).
4. Cuando hayas terminado el diseño, ves al menú **File** y guardalo como PNG (**File> Save as PNG**).
5. Repite las mismas operaciones para la página de Alex Trochut: <http://alextrochut.com>



Inserta los 2 diseños (imágenes en PNG) en la tabla (menú *Insertar>Imagen*) y escribe los resultados indicados.

Página web de Paul Rand	Página web de Alex Trochut
<i>insertar imagen aquí</i>	<i>insertar imagen aquí</i>
Palabras destacadas (mayor tamaño del texto).	Palabras destacadas (mayor tamaño del texto).
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5

Figura A.3: Parte 2. Diseño de la actividad.

A.2. Parte 1: Comparación de resultados.

1. Página web de Paul Rand		2. Página web de Alex Trochut	
Palabras destacadas (burbujas de mayor tamaño)	Nº de veces que aparece	Palabras destacadas (burbujas de mayor tamaño)	Nº de veces que aparece
1 design.....	...5...	1 design.....	...8...
2 rand.....	...4...	2 campaign.....	...7...
3 paul.....	...3...	3 poster.....	...5...
4 articles.....	...3...	4 time.....	...3...
5 advertising.....	...3...	5 cover.....	...3...
Número total de palabras de la página: 91		Número total de palabras de la página: 175	
1. Página web de Paul Rand		2. Página web de Alex Trochut	
Palabras destacadas (burbujas de mayor tamaño)	Nº de veces que aparece	Palabras destacadas (burbujas de mayor tamaño)	Nº de veces que aparece
1 <i>Design</i>	5	1 <i>Design</i>	8
2 <i>Rand</i>	4	2 <i>Campaign</i>	7
3 <i>Paul</i>	3	3 <i>Poster</i>	5
4 <i>Articles</i>	3	4 <i>Time</i>	3
5 <i>Biography</i>	2	5 <i>Cover</i>	3
Número total de palabras de la página: 2639		Número total de palabras de la página: 8118	
1. Página web de Paul Rand		2. Página web de Alex Trochut	
Palabras destacadas (burbujas de mayor tamaño)	Nº de veces que aparece	Palabras destacadas (burbujas de mayor tamaño)	Nº de veces que aparece
1 ... <i>Design</i>.....	...5...	1 <i>Design</i>.....	...8...
2 ... <i>Rand</i>.....	...4...	2 <i>Campaign</i>.....	...7...
3 ... <i>Paul</i>.....	...3...	3 <i>Poster</i>.....	...5...
4 ... <i>Articles</i>.....	...3...	4 <i>Time</i>.....	...3...
5 ... <i>Biography</i>.....	...2...	5 <i>Cover</i>.....	...3...
Número total de palabras de la página: 100		Número total de palabras de la página: 175	

Figura A.4: Parte 1. Respuestas de algunos participantes.

A. ACTIVIDAD 1. VISUALIZACIONES GRÁFICAS Y TEXTUALES

A.3. Parte 2: Comparación de resultados.

Página web de Paul Rand	Página web de Alex Trochut
	
Palabras destacadas (mayor tamaño del texto).	Palabras destacadas (mayor tamaño del texto).
<ol style="list-style-type: none"> 1 design 2 articles 3 IBM 4 try books 5 advertising 	<ol style="list-style-type: none"> 1 poster 2 campaign 3 editorial 4 print 5 gig
	
Palabras destacadas (mayor tamaño del texto).	Palabras destacadas (mayor tamaño del texto).
<ol style="list-style-type: none"> 1 Design 2 Articles 3 Advertising 4 Interviews 5 Rand 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Poster 2 Campaign 3 Editorial 4 Magazine 5 Album
	
Palabras destacadas (mayor tamaño del texto).	Palabras destacadas (mayor tamaño del texto).
<ol style="list-style-type: none"> 1 Design 2 Articles 3 Identity 4 IBM 5 Paul 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Design 2 Articles 3 Biography 4 Interviews 5 Books

Figura A.5: Parte 2. Respuestas de algunos participantes.

Anexos B

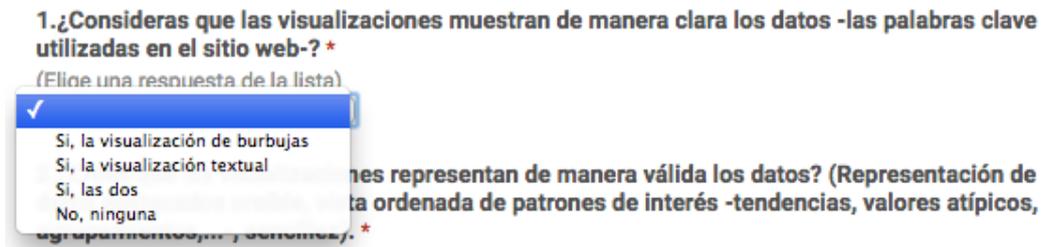
Cuestionario *online*.

Este anexo incluye el cuestionario *online* realizado para evaluar los recursos de enseñanza-aprendizaje empleados (relacionados con la Actividad 1). En el encabezado se incluía el título y las indicaciones sobre el contenido y la finalidad del mismo. También de la duración que le llevaría completarlo. Se dividía en 4 secciones. En esta sección se incluyen los siguientes datos:

1. Descripción del cuestionario *online*.
 - Lista de opciones y datos personales.
 - Sección 1. Evaluación de la actuación de la visualización.
 - Sección 2. Evaluación de la actuación del usuario.
 - Sección 3. Evaluación de la experiencia de usuario.
2. Resultados del cuestionario *online*.
 - Datos de los participantes.
 - Evaluación de la actuación de la visualización.
 - Evaluación de la actuación del usuario.
 - Evaluación de la experiencia de usuario.

B. CUESTIONARIO *ONLINE*.

B.1. Descripción del cuestionario.



1. ¿Consideras que las visualizaciones muestran de manera clara los datos -las palabras clave utilizadas en el sitio web-? *

(Elige una respuesta de la lista)

- Si, la visualización de burbujas
- Si, la visualización textual
- Si, las dos
- No, ninguna

...nes representan de manera válida los datos? (Representación de ...
...a ordenada de patrones de interés -tendencias, valores atípicos, ...)

Figura B.1: Cuestionario: Lista de opciones.



Sección 4. Datos personales

13. Rango de edad *
(Elige la opción correcta)

- 20-22
- 23-25
- 26-30
- 31-44
- 45-50
- 51-64
- >65

14. Cargo profesional. *
(Elige la opción correcta)

- Profesor
- Alumno

Enviar

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Figura B.2: Cuestionario: Sección de datos personales.

B.1.1. Cuestionario *online* : Sección 1.

Sección 1. Evaluación de la actuación de la visualización.

Principios de solidez (validez y confiabilidad) de la actuación de las visualizaciones.

1. ¿Consideras que las visualizaciones muestran de manera clara los datos -las palabras clave utilizadas en el sitio web-? *

(Elige una respuesta de la lista)

2. ¿Crees que las visualizaciones representan de manera válida los datos? (Representación de datos destacados creíble, vista ordenada de patrones de interés -tendencias, valores atípicos, agrupamientos,...-, sencillez). *

(Marca según el grado de validez para mostrar los datos)(1=menor validez /5=mayor validez)

	1	2	3	4	5
Visualización de burbujas (Bubble my page)	<input type="radio"/>				
Visualización textual (WordClouds)	<input type="radio"/>				

3. ¿Qué tipo de tareas te ha permitido realizar la herramienta de visualización de burbujas (Bubble my page)? *

(Puedes elegir más de una respuesta)

- Tareas de interacción (localizar, identificar, distinguir, categorizar, agrupar, distribuir, asociar, comparar).
- Explorar datos (visión general y niveles de detalle).
- Resumir (mostrar más o menos detalle).
- Volver a configurar (mostrar un arreglo diferente).

4. ¿Qué tipo de tareas te ha permitido realizar la herramienta de visualización textual (WordClouds)? *

(Puedes elegir más de una respuesta)

- Tareas de interacción (localizar, identificar, distinguir, categorizar, agrupar, distribuir, asociar, comparar).
- Explorar datos (visión general y niveles de detalle).
- Resumir (mostrar más o menos detalle).
- Volver a configurar (mostrar un arreglo diferente).

Figura B.3: Cuestionario: Sección 1.

B. CUESTIONARIO *ONLINE*.

B.1.2. Cuestionario *online* : Sección 2.

Section 2. Evaluación de la actuación del usuario.

Principios de utilidad (eficacia y eficiencia) de los usuarios para realizar tareas usando las herramientas de visualización.

5. ¿Consideras que estas herramientas online son eficientes? Medidas según la interacción: Indicadores claros de los datos (color, línea,, etc.), informa de los pasos que estás realizando ("generando la visualización",...), affordances (metáforas para mejorar la comunicación entre el usuario y el sistema), restricciones (opciones no disponibles para evitar errores,...), uso de estándares para entender el funcionamiento de la herramienta (gris para opciones no disponibles,...) *

(Marca según el grado de eficiencia) (1=menor grado de eficiencia/5=mayor grado de eficiencia)

	1	2	3	4	5
Visualización de burbujas (Bubble my page)	<input type="radio"/>				
Visualización textual (WordClouds)	<input type="radio"/>				

6. ¿Crees que la herramienta de visualización de burbujas (Bubble my page) ayuda al aprendizaje? Si es así, marca las habilidades mentales que en tu opinión potencia. *

(Puedes elegir más de una respuesta)

- Visualización de la información relevante.
- Generación de hipótesis y descubrimiento por exploración.
- Aplicación de los resultados de análisis para la toma de decisiones.
- Creación de sentido (encontrar relaciones entre los datos -palabras- y atributos -tamaño-).
- Resolución de problemas (memoria de trabajo visual,...).

7. ¿Crees que la herramienta de Visualización textual (WordClouds) ayuda al aprendizaje? Si es así, marca las habilidades mentales que en tu opinión potencia. *

(Puedes elegir más de una respuesta)

- Visualización de la información relevante.
- Generación de hipótesis y descubrimiento por exploración.
- Aplicación de los resultados de análisis para la toma de decisiones.
- Creación de sentido (encontrar relaciones entre los datos -palabras- y atributos -tamaño-).
- Resolución de problemas (memoria de trabajo visual,...).

Figura B.4: Cuestionario: Sección 2.

B.1.3. Cuestionario *online* : Sección 3.

Sección 3. Evaluación de la experiencia de usuario.

Principios de atractivo y estética (grado de satisfacción del usuario)

8. ¿Te han parecido útiles estas visualizaciones para analizar las palabras clave de la web? Indica el grado de satisfacción. *

(Marca según el grado de satisfacción.) (1=menor satisfacción/5=mayor satisfacción)

	1	2	3	4	5
Visualización de burbujas (Bubble my page)	<input type="radio"/>				
Visualización textual (WordClouds)	<input type="radio"/>				

9. ¿Consideras que estas herramientas potencian la creatividad? *

(Elige una respuesta de la lista)

10. ¿Crees que estas visualizaciones son útiles para el aprendizaje de los contenidos -definir palabras clave en el diseño web-? *

(Elige una respuesta de la lista)

11. ¿Qué rasgos de estas herramientas te han parecido más interesantes? *

(Describe brevemente algún rasgo)

12. ¿Qué desafíos y barreras encuentras en estas herramientas de visualización para usar en el aprendizaje de estos contenidos-definir palabras clave en el diseño web-? *

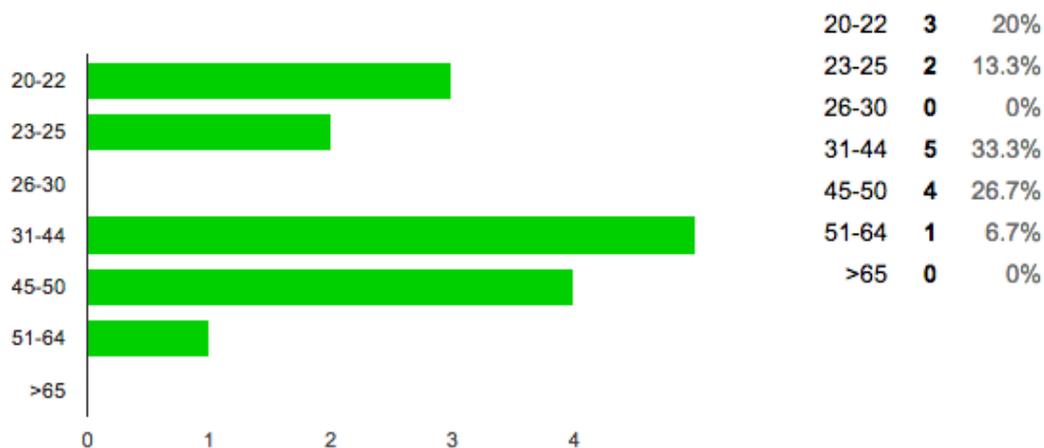
(Describe brevemente algún rasgo)

Figura B.5: Cuestionario: Sección 3.

B. CUESTIONARIO *ONLINE*.

B.2. Resultados del cuestionario.

13. Rango de edad



14. Cargo profesional.



Figura B.6: Resultados de los datos personales.

B.2.1. Actuación de la visualización.

1. ¿Consideras que las visualizaciones muestran de manera clara los datos -las palabras clave utilizadas en el sitio web-?

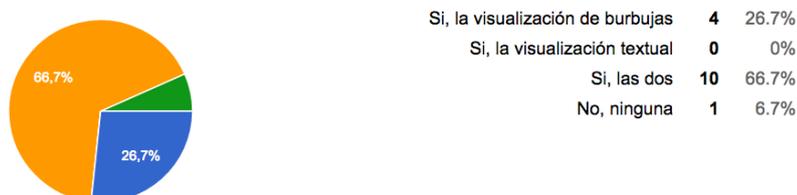
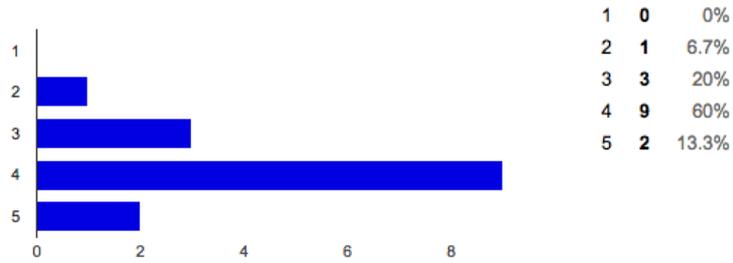


Figura B.7: Resultados evaluación de la solidez: Confiabilidad de las VI.

B.2 Resultados del cuestionario.

Visualización de burbujas (Bubble my page) [2.¿Crees que las visualizaciones representan de manera válida los tendencias, valores atípicos, agrupamientos,...-, sencillez.]



Visualización textual (WordClouds) [2.¿Crees que las visualizaciones representan de manera válida los datos? | valores atípicos, agrupamientos,...-, sencillez.]

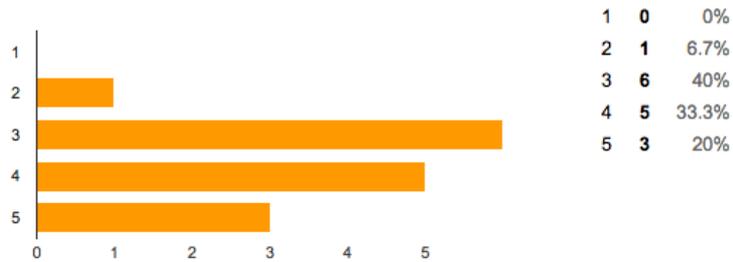


Figura B.8: Resultados sobre la solidez: Validez de las VI.

B. CUESTIONARIO *ONLINE*.

Preguntas 3 y 4. ¿Qué tipo de tareas te han permitido realizar la herramienta de visualización?

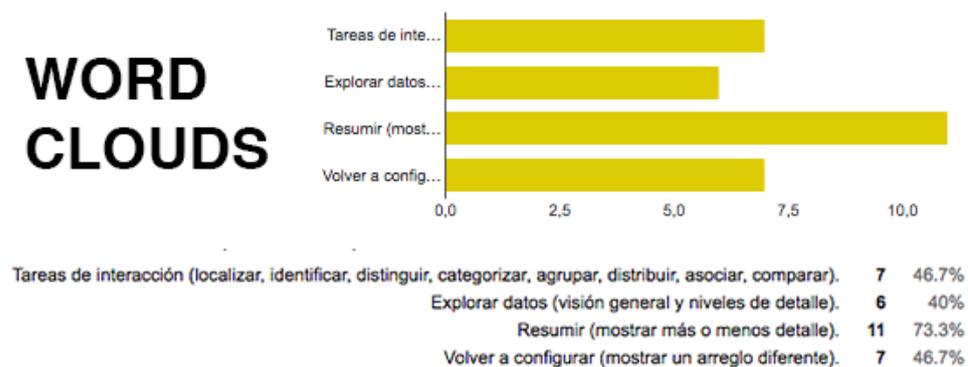
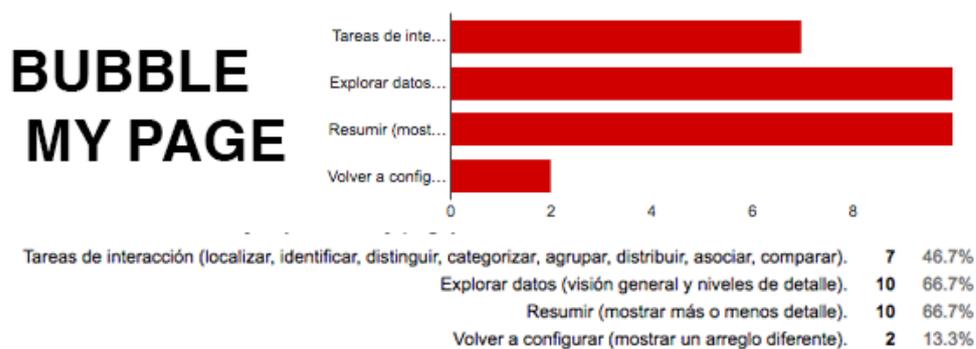
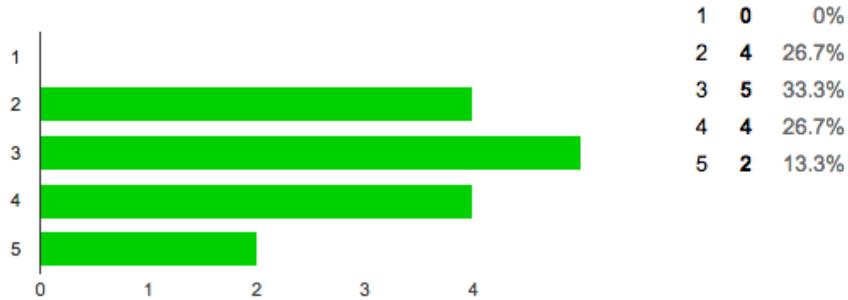


Figura B.9: Resultados sobre la solidez: Interacción de las VI.

B.2.2. Actuación del usuario.

Visualización de burbujas (Bubble my page) [5. ¿Consideras que estas herramientas online son eficientes realizando (“generando la visualización”,...), affordances (metáforas para mejorar la comunicación para entender el funcionamiento de la herramienta (gris para opciones no disponibles,...



Visualización textual (WordClouds) [5. ¿Consideras que estas herramientas online son eficientes realizando (“generando la visualización”,...), affordances (metáforas para mejorar la comunicación para entender el funcionamiento de la herramienta (gris para opciones no disponibles,...)]

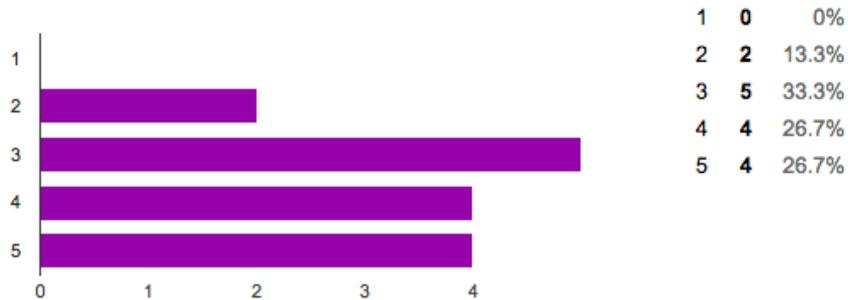


Figura B.10: Resultados de la eficiencia de las VI.

B. CUESTIONARIO *ONLINE*.

Preguntas 6 y 7. Habilidades mentales de las herramientas de VI para el aprendizaje.

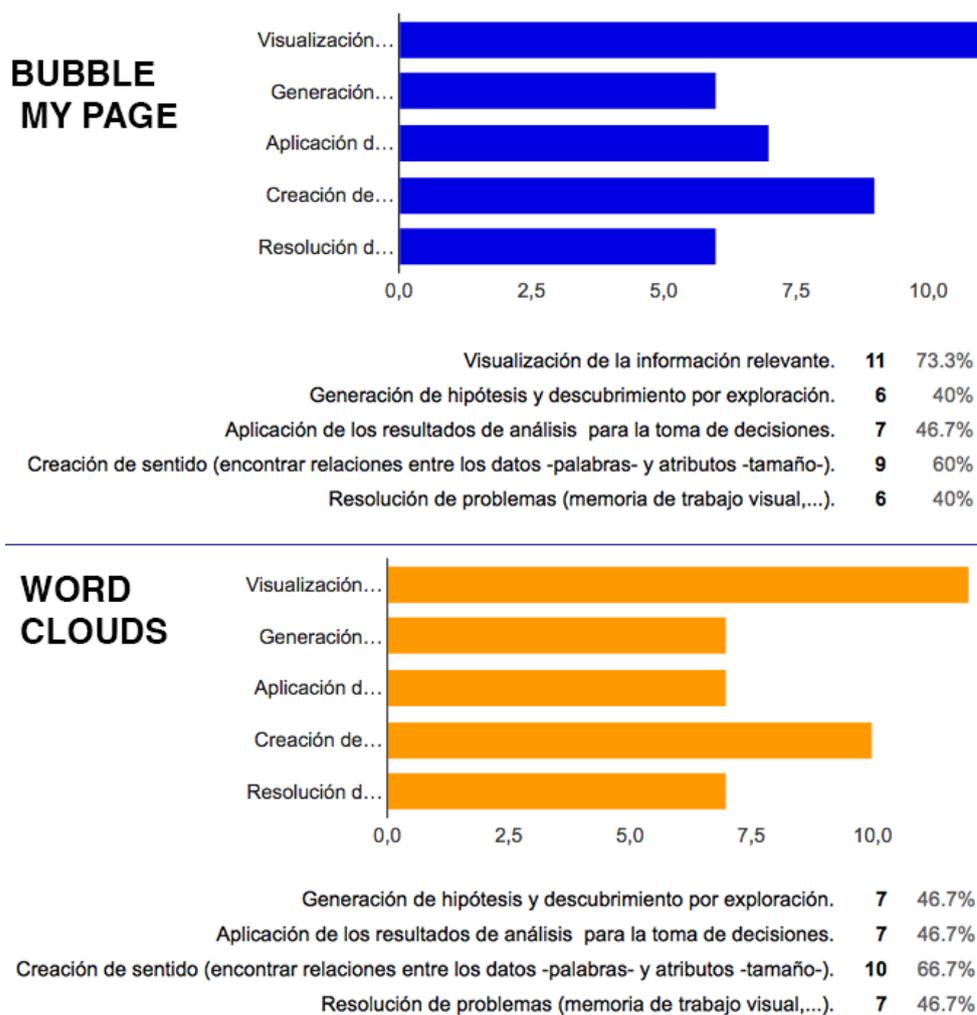
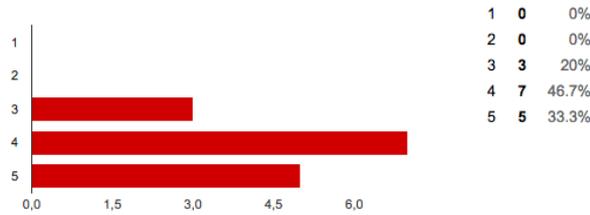


Figura B.11: Resultados de la eficacia de las VI para el aprendizaje.

B.2.3. Experiencia de usuario.

Visualización de burbujas (Bubble my page) [8. ¿Te han parecido útiles estas visualizaciones para analizar las palabras clave de



Visualización textual (WordClouds) [8. ¿Te han parecido útiles estas visualizaciones para analizar las palabras clave de la web?]

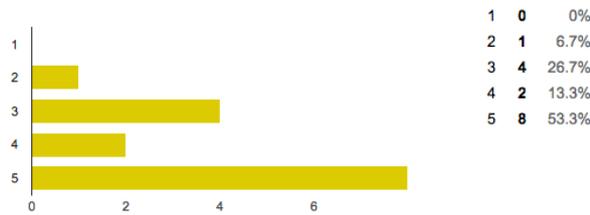
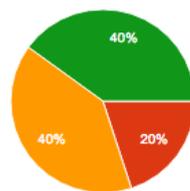


Figura B.12: Resultados de la UX: Utilidad en el aprendizaje de contenidos.

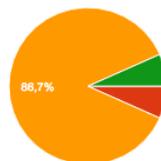
9. ¿Consideras que estas herramientas potencian la creatividad?



Si, la visualización de burbujas (Bubble my page)	0	0%
Si, la visualización textual (WordClouds)	3	20%
Si, las dos	6	40%
No, ninguna	6	40%

Figura B.13: Resultados de la UX: Creatividad usando las VI.

10. ¿Crees que estas visualizaciones son útiles para el aprendizaje de los contenidos -definir palabras clave en el diseño web-?



Si, la visualización de burbujas (Bubble my page)	0	0%
Si, la visualización textual (WordClouds)	1	6.7%
Si, las dos	13	86.7%
No, ninguna	1	6.7%

Figura B.14: Resultados de la UX: Aprendizaje usando las VI.

B. CUESTIONARIO *ONLINE*.

11. ¿Qué rasgos de estas herramientas te han parecido más interesantes?

me parece más interesante la visualización textual, es más rápida y ligera. Las opciones formales de configuración son sencillas y muy interesantes.

Un juguete divertido.

La generación de las imágenes

La manera de organizarse, ya sean las burbujas o las palabras

La herramienta de visualización de texto tiene un diseño muy interesante

Words Coud explicatraslada importancia/erpeticions de la palabra a tamaño, graficamente es muy comprensible

las opciones de diseño de WordClouds

Las composiciones que se crean rapidamente y la claridad que deja a las palabras de mayor importancia.

12. ¿Qué desafíos y barreras encuentras en estas herramientas de visualización para usar en el aprendizaje de estos contenidos-definir palabras clave en el diseño web?

Estamos haciendo un trabajo de webs que probablemente desconocamos, por lo que no sabemos de que están hechas las herramientas. Por ejemplo, para hacer un vendre com tipógrafo, pero lo que más destacan en las "burbujas" es "posters" e "ilustraciones", con lo que no sabemos si es el resultado intencionado o fortuito. Creo que lo primero que deberías hacer es que visitemos la web para ver si lo que percibimos es lo que luego representan las burbujas.

Los resultados de las dos webs dan resultados que difieren. La visualización de las palabras clave a partir de los tamaños de las letras no es buen referente para medir la importancia de las palabras clave que aparecen en las webs.

Encuentro que faltaría la importancia de cada palabra en el contexto. La manera de organizar me parece lúdica pero no fiable (p.e. el color de las burbujas tiende a confundir el tamaño)

Quizá no funcionen en otros idiomas que no sean el inglés

Figura B.15: Respuestas de las cuestiones de *campo de texto*.

11. ¿Qué rasgos de estas herramientas te han parecido más interesantes?

Respuestas de los profesores

- ✓ El cuadro de diálogo de número de palabras de Bubble my page. Los diseños que te permite crear WordClouds
 - ✓ La inmediatez de la herramienta. La visualización de la información. La característica "herramienta on-line"
 - ✓ —
 - ✓ Me parece más interesante la visualización textual, es más rápida y ágil. Las opciones formales de configuración son sencillas y muy interesantes.
 - ✓ Un juguete divertido.
 - ✓ La generación de las imágenes
 - ✓ La manera de organizarse, ya sean las burbujas o las palabras.
 - ✓ La herramienta de visualización de texto tiene un diseño muy interesante.
 - ✓ WordsCloud explica traslada importancia/ repeticiones de la palabra a tamaño, gráficamente es muy comprensible.
 - ✓ Bubble, me parece más clara para visualizar las palabras más utilizadas en la web, por contra Wordcloud con las formas, colores y textos me parece más creativa.
-
-

Respuestas de los alumnos

- ✓ *La localización visual inmediata de las palabras y poder darle forma a la información.*
 - ✓ *La facilidad de visualización y orden del contenido.*
 - ✓ *las opciones de diseño de WordClouds.*
 - ✓ *Las composiciones que se crean rápidamente y la claridad que deja a las palabras de mayor importancia.*
 - ✓ *poder conocer las palabras clave que se usan en webs de diseñadores con tal de poder llevar a cabo tu propio vocabulario.*
-
-

Cuadro B.1: Resultados de la UX: Rasgos interesantes de las herramientas de VI.

B. CUESTIONARIO *ONLINE*.

12. ¿Qué desafíos y barreras encuentras en estas herramientas de visualización para usar en el aprendizaje de estos contenidos -definir palabras clave en el diseño web-?

Respuestas de los profesores

✓ En Bubble my page. da error con las letras ñ y acentos. La falta de interacción para cambiar el diseño con las burbujas en Bubble my page.

✓ No se puede comparar diferentes webs en la misma página de la herramienta y cruzar datos. Que se pueda interactuar más con los datos, agruparlos, etc. Bubble my page es poco atractiva visualmente y no se puede cambiar el idioma.

✓ —

✓ No he dedicado tiempo suficiente para responder a esta pregunta.

✓ Estamos haciendo un trabajo de webs que posiblemente desconozcamos, por lo que no sabemos de qué tratan ni cómo las han indexado. Por ejemplo, Alex Trochut se vende como tipógrafo, pero lo que más destacan en las *burbujas* es *posters* e *ilustraciones*, con lo que no sabemos si es el resultado intencionado o fortuito. Creo que lo primero que deberías hacer es que visitemos la web para ver si lo que percibimos es lo que luego representan las burbujas.

✓ Los resultados de las dos webs dan resultados que difieren. La visualización de las palabras clave a partir de los tamaños de las letras no es buen referente para medir la importancia de las palabras clave que aparecen en las webs.

✓ Encuentro que faltaría la importancia de cada palabra en el contexto. La manera de organizar me parece lúdica pero no fiable (p.e. el color de las burbujas tiende a confundir el tamaño).

✓ Quizá no funcionen en otros idiomas que no sean el inglés

✓ Estaría bien poder incluir la gráfica en tu web dinámicamente (no un png-fijo) De manera que si cambian los contenidos y palabras importantes se represente al instante. Sería interesante poder tener diferentes tipos de expresión gráfica en un solo programa.

✓ Desafíos ver como los datos se traducen a gráficos es muy interesante. Lo hace más atractivo en el marco de aprendizaje.

Respuestas de los alumnos

✓ *Ninguna.*

✓ *Puede parecer que carece de profesionalidad ya que está en una fase beta, aunque es una herramienta interesante.*

✓ *En Bubble my page, no sabes dónde tienes que pegar la URL.*

✓ *Con un solo vistazo tenemos un resumen mental increíble, gracias a los colores y formas perfectamente estructuradas.*

✓ *me es difícil entender porque usan según que palabras clave*

Cuadro B.2: Resultados de la UX: Desafíos y barreras de las herramientas de VI.

Referencias

- [1] Y. TANAHASHI AND K.-L. MA. **Design considerations for optimizing storyline visualizations.** *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, **18**(12):2679–2688, 2012. ix, 12, 15, 28
- [2] KATJA FLEISCHMANN AND CLIVE HUTCHISON. **Creative Exchange: An Evolving Model of Multidisciplinary Collaboration.** *Journal of Learning Design*, **5**(1):23–31, January 2012. 1, 17
- [3] CHRISTINE PLESCH, CELIA KAENDLER, NIKOL RUMMEL, MICHAEL WIEDMANN, AND HANS SPADA. **Identifying Areas of Tension in the field of technology-enhanced learning: Results of an international Delphi study.** *Computers & Education*, **65**:92–105, July 2013. 1, 17
- [4] OLATZ ARBELAIZ, JOSE I. MARTIN, AND JAVIER MUGUERZA. **Analysis of Introducing Active Learning Methodologies in a Basic Computer Architecture Course.** *IEEE Trans. Educ.*, **58**(2):110–116, May 2015. WOS:000354185100005. 1, 19
- [5] SUE BENNETT, ANDREA BISHOP, BARNEY DALGARNO, JENNY WAYCOTT, AND GREGOR KENNEDY. **Implementing Web 2.0 technologies in higher education: A collective case study.** *Computers & Education*, **59**(2):524–534, September 2012. 1, 19
- [6] HANGJIN ZHANG. *Towards blended learning: Educational technology to improve and assess teaching and learning.* Ph.D., Ann Arbor, United States, 2009. 1
- [7] IGNACIO DE LOS RIOS, ADOLFO CAZORLA, JOSE M. DIAZ-PUENTE, AND JOSE L. YAGUE. **Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments.** *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **2**(2):1368–1378, 2010. 1, 16, 17
- [8] KATJA FLEISCHMANN AND RYAN DANIEL. **The rise of the embedded designer in the creative industries.** *Journal of Education and Work*, **0**(0):1–21, February 2015. 1, 19
- [9] UTE KRAIDY AND UTE KRAIDY. **Digital Media and Education: Cognitive Impact of Information Visualization.** *Journal of Educational Media*, **27**(3):95–106, 2002. 1, 19, 20, 21
- [10] S. EARLEY. **Analytics, Machine Learning, and the Internet of Things.** *IT Professional*, **17**(1):10–13, January 2015. 2
- [11] CHAOMEI CHEN. *Information Visualization: Beyond the Horizon.* Springer Science & Business Media, October 2006. 2, 7, 9, 14, 25, 31, 32
- [12] CHARLES MILLER, BRAD HOSACK, LUCAS LECHELER, AARON DOERING, CHARLES MILLER, BRAD HOSACK, LUCAS LECHELER, AND AARON DOERING. **Clear, Convincing, and Compelling: Exploring Information Visualization Design Opportunities in Online Learning.** 2012, pages 1159–1165, October 2012. 2, 22, 23, 27, 32, 34
- [13] R. FERGUSON. **Learning analytics: Drivers, developments and challenges.** *International Journal of Technology Enhanced Learning*, **4**(5-6):304–317, 2012. 2
- [14] R. MAZZA. *Introduction to information visualization.* Introduction to Information Visualization. 2009. 2, 7, 30, 39
- [15] FERNANDA B. VIEGAS AND MARTIN WATTENBERG. **Artistic data visualization: Beyond visual analytics.** In D. SCHULER, editor, *Online Communities and Social Computing, Proceedings*, 4564, pages 182–191. Springer-Verlag Berlin, Berlin, 2007. WOS:000248250800021. 2, 14
- [16] ALBERTO CAIRO TOURINO. **El arte funcional. Infografía y visualización de la información.** Universitat Oberta de Catalunya, November 2011. 2, 28, 31
- [17] BRIONY J. OATES. *Researching information systems and computing.* SAGE, London, 2006. 3
- [18] H. LAM, E. BERTINI, P. ISENBERG, C. PLAISANT, AND S. CARPENDALE. **Empirical Studies in Information Visualization: Seven Scenarios.** *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, **18**(9):1520–1536, September 2012. 5, 35, 37, 38
- [19] CHAOMEI CHEN AND MARY P. CZERWINSKI. **Empirical evaluation of information visualizations: an introduction.** *International Journal of Human-Computer Studies*, **53**(5):631–635, November 2000. 7
- [20] DOMINIQUE BRÖDBECK, RICCARDO MAZZA, AND DENIS LALANNE. **Interactive Visualization - A Survey.** In D. LALANNE AND J. KOHLAS, editors, *Human Machine Interaction: Research Results of the Mmi Program*, 5440, pages 27–46. 2009. WOS:000268373800002. 7, 8, 13, 24, 31
- [21] STUART K. CARD, JOCK D. MACKINLAY, AND BEN SHNEIDERMAN. *Readings in information visualization: using vision to think.* The Morgan Kaufmann series in interactive technologies. Morgan Kaufmann, San Francisco (Calif.) [etc.], 1999. 7, 8, 20, 30
- [22] ALBERTO CAIRO. **Graphics Lies, Misleading Visuals.** In DAVID BIHANIC, editor, *New Challenges for Data Design*, pages 103–116. Springer London, 2015. DOI: 10.1007/978-1-4471-6596-5-5. 7, 10, 27
- [23] BENJAMIN BEDERSON AND BEN SHNEIDERMAN. *The craft of information visualization: readings and reflections.* The Morgan Kaufmann series in interactive technologies. Morgan Kaufmann, Amsterdam, 2003. 7, 10, 11, 13, 31, 32
- [24] D.A. KEIM. **Information visualization and visual data mining.** *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, **8**(1):1–8, 2002. 7

REFERENCIAS

- [25] HELEN PURCHASE, NATALIA ANDRIENKO, T JANKUN-KELLY, AND MATTHEW WARD. **Theoretical Foundations of Information Visualization.** In *Information Visualization*, 4950 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 46 – 64. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2008. 7, 35
- [26] H SHIRAVI, A SHIRAVI, AND A. A GHORBANI. **A Survey of Visualization Systems for Network Security.** *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(8):1313 – 1329, 2012. 7
- [27] SAMUEL HURON, YVONNE JANSEN, AND SHEELAGH CARPENDALE. **Constructing Visual Representations: Investigating the Use of Tangible Tokens.** *Ieee Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(12):2102–2111, December 2014. WOS:000344991700055. 7, 26
- [28] S. LIU, W. CUI, Y. WU, AND M. LIU. **A survey on information visualization: recent advances and challenges.** *Visual Computer*, 30(12), 2014. IX, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 27, 29, 30, 32, 35, 36
- [29] ANDREAS KERREN. *Information visualization: human-centered Issues and perspectives*, 4950 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Heidelberg, 2008. 8, 9, 10, 20, 21, 27
- [30] TAMARA MUNZNER. *Visualization Analysis and Design*. CRC Press, December 2014. 11, 12
- [31] S. WEHREND AND C. LEWIS. **A problem-oriented classification of visualization techniques.** In , *Proceedings of the First IEEE Conference on Visualization, 1990. Visualization '90*, pages 139–143, 469, October 1990. 11, 26
- [32] RICHARD BOARDMAN. **Bubble Trees the Visualization of Hierarchical Information Structures.** In *CHI '00 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '00, pages 315–316, New York, NY, USA, 2000. ACM. 12
- [33] BEN SHNEIDERMAN, CODY DUNNE, PUNEET SHARMA, AND PING WANG. **Innovation trajectories for information visualizations: Comparing treemaps, cone trees, and hyperbolic trees.** *Information Visualization*, 11(2):87–105, April 2012. WOS:000303622600001. 12
- [34] ISABEL MEIRELLES. **Design for information, an introduction to the histories, theories, and best practices behind effective information visualizations.** *Visible Language*, 48(3):109, sep 2014. IX, 12, 25, 26, 29
- [35] EDWARD R. TUFTE. *Envisioning information*. Graphics, Cheshire (Conn.), 1990. 13, 21, 26, 29, 33
- [36] EDWARD R. TUFTE. *The Visual display of quantitative information*. Graphics Press, Cheshire, Connecticut, 2nd ed edition, 2001. 13, 34
- [37] JOCK D. MACKINLAY. **Opportunities for Information Visualization.** *IEEE Comput. Graph. Appl.*, 20(1):22–23, January 2000. 13
- [38] LEONARD BOLC, JULIUSZ LECH KULIKOWSKI, AND KONRAD WOJCIECHOWSKI. *Computer Vision and Graphics: International Conference, ICCVG 2008, Warsaw, Poland, November 10-12, 2008 Revised Papers*. Springer, May 2009. 14, 31, 39
- [39] Z. POUSMAN, J.T. STASKÓ, AND M. MATEAS. **Casual Information Visualization: Depictions of Data in Everyday Life.** *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13(6):1145–1152, November 2007. 14
- [40] TAO CHEN, AIDONG LU, AND SHI-MIN HU. **Visual storylines: Semantic visualization of movie sequence.** *Computers & Graphics*, 36(4):241–249, June 2012. 14, 15, 28, 31
- [41] T. SKOG, S. LJUNGBLAD, AND L.E. HOLMQUIST. **Between aesthetics and utility: designing ambient information visualizations.** In *IEEE Symposium on Information Visualization, 2003. INFOVIS 2003*, pages 233–240, October 2003. IX, 14, 15
- [42] A. FIGUEIRAS. **How to tell stories using visualization.** pages 18–26, 2014. 15
- [43] MIKA METSARINNE AND MANNE KALLIO. **Experiences of Classroom Techniques and Learning Outcomes.** *Design and Technology Education: an International Journal*, 19(3), October 2014. 16
- [44] RICCARDO MAZZA AND LUCA BOTTURI. **Monitoring an Online Course with the GISMO Tool: A Case Study.** *Journal of Interactive Learning Research*, 18(2):251–265, 2007. 16, 21, 23, 39
- [45] NMC Horizon Report > 2016 Higher Education Edition. 16, 17, 19
- [46] *Advances in Web-Based Learning - ICWL 2010: 9th International Conference, Shanghai, China, December 8-10, 2010, Proceedings*, 6483 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, January 2010. 16, 24
- [47] RAQUEL VASQUEZ-RAMIREZ, GINER ALOR-HERNANDEZ, AND ALEJANDRO RODRIGUEZ-GONZALEZ. **Athena: A Hybrid Management System for Multi-Device Educational Content.** *Computer Applications in Engineering Education*, 22(4):750–763, December 2014. WOS:000344185700017. 17
- [48] MARÍA ELENA GARCÍA RUIZ. **Reseña "Entornos personales de aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red" de L. Castañeda Y J. Adell.** *Educación XXI*, 17(2):388–389, 2014. 17
- [49] C.G. SILVA AND H.V. DA ROCHA. **Learning Management Systems'database exploration by means of Information Visualization-based query tools.** In *Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2007. ICALT 2007*, pages 543–545, July 2007. 16, 21, 23, 39
- [50] HWEE-JOO KAM AND PAIRIN KATERATTANAKUL. **Structural model of team-based learning using Web 2.0 collaborative software.** *Computers & Education*, 76:1–12, July 2014. 16

- [51] KATJA FLEISCHMANN. **Collaboration through Flickr & Skype: can Web 2.0 technology substitute the traditional design studio in higher design education?** *Contemporary Educational Technology*, 5:39–52, 2014. 16, 19
- [52] CAREN CROWLEY, WILFRIED DANIELS, RAFAEL BACHILLER, WOUTER JOOSEN, AND DANIEL HUGHES. **Participation in Context: An Exploratory Study of Querying in Particatory Applications.** *Academy of Management Annual Meeting Proceedings*, pages 1619–1624, August 2014. 16, 19
- [53] ANDREA SCHEER, CHRISTINE NOWESKI, AND CHRISTOPH MEINEL. **Transforming Constructivist Learning into Action: Design Thinking in education.** *Design and Technology Education: an International Journal*, 17(3), October 2012. 17
- [54] FARAMARZ AMIRI. **Programming as Design: The Role of Programming in Interactive Media Curriculum in Art and Design.** *International Journal of Art & Design Education*, 30(2):200–210, June 2011. 17
- [55] MARTIN EDIN GRIMHEDEN. **Can agile methods enhance mechatronics design education?** *Mechatronics*, 23(8):967–973, December 2013. 17
- [56] ANDRÉ LIEM AND ELIZABETH B.-N. SANDERS. **Human-centred Design Workshops in Collaborative Strategic Design Projects: An educational and professional comparison.** *Design and Technology Education: an International Journal*, 18(1), 2013. 17
- [57] GEORGE SIEMENS AND PHIL LONG. **Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education.** *EDUCAUSE Review*, 46(5):30, September 2011. 21
- [58] D. GARCIA-SOLORZANO, G. COBO, E. SANTAMARIA, J.A. MORAN, AND J. MELENCHON. **Representation of a Course Structure Focused on Activities Using Information Visualization Techniques.** In *2011 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, pages 443–445, July 2011. 21
- [59] LUKE LECHER, CHARLES MILLER, LUKE LECHER, AND CHARLES MILLER. **Interactivity and Aesthetics: Towards an Information Visualization Framework for Online Learning Development.** 2010, pages 1083–1089, October 2010. 22, 25
- [60] SUNEEL VANA, PALLAVI BOPANA, VELMURUGAN MARIAPPAN, LAUREL STVAN, Y. ALP ASLANDOGAN, SUNEEL VANA, PALLAVI BOPANA, VELMURUGAN MARIAPPAN, LAUREL STVAN, AND Y. ALP ASLANDOGAN. **Empowering Educators in Visual Learning: Information Extraction and Visualization for Automatic Generation of Multimedia Presentations.** 2003, pages 1371–1374, 2003.
- [61] JORGE MONGE FALLAS. **Visualización del conocimiento como metodología en el aprendizaje y enseñanza de la matemática.** 2013. 22
- [62] REMO ASLAK BURKHARD AND MICHAEL MEIER. **Tube Map Visualization: Evaluation of a Novel Knowledge Visualization Application for the Transfer of Knowledge in Long-Term Projects.** 11(4):473–494, apr 2005. 22, 44
- [63] X.Q. CUI. **The application of information visualization to english lexicology for college english majors.** *Applied Mechanics and Materials*, 347-350:2785–2788, 2013. cited By 0. 22
- [64] COLIN WARE. *Information visualization: perception for design.* The Morgan Kaufmann series in interactive technologies. Morgan Kaufmann, Amsterdam [etc.], 2nd ed. edition, 2004. 10, 26, 29, 32, 36
- [65] WAN ADILAH WAN ADNAN, NOR LAILA MD NOOR, AND NIK GHAZALI NIK DAUD. **Behavioural Consideration of Information Visualization Techniques: Examining Interaction Pattern Differences.** *Proceedings of the International Conference on Information Management and Evaluation*, pages 431–438, 2010. WOS:000280731500049. 33, 35, 36
- [66] K. MARRIOTT, H. PURCHASE, M. WYBROW, AND C. GONCU. **Memorability of Visual Features in Network Diagrams.** *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(12):2477–2485, December 2012. 36
- [67] QUANG VINH NGUYEN, MAO LIN HUANG, AND I. HAWRYSZKIEWYCZ. **A new visualization approach for supporting knowledge management and collaboration in e-learning.** In *Eighth International Conference on Information Visualisation, 2004. IV 2004. Proceedings*, pages 693–700, July 2004. 22
- [68] LISA D. YOUNG AND LISA D. YOUNG. *Promoting social collaboration: The impact of information visualization on community discourse.* 2004. 22
- [69] D.P. GROTH. **Tracking and Organizing Visual Exploration Activities across Systems and Tools.** In *Information Visualization, 2007. IV '07. 11th International Conference*, pages 11–16, July 2007. 24, 36
- [70] B. SPENCE, L. TWEEDIE, H. DAWKES, AND HUA SU. **Visualization for functional design.** In *Information Visualization, 1995. Proceedings.*, pages 4–10, October 1995. 9, 24, 32
- [71] R. MAZZA AND V. DIMITROVA. *Generation of graphical representations of student tracking data in course management systems.* 2005. WOS:000230984100036. 9, 31
- [72] COLIN WARE. *Information visualization: perception for design.* The Morgan Kaufmann series in interactive technologies. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA [etc.], 2000. 9, 24, 31
- [73] WUCIUS WONG. *Fundamentos del diseño.* Gustavo Gili, Barcelona, 4^a edition, 2000. IX, 25
- [74] C. CHEN. **Top 10 unsolved information visualization problems.** *IEEE Computer Graphics and Applications*, 25(4):12–16, 2005. 9, 27, 29, 30
- [75] RUDOLF ARNHEIM. **A Plea for Visual Thinking.** *Critical Inquiry*, 6(3):489–497, 1980. 25
- [76] ZHICHENG LIU AND JOHN T. STASKO. **Mental Models, Visual Reasoning and Interaction in Information Visualization: A Top-down Perspective.** *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, 16(6):999–1008, December 2010. WOS:000283758600017. 26
- [77] DONALD A. NORMAN. *The Design of everyday things.* Basic Books, New York, 2002. 26, 32

REFERENCIAS

- [78] BEN SHNEIDERMAN. *Represent the Visualization*. 2013. WOS:000314530600008. 27
- [79] JI SOO YI, YOUN AH KANG, JOHN T. STASKO, AND JULIE A. JACKO. **Toward a deeper understanding of the role of interaction in information visualization**. *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, 13(6):1224–1231, December 2007. WOS:000250401100023. 27, 32, 33
- [80] F.B. VIEGAS, M. WATTENBERG, F. VAN HAM, J. KRISS, AND M. MCKEON. **ManyEyes: a Site for Visualization at Internet Scale**. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13(6):1121–1128, November 2007. 28
- [81] ANDREW VANDE MOERE AND HELEN PURCHASE. **On the role of design in information visualization**. *Information Visualization*, 10(4):356–371, 2011. 12, 29, 30, 34, 35, 37
- [82] WEIDONG HUANG, PETER EADES, SEOK-HEE HONG, AND CHUN-CHENG LIN. **Improving multiple aesthetics produces better graph drawings**. *Journal of Visual Languages & Computing*, 24(4):262–272, August 2013. 31
- [83] NIKOLAOS K. TSELIOS, NIKOLAOS M. AVOURIS, ANGELIQUE DIMITRACOPOULOU, AND SOPHIA DASKALAKI. **Evaluation of distance-learning environments: Impact of usability on student performance**. *International Journal of Educational Telecommunications*, 7(4):355, December 2001. 32
- [84] NIKOLAOS TSELIOS, NIKOLAOS AVOURIS, AND VASSILIS KOMIS. **The effective combination of hybrid usability methods in evaluating educational applications of ICT: Issues and challenges**. *Education and Information Technologies*, 13(1):55 – 76, March 2008. 32
- [85] BEN SHNEIDERMAN. *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. Addison-Wesley, Reading (Mass.), 3rd ed. edition, 1998. 32
- [86] R. JORDAN CROUSER AND REMCO CHANG. **An Affordance-Based Framework for Human Computation and Human-Computer Collaboration**. *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, 18(12):2859–2868, December 2012. WOS:000310143100091. 32
- [87] DONALD A. NORMAN. *Emotional design: why we love (or hate) everyday things*. Basic Books, New York, 2004. 32
- [88] D. GRAHAM, I. BENEST, AND P. NICHOLL. **Cognitive issues in information visualisation design for interaction. for the visually impaired**. In E. BANISSI, R. A. BURKHARD, G. GRINSTEIN, U. CVEK, M. TRUTSCHL, L. STUART, T. G. WYELD, G. ANDRIENKO, J. DYKES, M. JERN, D. GROTH, AND A. URSYN, editors, *11th International Conference Information Visualization*, pages 917–920. 2007. WOS:000248485200134. 32
- [89] MARTIN GRAHAM, JESSIE KENNEDY, AND DAVID BENYON. **Towards a methodology for developing visualizations**. *International Journal of Human - Computer Studies*, 53(5):789 – 807, 2000. 32
- [90] RICCARDO MAZZA AND ALESSANDRA BERRE. **Focus group methodology for evaluating information visualization techniques and tools**. In E. BANISSI, R. A. BURKHARD, G. GRINSTEIN, U. CVEK, M. TRUTSCHL, L. STUART, T. G. WYELD, G. ANDRIENKO, J. DYKES, M. JERN, D. GROTH, AND A. URSYN, editors, *11th International Conference Information Visualization*, pages 74–78. 2007. WOS:000248485200011. 32, 36
- [91] LELAND WILKINSON. *The Grammar of graphics. Statistics and computing*. Springer Science+Business Media, Inc, New York, NY, 2nd ed. edition, 2005. 33, 47
- [92] P. GOUGH, X. HO, K. DUNN, AND T. BEDNARZ. **Art and chartjunk: A guide for NEUVis**. 2014-August, pages 171–177, 2014. 33
- [93] R. MAZZA AND V. DIMITROVA. **CourseVis: Externalising student information to facilitate instructors in distance learning**. In H. U. HOPPE, F. VERDEJO, AND J. KAY, editors, *Artificial Intelligence in Education: Shaping the Future of Learning Through Intelligent Technologies*, 97, pages 279–286. 2003. WOS:000189487400033. 39
- [94] HANGJIN ZHANG AND KEVIN ALMEROTH. **Moodog: Tracking Student Activity in Online Course Management Systems**. *Journal of Interactive Learning Research*, 21(3):407, July 2010. 39
- [95] RED.ES. **Herramientas de procesado y visualización de datos**. [online] Disponible en: <http://datos.gob.es/content/herramientas-de-procesado-visualizacion-de-datos>, June 2013. 39
- [96] EDUARDO HARADA OLIVARES. **Logotipos, isotipos, imatipos e isologos: una aclaración terminológica**. IX, 46, 47
- [97] H.C. PURCHASE, C. PILCHER, AND B. PLIMMER. **Graph Drawing Aesthetics #x02014;Created by Users, Not Algorithms**. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(1):81–92, January 2012. 36, 37
- [98] K.-P. YEE, D. FISHER, R. DHAMIJA, AND M. HEARST. **Animated exploration of dynamic graphs with radial layout**. pages 43–50, 2001. 37