

Estrategias y directrices para la configuración estética del QR en publicidad

Strategies and guidelines for the aesthetic design of QR codes in advertising



Raquel Ávila-Muñoz. Doctora *Cum Laude* en Comunicación Audiovisual, Publicidad y Relaciones Públicas por la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Profesora asociada en el Departamento de Ciencias de la Comunicación Aplicada de la Facultad de Ciencias de la Información (UCM) y en el Grado Oficial Universitario en Diseño Multimedia y Gráfico de UDIT-Universidad de Diseño Innovación y tecnología. Compagina su labor profesional como realizadora freelance de animación 3D y motion-graphics con la actividad docente. Imparte clases sobre materias relacionadas con el diseño gráfico y la animación en medios audiovisuales e interactivos. Sus intereses se centran en los aspectos dinámicos de la creación, el diseño y la comunicación, y el impacto de la inteligencia artificial generativa en las industrias culturales y creativas. Su línea de investigación principal analiza la animación como elemento de diseño y como parte integrante del proceso de comunicación visual que media la interacción entre el usuario y los dispositivos tecnológicos. Universidad Complutense de Madrid, España / Universidad de Diseño, Innovación y Tecnología (UDIT), España
raquelav@ucm.es
ORCID: 0000-0001-6798-6829



Gema Bonales-Daimiel. Doctora *Cum Laude* en Comunicación Audiovisual, Publicidad y Relaciones Públicas (Premio Extraordinario) por la Universidad Complutense de Madrid (UCM), Máster en Dirección Comercial por ESIC Business and Marketing School y Máster en Dirección de Marketing por la Universidad Rey Juan Carlos (URJC). Profesional del Marketing y la Comunicación, especializada en el área Online. Actualmente, Gema es miembro del grupo de investigación Arte y Ciudad de la UCM y trabaja como profesora e investigadora en el Departamento de Ciencias de la Comunicación Aplicada de la Universidad Complutense de Madrid. Dentro de su labor docente, imparte asignaturas como Dirección de Arte, Procesos de Creación Publicitaria y una asignatura integrada en el Máster Universitario en Comunicación de las Organizaciones. Anteriormente, trabajó en agencias de publicidad (Publicis), en medios de comunicación (COPE y RTVE) y en departamentos de comunicación y marketing de varias compañías, mientras daba clases como profesora asociada en la Universidad Europea de Madrid, la Universidad CEU San Pablo y la Universidad Complutense de Madrid. Universidad Complutense de Madrid, España
gbonales@ucm.es
ORCID: 0000-0003-2085-2203

Cómo citar este artículo:

Ávila-Muñoz, R.; Bonales-Daimiel, G. y Suárez-Carballo, F. (2024). Estrategias y directrices para la configuración estética del QR en publicidad. *Doxa Comunicación*, 39, pp. 183-202.

<https://doi.org/10.31921/doxacom.n39a2189>



Este contenido se publica bajo licencia Creative Commons Reconocimiento - Licencia no comercial. Licencia internacional CC BY-NC 4.0



Fernando Suárez-Carballo. Profesor titular de Dirección de Arte en la Facultad de Comunicación de la Universidad Pontificia de Salamanca, donde actualmente imparte diferentes asignaturas vinculadas a la comunicación visual en los grados en Publicidad y Relaciones Públicas (Dirección de arte y Diseño de interacción) y Periodismo (Comunicación visual). Miembro del grupo de investigación Innovación y creatividad empresarial, es autor de varios artículos y capítulos de libro relacionados con el diseño gráfico, disciplina que constituye su principal línea de investigación desde varios ejes: la estética, la tecnología, la eficacia o la formación. Esta labor científica ha sido reconocida con dos tramos de investigación. En relación con sus cargos de gestión, ha dirigido la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la Universidad Pontificia de Salamanca y es actualmente vicedecano de Ordenación Académica y coordinador de la titulación de Publicidad y Relaciones Públicas de la Facultad de Comunicación de esta institución.

Universidad Pontificia de Salamanca, España

fsuarezca@upsa.es

ORCID: 0000-0001-7498-6595

Recibido: 10/01/2024 - Aceptado: 01/03/2024 - En edición: 19/03/2024 - Publicado: 01/07/2024

Received: 10/01/2024 - Accepted: 01/03/2024 - Early access: 19/03/2024 - Published: 01/07/2024

Resumen:

Los códigos QR se presentan en ocasiones como protagonistas de estrategias de marketing digital que buscan atraer la atención de los consumidores mediante la transformación de su anodino aspecto de cuadros blancos y negros en atractivos diseños. Sin embargo, los cambios en su apariencia pueden provocar fallos en el escaneo, por lo que conocer los requisitos y limitaciones técnicas de esta tecnología es fundamental para poder plantear una estrategia creativa viable. En este trabajo se realiza una revisión semi-sistemática de la literatura con el objeto de recopilar información sobre las posibles estrategias para afrontar su embellecimiento sin poner en riesgo su funcionalidad y extraer unas directrices que sirvan de guía para su personalización manual efectiva. Así mismo, se busca conocer hasta qué punto se ha estudiado la relación entre las características estéticas del QR y su eficacia publicitaria. Como principal hallazgo, se pone de manifiesto la ausencia de estudios científicos que analicen esta cuestión y se revelan las múltiples oportunidades que surgen a raíz de los recientes desarrollos que utilizan inteligencia artificial generativa para la manipulación artística del código.

Palabras clave:

Código QR; estética; eficacia publicitaria; marketing móvil; inteligencia artificial generativa.

Abstract:

QR codes are sometimes used as a vital component of digital marketing strategies that seek to attract consumers' attention by converting their dull, black-and-white, checkered appearance into attractive designs. However, as changes to their visual appearance can lead to scanning failures, an understanding of the technical requirements and limitations of this technology is essential in order to develop a viable creative strategy. To this end, a semi-systematic review of the literature was carried out for the purpose of gathering information on possible strategies for enhancing QR codes without compromising their functionality, and to provide guidelines for manually customising these codes in a way that is effective. The aim of this paper is to reveal the amount of research that has focused on the relationship between the aesthetic characteristics of QR codes and their advertising effectiveness. The main findings include a scarcity of scientific analysis regarding this issue, yet multiple opportunities for the artistic modification of QR codes due to recent advances in generative artificial intelligence.

Keywords:

QR code; aesthetics; advertising effectiveness; mobile marketing; generative artificial intelligence.

1. Introducción

Los códigos de respuesta rápida (QR, del inglés *Quick Response code*) se han convertido en un elemento habitual en la vida diaria de consumidores y usuarios de todo el mundo. La expansión que ha llegado a alcanzar esta tecnología sorprende incluso a su ideólogo, Masahiro Hara, al ver cómo su invención, originalmente diseñada para optimizar el control del inventario en la industria automotriz (DENSO, s. f.-a; Fine y Clark, 2015), comenzó a utilizarse a partir de 2020 para registrar a los clientes de un

restaurante, dar acceso a los menús o realizar pagos sin contacto, llegando a convertirse en un mecanismo internacionalmente utilizado para emitir certificados sanitarios (McCurry, 2020).

El salto desde la industria manufacturera al ámbito de la publicidad y el marketing se produjo mucho antes de la pandemia de COVID-19. Sin embargo, la necesidad de evitar el contacto físico potenció su adopción (Pratas y Oliveira, 2023; Tsai y Peng, 2023), de manera que su difusión alcanzó a muchos usuarios que hasta entonces desconocían o ignoraban esta tecnología.

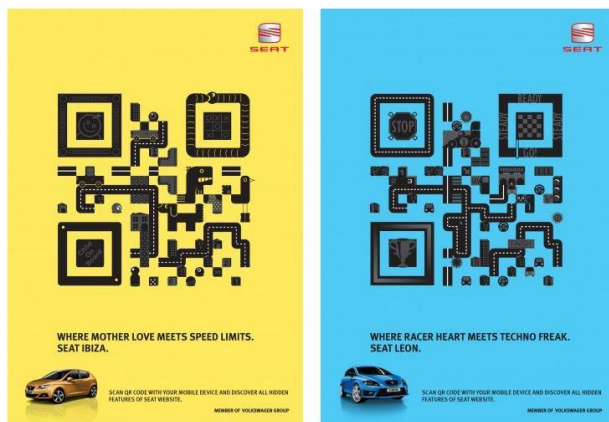
Según indican las estadísticas (eMarketer, 2020), su uso parece seguir en aumento tres décadas después de su invención. Un estudio realizado entre profesionales de la publicidad de todo el mundo muestra que los QR pueden desempeñar un papel importante en las estrategias de marketing (Alfi, 2022). El 99% de los encuestados opinaron que los anunciantes que quieran dirigirse con éxito a la Generación Z deben emplear códigos QR. El 98% ve potencial en su uso en campañas de marketing digital en emplazamientos exteriores. El 92% coincide en que un mayor uso de estos códigos en publicidad digital exterior proporciona a las marcas y a las empresas de marketing datos útiles para conceptualizar contenidos personalizados y atractivos para los consumidores.

Además de en publicidad exterior, es frecuente encontrar pequeños códigos QR en buena parte de los anuncios en prensa como enlace entre el mundo físico y los contenidos en línea (Pena-Pena, et al., 2022; Yang et al., 2021). A menudo, estos códigos son los verdaderos protagonistas de la acción comunicativa, sea por acaparar el espacio compositivo o porque la finalidad última del propio anuncio busque precisamente provocar el escaneo del código (Ávila Muñoz y Bonales Daimiel, 2023).

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos intrínsecos a cualquier estrategia publicitaria es llamar la atención del público objetivo, un QR utilizado como reclamo publicitario debería ser capaz de despertar la curiosidad. Sin embargo, el anodino aspecto de la matriz de nodos blancos y negros no parece contar con atractivo alguno. Su apariencia, inicialmente diseñada para una lectura rápida de datos, inteligibles tan solo para una máquina, carece de significado para los humanos, lo que puede limitar el interés de los consumidores potenciales (Ma et al., 2023).

Aportar cualidades visuales al básico entramado bicolor puede ser una forma de despertar la curiosidad, desencadenar respuestas sensoriales a los anuncios e incluso afectar al comportamiento de usuarios y consumidores, influyendo en la intención de escaneo (W.-E. Ho et al., 2022; Liu et al., 2022; Vorobchuk y Skliarenko, 2022). Algunos ejemplos interesantes en los que el QR se presenta como el elemento central de la creatividad son la campaña de SEAT Ibiza de 2011 (Figura 1), cuya creatividad gira en torno a un código construido por señales de tráfico y grafismos que representan pequeños tramos de carretera, entre otros elementos (Chen, 2011). La portada del número de diciembre de 2020 de *AdNews*, presenta un QR compuesto por elementos gráficos que simbolizan y sintetizan lo ocurrido en el año de la pandemia (Murphy, 2020). La creatividad de la campaña *Feel it For Yourself* se centró en un conjunto de códigos compuestos únicamente por palabras (Ads of the World, s. f.). En estos tres ejemplos, el QR se ha modificado de forma manual y creativa, haciendo que el código resulte altamente atractivo.

Figura 1: Códigos QR en la campaña publicitaria de SEAT



Fuente: Chen (2011)

La motivación del presente trabajo surge a raíz de los problemas encontrados al definir la estrategia creativa para un lanzamiento discográfico en donde se buscaba despertar la curiosidad de los viandantes mediante una composición que crease un vínculo entre la apariencia del QR y el título de la canción a la que daría acceso. La Figura 2 muestra un primer boceto elaborado para desarrollar la idea, que pronto tuvo que ser descartada al ser inviable por cuestiones intrínsecas a la propia tecnología. Esta situación pone de manifiesto la importancia de conocer las limitaciones técnicas que presenta cada medio para poder proponer una estrategia creativa viable.

Figura 2. Boceto de QR descartado por ser técnicamente inviable



Fuente: elaboración propia

La problemática descrita entronca con el objeto de estudio de la estética publicitaria, un campo de teoría y práctica que se ocupa de las cualidades artísticas y sensoriales en la publicidad, según la definición de Dagalp y Södergren (2023), quienes señalan que se trata de un área de investigación digna de mayor atención. Este argumento enlaza con el objetivo principal de este artículo,

que busca recopilar la información existente sobre las posibilidades de manipulación estética del QR y sus implicaciones en el ámbito publicitario. Se trata de conocer cómo podemos configurar un QR de manera que no solo identifiquemos que se trata de un código escaneable, sino que pueda despertar la curiosidad y el interés de los usuarios, introduciendo pistas visuales que inviten a acceder a la información de destino.

A partir de este objetivo general, se concretan cuatro objetivos específicos. En primer lugar, es necesario entender el funcionamiento del QR y los requisitos técnicos que limitan y condicionan las posibilidades de modificar su configuración visual. En segundo lugar, se busca conocer las distintas estrategias posibles para la personalización y el embellecimiento del QR. El tercer objetivo busca conocer hasta qué punto se ha estudiado si existe una relación entre las características estéticas del QR y su eficacia publicitaria. Por último, con un objetivo claramente centrado en la transferencia del conocimiento científico hacia la práctica profesional y la docencia, se pretende establecer unas directrices que permitan afrontar la personalización manual del QR de forma efectiva.

2. Metodología

Para alcanzar los objetivos descritos, este trabajo acude a la revisión de la literatura, un método de investigación que permite recopilar y sintetizar investigaciones previas y que puede ser útil para desarrollar directrices para la práctica (Snyder, 2019), además de proporcionar una visión general de áreas en las que la investigación es dispar e interdisciplinaria (Wong et al., 2013). En el caso del presente trabajo, centrado en la faceta estética de un elemento tecnológico utilizado en campañas de comunicación publicitaria, la información útil para el diseñador o el director creativo se encontrará dispersa en investigaciones pertenecientes al campo de la ingeniería y diversas áreas de las ciencias sociales y las artes. Es por ello que un enfoque semi-sistemático o narrativo se plantea como una opción metodológica apropiada, al ser adecuada para iluminar áreas temáticas heterogéneas (Snyder, 2019; Wong et al., 2013).

Siguiendo los pasos señalados por Snyder (2019), se desarrolla una estrategia para localizar la literatura relevante, comenzando por elegir los términos de búsqueda y las bases de datos a consultar.

2.1. Criterios de selección del corpus

En primer lugar, se realiza una consulta inicial en Web Of Science (WoS), utilizando como término de búsqueda «QR» en el campo de palabras clave y que al mismo tiempo contenga el término «*aesthetic*» en el título. Esta búsqueda arroja tan solo 12 resultados. Analizando la bibliografía citada en los artículos más relevantes, se aprecia el uso de otros términos para referirse a la estética, como «*stylized*», «*artistic*» o la alusión a imágenes embebidas en el propio código. Por tanto, se establece una lista de términos similares, como «diseño», «estilo», «arte», «embellecimiento» o «personalización», incluyendo variantes como «*beauty*» y «*beautification*», de manera que, tanto en español como en inglés, se cubra un amplio espectro de términos relacionados con los aspectos estéticos. Se utilizan operadores booleanos para localizar artículos que puedan presentar indistintamente cualquiera de los términos de búsqueda en el título y se incorporan a la lista términos del ámbito publicitario como «marketing», «publicidad», «anuncio» o «marca», así como «inteligencia artificial» y su acrónimo, previendo la posibilidad de que se esté haciendo uso de inteligencia artificial generativa de imagen para la creación de códigos estilizados.

Se utiliza esta misma estrategia de búsqueda en tres bases de datos: WoS, Scopus y ACM Digital Library (ACM)¹. En esta última se accede al catálogo «The ACM Guide to Computing Literature» por contener un mayor número de referencias e incluir todas las recogidas en «The ACM Full-Text collection». La búsqueda arroja un total de 590 referencias: 217 en WoS, 320 en Scopus y 53 en ACM.

A continuación, se realiza una segunda búsqueda. En este caso se trata de localizar artículos del ámbito publicitario que puedan contener información sobre la estética del QR sin ser este el tema principal de la investigación, por lo que podría no aparecer este término o uno de sus sinónimos en el título. Sería el caso, por ejemplo, de un estudio sobre los factores que afectan a la intención de escaneo que tomase la configuración estética del QR como una de las posibles variables. Así, se buscan referencias en las tres bases de datos que cumplan los siguientes criterios: aparición del término «QR» tanto entre las palabras clave como en el título y que además incluyan términos como «publicidad», «marketing» o «anuncio» también en el título, nuevamente teniendo en cuenta las variantes en inglés y español. El resultado de esta segunda búsqueda proporciona 55 resultados: 20 en WoS, 34 en Scopus y uno en ACM.

Tabla 1. Proceso de búsqueda de la literatura

	WoS	Scopus	ACM
BÚSQUEDA 1: «QR» en palabras clave AND «estética» (o variantes) OR términos relativos a publicidad y marketing OR inteligencia artificial en el título.	217	320	53
BÚSQUEDA 2: «QR» en palabras clave AND «QR» AND términos relativos a publicidad y marketing en el título.	20	34	1

Fuente: elaboración propia

El conjunto de las dos búsquedas suma 645 registros, muchos de ellos previsiblemente repetidos, debido al alto número de revistas de comunicación indexadas tanto en WoS como en Scopus (Codina et al. 2020) o por aparecer en las dos búsquedas realizadas. Con ayuda del gestor bibliográfico Zotero, se eliminan los duplicados, reduciendo la selección a 430 registros.

Entre los resultados de la primera búsqueda se localizan un buen número de estudios del ámbito de la ingeniería en los que aparece el término «diseño» pero no como referencia a la configuración visual del código. Son trabajos dedicados al diseño e implementación de sistemas de logística, almacenaje, o de control de accesos, por ejemplo. Para seleccionar los artículos más relevantes dentro de este grupo, se seleccionan en primer lugar los textos publicados entre 2020 y 2023, ambos incluidos, y se eliminan de entre los artículos publicados en fechas anteriores todos aquellos que no contienen en el título términos directamente relacionados con la estética, el embellecimiento del QR, su personalización o el uso de imágenes embebidas.

1 A modo de ejemplo, se ofrece a continuación la fórmula de búsqueda utilizada en Scopus: "(KEY (qr OR "qr-code" OR "qr code") AND TITLE (design OR aesthetic OR style OR art OR beauty OR beautification OR personalization OR custom OR artistic OR embed OR "AI" OR "artificial intelligence" OR advertising OR advertisement OR brand OR marketing OR publicidad OR anuncio OR marca))"

Entre los resultados de la segunda búsqueda se localizan también numerosos artículos que versan exclusivamente sobre la variante funcional del uso del QR y, por tanto, carecen de interés para el presente estudio, centrado en sus posibilidades estéticas. Es el caso, por ejemplo, de estudios de marketing dedicados al análisis de la aceptación de sistemas de pago mediante códigos QR. Tras este proceso de selección, la muestra queda reducida a 217 artículos que se analizan en mayor profundidad, revisando el título y el resumen para continuar con el proceso de descarte de textos. Se eliminan un buen número de referencias dedicadas al desarrollo de sistemas de seguridad basados en criptografía visual que utilizan imágenes embebidas en un QR o al desarrollo de algoritmos de protección de imagen y seguridad. Finalmente se seleccionan 68 artículos potencialmente relevantes, que requieren un análisis más profundo para evaluar si su contenido puede o no ser relevante para los objetivos del presente estudio. De ellos, 39 pertenecen al ámbito de investigación de la ingeniería y ciencias de la computación y 28 a publicidad y marketing. Por último, cabe destacar el trabajo de Vorobchuk y Skliarenko (2022), quienes abordan el estudio de los códigos desde el ámbito de las artes visuales, analizando cómo la mejora del aspecto estético de los códigos los convierte en un elemento importante de la comunicación visual.

3. Resultados

Los artículos dedicados a estudiar el QR dentro de estrategias de marketing o comunicación publicitaria se centran en las motivaciones y actitudes de los consumidores ante el uso de códigos en distintos medios o en envases, analizando su impacto en la intención de escaneo y/o compra. Pratas y Oliveira (2023) llevan a cabo un estudio bibliométrico y un análisis de contenido destinado a localizar los principales temas de investigación del QR en marketing y su evolución en el tiempo. Las temáticas principales giran en torno a la voluntad de uso y las intenciones de compra mediante el uso de códigos QR en el comercio minorista, la comunicación y las cadenas de suministro colaborativas; los riesgos y los problemas de privacidad con los códigos QR y los programas de fidelización; los pagos móviles con códigos QR; y otros aspectos particulares relacionados con la industria. La cuestión de la estética del QR no es un tema que aparezca referenciado en su estudio.

La ausencia de líneas de investigación centradas en la configuración visual del QR en publicidad y marketing se constata tras revisar en profundidad los 28 textos seleccionados dentro de este ámbito en el presente trabajo. El interés de los investigadores se centra en comprobar si los consumidores escanean los códigos impresos en los envases para acceder a información del producto (Kim and Woo, 2016; Li and Messer, 2019; Tallapragada and Hallman, 2018; Yang et al., 2022); el comportamiento de los consumidores y la eficacia del QR en función del estilo de vida de los clientes (Kang and Choi, 2019) o de su origen (Demir et al., 2015; Meydanoğlu et al., 2018; Meydanoğlu et al., 2015; Santos, 2015); el impacto en la intención de compra y la satisfacción del cliente en función del flujo percibido (Hossain et al., 2018) o su influencia en la elección del consumidor entre surtidos de productos en tiendas virtuales (Hattula et al., 2015); su uso como herramienta de comunicación en el contexto de actividades de marketing corporativo (Aydin et al., 2019), como estrategia en marketing político (Ballesteros-López et al., 2023) o para la mejora de la experiencia gastronómica sostenible (Albuquerque et al., 2020). Se han localizado artículos que evalúan la publicación de anuncios basados en la localización mediante códigos QR (Virulkar and Bhute, 2016), la factibilidad para publicitar productos empresariales (Silva Ordonez et al., 2016) y las posibilidades de su uso en diversos medios de comunicación o áreas de negocio (Berndt-Morris and Chrenka, 2014; Kim and Yu, 2013), así como el desarrollo de aplicaciones de apoyo al marketing digital basa-

das en códigos QR (Park et al., 2012), o sistemas de impresión de etiquetas QR para grandes superficies que permiten a los clientes con discapacidad visual identificar los productos adquiridos (Haraikawa et al., 2013). Los textos más alejados en el tiempo analizan el QR como el último fenómeno en marketing móvil (Patel and Cata, 2013; Sang Ryu and Murdock, 2013) o los factores en general que puedan afectar a su uso (Ozkaya et al., 2015). Todos los estudios enumerados se realizaron en base a códigos QR sin modificación alguna en su configuración visual y apenas se han encontrado referencias que incluyan alusiones a las posibilidades de la manipulación estética del código.

En cuanto a las publicaciones analizadas dentro del grupo de ingeniería y ciencias de la computación, las investigaciones se centran en el desarrollo de algoritmos y programas para la generación de códigos QR estéticos. Se trata de textos muy técnicos, destinados al desarrollo de distintos métodos que permitan generar códigos o modificar su apariencia de forma automatizada. Algunos de los más recientes utilizan métodos basados en inteligencia artificial, como el aprendizaje profundo, para optimizar los procesos (Haisheng et al., 2021; Pena-Pena, et al., 2022; Tsai y Peng, 2023; Yang et al., 2021).

En los últimos años se ha prestado cada vez más atención al embellecimiento de los QR (W.-E. Ho et al., 2022). El número de artículos localizados muestra un interés activo entre la comunidad investigadora, especialmente si se tiene en cuenta que se han dejado fuera del estudio los textos centrados en criptografía visual, donde se desarrollan métodos similares.

Es frecuente encontrar argumentos que aluden a la utilidad potencial de los códigos QR para su aplicación en eventos sociales o propósitos publicitarios, en distintos medios o como elemento integrante del packaging, junto con la observación de que los códigos que se utilizan actualmente en el mercado siguen presentando la apariencia estándar de cuadros blancos y negros (Bao et al., 2017; W.-E. Ho et al., 2022; Y.-H. Ho et al., 2022; Huang et al., 2020; Tsai et al., 2023; Tsai y Peng, 2023).

Ma et al. (2023) señalan que el aspecto binario de estos códigos puede limitar el interés de los consumidores potenciales y que, para resolver esta problemática, se han propuesto muchos esquemas, siendo el embebido de imágenes el acercamiento más prometedor. Inciden en que incluso los esquemas más avanzados presentan todavía posibilidades de mejora, pues en buena parte de los sistemas actuales sigue siendo esencial preservar algunos de los elementos estructurales del QR, como los patrones de detección de posición (ver Figura 3). En su propuesta, desarrollan un esquema que permite generar códigos prescindiendo de estos patrones.

Puesto que el objetivo del presente artículo no es analizar qué algoritmo para la generación de códigos automatizados es más o menos eficiente o robusto ante el escaneo, no se profundizará en esta línea. Sin embargo, los textos revisados aportan información valiosa sobre la problemática asociada con la manipulación visual del código y las posibles estrategias de personalización. Los hallazgos más relevantes del conjunto de las dos búsquedas realizadas se presentarán a continuación, organizados en función de los cuatro objetivos específicos establecidos.

3.1. Estructura y funcionamiento de un QR

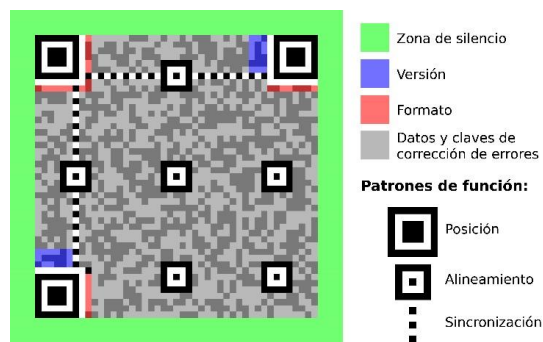
Este epígrafe busca ofrecer una síntesis al diseñador o al director creativo que proporcione la información básica para entender las características y limitaciones de esta tecnología, evitando entrar en cuestiones técnicamente complejas. La página oficial *qrcode.com* (DENSO, s. f.-b), los estándares ISO o el manual formativo de la Asociación de Autores Científico-Técnicos y Aca-

démicos (Luque Ordóñez, 2012), ofrecen información completa sobre las especificaciones técnicas para quien desee ampliar información.

Los códigos de respuesta rápida están compuestos por una matriz de cuadros blancos y negros dispuestos en dos dimensiones (horizontal y vertical), almacenando información en un lenguaje binario donde el blanco equivale a 1 y el negro a 0, representando 1 bit de información (Tsai y Peng, 2023). La distribución de los módulos, aparentemente aleatoria, implica realmente una codificación concreta de letras y números (Pratas y Oliveira, 2023). Existen diferentes modelos y versiones, que podrán contener más o menos información en función de sus características y número de módulos. La versión 1 está compuesta por una matriz de 21x21 módulos. Cada versión incorpora 4 módulos en cada lateral, hasta alcanzar los 177x177 módulos de la versión 40 (Tsai et al., 2023).

Es importante tener en cuenta que no todos los módulos contienen información codificada. Algunas áreas albergan información esencial para su escaneo y decodificación, mientras que otras contienen información redundante y, por lo tanto, prescindible. Esta característica permite que los códigos sigan siendo legibles en caso de rotura o deterioro, algo esencial en un sistema de inventario para la industria manufacturera para la que se idearon (Tsai y Peng, 2023). Gracias a esta característica, se puede modificar parcialmente la apariencia del código sin comprometer su legibilidad (Li et al., 2016). El área que puede resultar dañada varía en función de la versión del QR, pudiendo alcanzar hasta un 30% de los *codewords*, las unidades que construyen el área de datos del QR en grupos de 8 bits de información.

Figura 3. Elementos estructurales de un QR

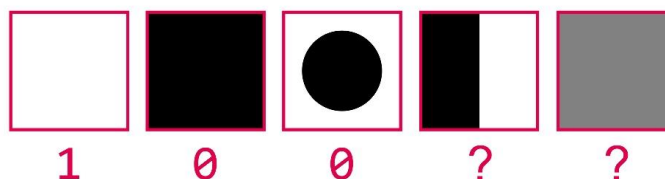


Fuente: elaboración a partir de Bobmath (2013)

La estructura básica del QR se compone de una serie de áreas destinadas a contener información de la versión, el formato y varios patrones de función que permiten, por ejemplo, que el escáner pueda interpretar la orientación del código (Figura 3). Además, está la zona de silencio, un marco que rodea la matriz y que es esencial preservar para evitar problemas en el escaneo (W.-E. Ho et al., 2022; Tsai et al., 2023; Tsai y Peng, 2023). Bao et al. (2017) recomiendan evitar el área de información gráfica de la función y la versión del código QR al insertar un icono en la matriz, así como asegurarse de no ocupar un área por encima del 30% de las regiones de codificación.

Los cambios en la apariencia del QR pueden provocar fallos en el escaneo. Por tanto, constituye un gran reto conseguir que el código siga siendo robusto si se transforma mediante colores y texturas (Su et al., 2021). Es importante tener en cuenta que el código debe ser resistente también a las variaciones de iluminación (Xu et al., 2021). Por ejemplo, en condiciones de baja luminosidad, los módulos blancos pueden parecer grises. Un escáner no será capaz de asignar el valor 0 o 1 a un módulo gris con un 50% de luminosidad. Por otra parte, si el área del módulo no está claramente cubierta por un determinado color, el escáner tampoco podrá determinar qué valor debe asignar (Figura 4).

Figura 4. Representación de la interpretación binaria del módulo durante el proceso de escaneo en función del nivel de contraste y área ocupada



Fuente: elaboración propia

Discernir qué valor asignar a un módulo de datos es una cuestión crítica para determinar la capacidad de descodificación y, al mismo tiempo, es el factor que más ruido genera a la hora de visualizar una imagen mezclada con la matriz. W.-E. Ho et al. (2022) proponen un algoritmo que da más peso a los píxeles que están más cerca de la región central de cada módulo, consiguiendo resultados robustos al escaneo y mejorando así la visibilidad de la imagen insertada en el código.

En medios impresos, la información contenida en el código puede verse deteriorada debido a la calidad del propio proceso de impresión o al tamaño en que se imprime, lo que afectará al proceso de reconocimiento y decodificación (Y.-H. Ho et al., 2022; Xu et al., 2021). En el estudio desarrollado por Y.-H. Ho et al. (2022) imprimen los códigos a un tamaño de 2,1 centímetros y 600 puntos por pulgada, obteniendo resultados satisfactorios.

3.2. Estrategias de personalización y embellecimiento

Vorobchuk y Skliarenko (2022) estudian la evolución del aspecto de la información codificada en códigos de barras y QR. Sitúan a principios del siglo XXI la etapa en la que se comienza a incorporar elementos artísticos que mejoran su aspecto, dando lugar a un lenguaje artístico cuyos elementos estructurales serían la imagen, la estructura y el contexto. La combinación de estos elementos siguiendo los principios asociativo, variable y adaptativo sentaría las bases para la creación de obras de arte armoniosas que atraerán la atención de los consumidores, generando interés por el contenido comunicativo codificado. Algunos de los ejemplos que aportan para ilustrar cómo la mejora del aspecto estético de los códigos puede convertirlos en un elemento importante de la comunicación visual son: convertir un QR básico en un símbolo que recuerde a un paquete regalo, añadiendo un lazo y una etiqueta a la matriz; modelar un QR tridimensional mediante la unión de objetos físicos; un código que se construye mediante las sombras generadas por la luz solar en un determinado momento del día; un código perceptible al observar un conjunto de

estructuras desde un determinado punto de vista; o el código que se hace visible al llenar con un líquido oscuro un vaso en el que se han impreso los módulos blancos, difícilmente apreciables cuando el vaso está vacío.

Xu et al. (2019) recogen cuatro posibles estrategias para afrontar la estilización visual del QR. En primer lugar, los de tipo incrustado, que utilizan la capacidad de corrección de errores de los códigos QR para insertar pequeños iconos en la matriz del código. En segundo lugar, los que modifican la forma y el color de los módulos. Por otra parte, estarían los de tipo manual, en donde la configuración visual del código no se genera automáticamente mediante un algoritmo, sino mediante la elaboración personal por parte de un artista o diseñador. Por último, los de tipo fusión (*blended-type*), que mezclan una imagen grande con la matriz del QR. Los autores consideran que este último es el acercamiento más prometedor y es, de hecho, la línea que siguen los estudios recientes. La Figura 5 muestra ejemplos de códigos generados en la web *qrbtnf.com* mediante sistemas automatizados. De izquierda a derecha: (1) código básico; (2) de tipo incrustado; (3) cambio de color; (4) cambio de forma de los módulos; (5) modificación de color y forma de los módulos; (6) imagen fusionada con la matriz.

Figura 5. Ejemplos de códigos QR generados mediante algoritmos



Fuente: códigos generados a través de la web *qrbtnf.com* Fotografía tomada por Alba Robles

Dentro de los sistemas de personalización basados en algoritmos, Xu et al. (2021) describen, además de la incrustación de iconos y el cambio del color o la forma de los módulos, otro procedimiento basado en el ajuste de los *codewords*, señalando que los resultados obtenidos mediante este método presentan una calidad visual pobre y a menudo inconsistente. El procedimiento genera una configuración de la matriz en la que puede identificarse un elemento gráfico con un aspecto que mantiene la apariencia bicolor y cuadrangular de los módulos. Este mismo resultado podría conseguirse mediante la reasignación de los colores blanco o negro de los puntos de la matriz, pero este método estaría limitado por la tasa de corrección de errores, mientras que el ajuste de los *codewords* presenta imágenes sin errores inherentes. La Figura 6 muestra dos ejemplos generados a través de este método en los que se aprecia la imagen de una campana y de un rostro.

Figura 6. Ejemplo de códigos creados mediante el ajuste de *codewords*



Fuente: ejemplos tomados de Cox (2012)

El cinco de junio de 2023, un desarrollador conocido como «nhciao» publica en la red social Reddit unos códigos QR artísticos creados con ControlNet, una extensión del modelo de inteligencia artificial generativa Stable Diffusion (nhciao, 2023a). Sus creaciones integran los módulos del código en complejas ilustraciones (Figura 7).

Figura 7. Selección de códigos generados con ControlNet



Fuente: captura de pantalla de la publicación de nhciao (2023a) en Reddit

Tres semanas después publica otros ejemplos, algunos de los cuales solo son válidos para ser escaneados mediante la aplicación WeChat, en los que consigue ocultar con éxito los patrones de posicionamiento (nhciao, 2023b). Los resultados son tan atractivos y visualmente complejos que en ocasiones resulta difícil apreciar que se trata de un código QR (ver Figura 8).

Figura 8. Selección de códigos con los patrones de posición ocultos



Fuente: captura de pantalla de la publicación de nhciao (2023b) en Reddit

De manera inmediata, las redes sociales y diversas publicaciones divulgativas en línea comienzan a hacerse eco de la novedad. La publicación de un usuario en la red social LinkedIn (Beliūnas, 2023), mostrando varios ejemplos de los QR generados por nhciao, recibe decenas de miles de reacciones y miles de comentarios en pocos días. Surgen interesantes argumentos respecto a las posibilidades que se abren con esta combinación de arte y tecnología, que algunos consideran puede cambiar el futuro del marketing. Hay quien se pregunta qué utilidad pueden tener estos códigos artísticos e incluso cuestionan la utilidad de los QR en general. Otros expresan la sorpresa que les genera leer estos comentarios y aluden a la ubicuidad de los QR en toda Asia y especialmente en China, señalando cómo los QR artísticos podrían utilizarse como una extensión de la marca, incorporando elementos de la identidad corporativa en los códigos, o integrar el QR en los anuncios de forma creativa e innovadora, en lugar del clásico cuadradito en la zona inferior de la composición. Surge también la cuestión de que el hecho de que algo sea ubicuo no supone que sea útil o beneficioso, y se señala la importancia de validar la efectividad de estos códigos altamente estilizados. Por

último, destacar el comentario que cuestiona el problema que plantean estos códigos artísticos: cómo hacer que las personas se den cuenta de que se trata de códigos escaneables.

El 13 de julio, el citado creador nhciao anuncia en su canal de Discord la primera versión de QRBTFAI, una aplicación para la creación de códigos QR generativos accesible desde la web *qrbtf.com*. En la misma línea, QR Diffusion presenta un modelo en desarrollo cuya versión beta se anuncia también para el mes de julio de 2023 y en cuya web se puede testar la versión pre-alpha (*QR Diffusion*, s. f.) y comenzar a probar esta tecnología a partir de los tutoriales que explican paso a paso el proceso.

3.3. *Estética y eficacia publicitaria*

Los argumentos sobre la importancia de llamar la atención del usuario y despertar la curiosidad del consumidor mediante la configuración estética del QR son frecuentes en los artículos localizados dentro del ámbito de la ingeniería. Sin embargo, no se ha localizado ninguna referencia que aporte datos empíricos sobre la eficacia real de esta variable. En este sentido destaca el trabajo de W.-E. Ho et al. (2022), quienes realizan una encuesta online con 40 participantes para evaluar la percepción del atractivo visual de los códigos generados con su algoritmo. Aunque aluden a la importancia del atractivo visual del anuncio para maximizar el efecto publicitario, su estudio está realmente enfocado a comparar los resultados obtenidos con su sistema frente a otros generadores. Por el número de participantes y el planteamiento del estudio, sus resultados no podrían considerarse representativos de la población en general.

Los estudios de la muestra seleccionada que hacen referencia a cuestiones estéticas no aluden al aspecto del propio QR, sino a las características visuales del anuncio en donde el código se inserta. Covic et al. (2016) plantean como un reto conseguir que los códigos QR llamen la atención de las personas, preguntándose si bastará con mostrar el código sin ninguna información adicional o si será más eficaz si se acompañan de un eslogan, el logotipo de la empresa o ambos, pero no se plantean la incrustación o la fusión de estos elementos dentro de la matriz del QR, sino la composición del anuncio utilizando un código básico junto al logo o el eslogan. Trivedi et al. (2020), señalan que los códigos tradicionales pueden sustituirse por códigos impresos en múltiples colores, o que incluyan nombres de marca o logos, pero no es una variable que tengan en cuenta en su estudio sobre la eficacia de la publicidad impresa basada en el efecto llamada con códigos QR. Kjeldsen et al. (2023) analizan cómo puede afectar la personalización de la información a la que da acceso un QR durante el proceso de compra, como por ejemplo al ofertar precios personalizados de un ítem tecnológico, pero tampoco se plantean cómo puede afectar la personalización de la configuración visual del código. Okazaki et al. (2019) inciden en analizar cómo la curiosidad, la complejidad del diseño visual del anuncio y la percepción de un vínculo entre el QR y la marca publicitada afectan conjuntamente a la intención de los consumidores de escanear los códigos. Las composiciones utilizadas en su estudio experimental utilizan únicamente códigos QR básicos, por lo que factores como la integración de la imagen del producto o la inclusión de elementos de la marca gráfica dentro del propio QR no han sido valorados.

3.4. *Directrices para la personalización manual*

Hasta que se empezaron a desarrollar sistemas automatizados, la mayoría de los códigos estéticos se diseñaban manualmente mediante el trabajo de artistas que modificaban los módulos, cambiando su color o suavizando los bordes o añadiendo elemen-

tos gráficos. El último paso del proceso consistía en confirmar que el resultado podía ser reconocido por los escáneres (Li et al., 2016). Cambiar manualmente la apariencia de los códigos QR es costoso y difícil de conseguir, implica mucha mano de obra y recursos, con el problema añadido de no poder garantizar la descodificación (Xu et al., 2021).

Actualmente existen múltiples aplicaciones en línea que permiten generar un código hasta cierto punto estilizado. Sin embargo, pese a la importante evolución que se ha localizado en la literatura respecto a métodos automatizados, existen casos como los ejemplos indicados en la introducción o buena parte de los descritos en Vorobchuk y Skliarenko (2022), que, si bien podrían llegar a elaborarse mediante sistemas basados en algoritmos, incluida la inteligencia artificial generativa, conllevan un proceso de elaboración más tedioso. Para obtener resultados concretos en línea con una idea creativa específica, puede ser más operativo que el diseñador manipule directamente los módulos de la matriz el código. Pero al hacerlo, debe tener en cuenta las características y limitaciones de esta tecnología. Dando respuesta al cuarto y último objetivo del presente trabajo, se enumeran a continuación unas recomendaciones extraídas a partir de la información localizada tras la revisión de la literatura para el embellecimiento y estilización a partir de un código básico:

1. Prestar atención al número de módulos que contiene el QR de partida al generarlo. Por ejemplo, si el QR enlaza con una web, el número de caracteres que compongan la dirección influirá en el número de bits de información y por tanto en el número de módulos necesario para codificar los datos, por lo que puede ser recomendable utilizar un acortador de urls.
2. En caso de modificar los colores, respetar la equivalencia blanco-negro con la nueva paleta de colores, manteniendo un buen nivel de contraste.
3. Cubrir la mayor parte del área cuadrangular de cada módulo, respetando especialmente su área central.
4. En caso de eliminar u ocultar módulos, no sobrepasar la tasa de corrección de errores, que será como máximo el 30% del área de datos, pero puede ser menor en función de la versión de QR utilizada.
5. Evitar alterar los patrones de función y las áreas destinadas a albergar la información sobre la versión y formato del QR.
6. Respetar la zona de silencio alrededor del QR.
7. Considerar el tamaño al que se mostrará el código, tanto en medios físicos como digitales, teniendo en cuenta a qué distancia se situará el usuario para que pueda proceder al escaneo con comodidad. El tamaño del código dependerá también del número de módulos y de la complejidad visual de la manipulación realizada.
8. En el caso de códigos impresos, utilizar la mejor calidad de impresión posible y evitar materiales que puedan hacer variar la apariencia del color o generar ruido visual, como papeles reflectantes, reciclados o con textura.
9. Tener en cuenta las condiciones lumínicas del entorno en el que se mostrará el código. Por ejemplo, puede ser necesario un nivel de contraste de color más acusado o una impresión a mayor tamaño si el código se muestra en un espacio poco iluminado.
10. Comprobar que el resultado sigue siendo reconocible, escaneándolo con varios dispositivos y en el contexto.

Son muchos los factores que pueden afectar a la legibilidad del código y que están fuera del control del diseñador, como las condiciones lumínicas, la calidad de la cámara del teléfono utilizado por el consumidor, o la posibilidad de que el QR se deteriore por su exposición a condiciones meteorológicas adversas. Por lo tanto, estas recomendaciones generales pretenden servir como

guía básica para la toma de decisiones durante el proceso creativo y no pueden tomarse como garantía de éxito para la creación de un QR robusto al escaneo.

4. Conclusiones

El presente trabajo surge a partir de un caso real en el que la estrategia creativa planteada resultaba inviable, por ser incompatible con las características y funcionamiento de los códigos de respuesta rápida. Mediante la revisión de la literatura, se desarrolla un estudio exploratorio que ha permitido dar respuesta a varios de los objetivos específicos establecidos, descubrir carencias y reconocer oportunidades para nuevas líneas de investigación.

Respecto al primero de los objetivos, se ha recopilado la información técnica necesaria para entender la estructura de un QR y los condicionantes que limitan su manipulación estética.

En cuanto al segundo objetivo, se han localizado dos vías principales para personalizar la configuración visual de un QR: la algorítmica y la manual. Dentro de la primera se han desarrollado diversos sistemas a lo largo del tiempo, tratando de conseguir un mayor atractivo y libertad estética, manteniendo al mismo tiempo resultados robustos al escaneo. Los recientes desarrollos que utilizan inteligencia artificial generativa permiten conseguir resultados extremadamente estilizados en los que los elementos característicos del QR llegan incluso a resultar difícilmente perceptibles para el ojo humano, no así para el escáner. Esta vía puede abrir grandes oportunidades en el ámbito publicitario, pero al mismo tiempo genera dudas sobre su utilidad y eficacia real en este campo. Cuestiones como determinar qué elementos visuales son clave para que los usuarios y consumidores entiendan que una determinada composición puede ser o no escaneada resultan fundamentales para definir estrategias creativas basadas en códigos QR artísticos.

En relación con el tercer objetivo, no se ha podido determinar si existe una relación entre las características estéticas del QR y su eficacia publicitaria, debido a la ausencia de estudios empíricos representativos en la literatura consultada. Una de las aportaciones del presente trabajo reside en poner de manifiesto las oportunidades de investigación que se revelan ante la carencia detectada. Es necesario proporcionar un respaldo empírico a los investigadores del campo de la ingeniería que trabajan por conseguir mejores algoritmos aludiendo a la potencial eficacia de los códigos embellecidos como reclamo publicitario.

Finalmente, como respuesta al cuarto objetivo, se recoge un conjunto de recomendaciones que ayudarán a afrontar la personalización manual del QR a diseñadores y creativos cuando no sea posible u operativo alcanzar la configuración estética deseada mediante sistemas automatizados, permitiendo desarrollar una estrategia lo más eficaz posible dentro de las variables que está en su mano controlar.

Pese a haber realizado una revisión metódica de la literatura, el hecho de haber consultado tres bases de datos de referencia contrastada no deja de suponer una limitación, pues quedan fuera del análisis textos publicados en otras muchas bases de datos de literatura científica y todo aquello que pueda aportar la llamada literatura gris, las referencias que aportan datos relevantes pero que quedan fuera de los canales convencionales de distribución científica. Por otra parte, la escasez de contenidos sobre la generación de códigos artísticos mediante modelos de inteligencia artificial generativa hallados en la literatura científica pone de manifiesto la importancia de ampliar el origen de las fuentes cuando se trata de buscar oportunidades de investigación.

5. Agradecimientos

Este artículo ha sido traducido al inglés por Charles E. Arthur a quien agradecemos su trabajo.

Este trabajo ha sido financiado en parte por la Universidad de Diseño, Innovación y Tecnología (UDIT) en el marco de las becas INC-UDIT-2024-JCR17.

6. Contribuciones específicas de cada autor/a

	Nombre y apellidos
Concepción y diseño del trabajo	Raquel Ávila-Muñoz
Metodología	Raquel Ávila-Muñoz
Recogida y análisis de datos	Raquel Ávila-Muñoz
Discusión y conclusiones	Raquel Ávila-Muñoz, Gema Bonales-Daimiel y Fernando Suárez-Carballo
Redacción, formato, revisión y aprobación de versiones	Raquel Ávila-Muñoz, Gema Bonales-Daimiel y Fernando Suárez-Carballo

7. Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

8. Referencias bibliográficas

Ads of the World. (s. f.). *Feel It For Yourself*. Ads of the World™ | Part of The Clio Network. Recuperado 3 de julio de 2023, de <https://tinyurl.com/bdfmfh6r>

Albuquerque, D. D., Shukla, V. K., Verma, A., Tyagi, S. K., y Sharma, P. (2020). Enhancing sustainable customer dining experience through QR code and geo-fencing. *Proceedings of International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management, ICCAKM 2020*, 190-196. <https://doi.org/10.1109/ICCAKM46823.2020.9051470>

Alfi. (2022, marzo 8). *Role of QR codes in advertising 2022*. Satista. <http://tinyurl.com/59hpc56z>

Ávila Muñoz, R., y Bonales Daimiel, G. (2023). Códigos QR personalizados y creación de marca: Un estudio etnográfico pospandemia. *[RMD] Revista Multidisciplinar*, 5(2), 229-244. <https://doi.org/10.23882/rmd.23177>

Aydin, A. F., Çakir, T., y Salar, M. (2019). QR code as a corporate marketing tool. En *New Approaches in Media and Communication* (pp. 379-396). Peter Lang AG.

- Ballesteros-López, L., Mejía-Vayas, C., Armas-Arias, S., y Castro-Altamirano, C.-S. (2023). QR Codes as a Strategy in Political Marketing 2.0. En M. V. García & C. Gordón-Gallegos (Eds.), *Lecture Notes in Networks and Systems: Vol. 678 LNNS* (pp. 3-13). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30592-4_1
- Bao, J., Tao, J., Wen, C., y Zhang, J. (2017). Design and Implementation of an APP-Based Intelligent Service System. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 296, 125-133. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-785-6-125>
- Beliūnas, L. (2023, junio). *Goodbye to boring old QR codes*. [Publicación]. LinkedIn. <https://tinyurl.com/2p9nwt6f>
- Berndt-Morris, E., y Chrenka, K. (2014). The plan behind the scan: Using QR codes as a service and marketing tool. *Library Hi Tech News*, 31(10), 17-19. <https://doi.org/10.1108/LHTN-08-2014-0065>
- Bobmath. (2013). *Example QR code, highlighting functional elements*. <https://tinyurl.com/2zdv8esc>
- Chen, L. (2011). *The Seat QR Code Ads Personify the BlackBerry Barcode*. TrendHunter - Clever Brand Melding Ads. <https://tinyurl.com/mphjke4y>
- Codina, L., Morales-Vargas, A., Rodríguez-Martínez, R., y Pérez-Montoro, M. (2020). Uso de Scopus y Web of Science para investigar y evaluar en comunicación social: Análisis comparativo y caracterización. *index.comunicación*, 10(3), 235-261. <https://doi.org/10.33732/ixc/10/03Usodes>
- Covic, Z., Viktor, U., Simon, J., Dobrilovic, D., y Stojanov, Z. (2016). Usage of QR Codes in Web Based System for the Electronic Market Research. En A. Szakal (Ed.), *2016 IEEE 14th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)* (pp. 187-192). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SISY.2016.7601494>
- Cox, R. (2012, abril 12). *QArt Codes*. research!rsc: <https://tinyurl.com/yfz24ap5>
- Dagalp, I., y Södergren, J. (2023). On Ads as Aesthetic Objects: A Thematic Review of Aesthetics in Advertising Research. *Journal of Advertising*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/00913367.2023.2183286>
- Demir, S., Kaynak, R., y Demir, K. A. (2015). Usage level and future intent of use of quick response (QR) codes for mobile marketing among college students in Turkey. En C. Zehir y E. Ozdemir (Eds.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Leadership, TecYology and Innovation Management* (Vol. 181, pp. 405-413). <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.903>
- Denso. (s. f.-a). *QR Code development story TecYologies DENSO WAVE*. QR Code development story, TecYologies, DENSO WAVE. Recuperado 9 de abril de 2023, de <https://tinyurl.com/2hvwđŪa>
- Denso. (s. f.-b). *QRcode.com DENSO WAVE*. Recuperado 6 de julio de 2023, de <https://tinyurl.com/mt423wy8>
- eMarketer. (2020, septiembre 9). *Mobile QR scanner usage in the U.S. 2025*. Statista. <http://tinyurl.com/yvwjuw8>
- Fine, M., y Clark, M. (2015). Here to stay or a thing of the past? A study into the perception of quick response codes. *Journal of Digital and Social Media Marketing*, 3(2), 189-199.
- Haisheng, L., Huafeng, H., y Fan, X. (2021). QR Code Style Transfer Method Based on Conditional Instance Regularization. En G. Bebis, V. Athitsos, T. Yan, M. Lau, F. Li, C. Shi, X. Yuan, C. Mousas, y G. Bruder (Eds.), *Advances in Visual Computing* (Vol. 13017, pp. 15-26). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90439-5_2

- Haraikawa, T., Mizuno, S., Nishi, H., y Shiomi, A. (2013). QR-Label printing system for superstores enabling visually impaired customers to identify purchased products. En *2013 IEEE 2nd Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2013* (pp. 402-406). <https://doi.org/10.1109/GCCE.2013.6664871>
- Hattula, S., Walter, D., y Bornemann, T. (2015). Consumer choice among product assortments in virtual QR code stores. En *2015 International Conference on Information Systems: Exploring the Information Frontier, ICIS 2015*.
- Ho, W.-E., Ong, L.-Y., y Leow, M.-C. (2022). Blended QR Code for Digital Advertising. *2022 IEEE International Conference on Artificial Intelligence in Engineering and Technology (IICAIET)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/IICAIET55139.2022.9936832>
- Ho, Y.-H., Chou, T.-R., Lu, C.-S., y Wang, H.-C. (2022). Printed Aesthetic Quick Response Codes. *Sensors and Materials*, 34(5), 1917-1926. <https://doi.org/10.18494/SAM3491>
- Hossain, M. S., Zhou, X., y Rahman, M. F. (2018). Examining the impact of QR codes on purchase intention and customer satisfaction on the basis of perceived flow. *International Journal of Engineering Business Management*, 10, 1-11. <https://doi.org/10.1177/1847979018812323>
- Huang, H.-S., Lee, W.-P. H., Lu, C.-S., Chou, T.-R., y Wang, H.-C. (2020). Exploring the integrated application of aesthetic QR code in video. En *Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Knowledge Innovation and Invention 2020, ICKII 2020*, 152-155. <https://doi.org/10.1109/ICKII50300.2020.9318853>
- Kang, S., y Choi, H. (2019). Motive and attitude to use QR code as an advertising and publicity media: An empirical study. *Journal of System and Management Sciences*, 9(4), 111-126.
- Kim, J., y Yu, E. A. (2013). Exploring the effect of personal traits on advertising combining TV and the QR code. *International Journal of Mobile Communications*, 11(3), 262-278. <https://doi.org/10.1504/IJMC.2013.055336>
- Kim, Y. G., y Woo, E. (2016). Consumer acceptance of a quick response (QR) code for the food traceability system: Application of an extended technology acceptance model (TAM). *Food Research International*, 85, 266-272. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.05.002>
- Kjeldsen, K., Nodeland, M., Fagerstrøm, A., y Pawar, S. (2023). The Relative Impact of QR Codes on Omnichannel Customer Experience and Purchase Intention. *Procedia Computer Science.*, 219, 1049-1056. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.383>
- Li, L., Qiu, J., Lu, J., y Chang, C.-C. (2016). An aesthetic QR code solution based on error correction mechanism. *Journal of Systems and Software*, 116, 85-94. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.07.009>
- Li, T., y Messer, K. D. (2019). To scan or not to scan: The question of consumer behavior and QR codes on food packages. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 44(2), 311-327.
- Liu, X., Zhang, Z., y Ou, B. (2022). Quick Response Code Beautification Based on Mask Pattern Optimization. *2022 IEEE 24th International Workshop on Multimedia Signal Processing, MMSP 2022*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/MMSP55362.2022.9949537>
- Luque Ordóñez, J. (2012). Códigos QR. *Manual formativo de ACTA*, 63, 9-28. <https://tinyurl.com/2s3prpnk>
- Ma, Z., Yang, X., Fang, H., Zhang, W., y Yu, N. (2023). OAcodes: Overall Aesthetic 2D Barcode on Screen. *IEEE Transactions on Multimedia*, 1-12. <https://doi.org/10.1109/TMM.2023.3239755>

- McCurry, J. (2020, diciembre 11). «I'm pleased it is being used for people's safety»: QR code inventor relishes its role in tackling Covid. *The Guardian*. <https://tinyurl.com/yva97mwp>
- Meydanoğlu, E. S. B., Çilingirtürk, A. M., Böhm, S., y Klein, M. (2018). QR code advertising: A cross-country comparison of Turkish and German consumers. En *International Journal of Internet Marketing and Advertising*, 12(1), 40-68. <https://doi.org/10.1504/IJIMA.2018.089201>
- Meydanoğlu, E. S. B., Klein, M., y Çilingirtürk, A. M. (2015). Impacts of QR codes on buying decision process of Turkish consumers. *International Journal of TecYology Marketing*, 10(3), 287-311. <https://doi.org/10.1504/IJTMKT.2015.070643>
- Murphy, P. (2020, diciembre 3). *Behind the Cover: BMF Australia champions the QR code's comeback* - *AdNews*. <https://tinyurl.com/2c6btpvp>
- nhciao. (2023a, junio 5). *ControlNet for QR Code* [Reddit Post]. r/StableDiffusion. <https://tinyurl.com/4cfab7yv>
- nhciao. (2023b, junio 26). *Successfully hide the positioning point of the QR code! More effects come out* [Reddit Post]. r/StableDiffusion. <https://tinyurl.com/3cs4u82j>
- Okazaki, S., Navarro, A., Mukherji, P., y Plangger, K. (2019). The curious versus the overwhelmed: Factors influencing QR codes scan intention. *Journal of Business Research*, 99, 498-506. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.09.034>
- Ozkaya, E., Ozkaya, H. E., Roxas, J., Bryant, F., y Whitson, D. (2015). Factors affecting consumer usage of QR codes. *Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice*, 16(3), 209-224. <https://doi.org/10.1057/ddmp.2015.18>
- Park, J.-E., Park, J., y Lee, M.-J. (2012). LiQR: A QR code-based smart phone application supporting digital marketing. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 203 LNEE, 929-941. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5699-1_94
- Patel, P., y Cata, T. (2013). QR Code: A New Wave for Mobile Marketing. En K. Soliman (Ed.), *VISION 2020: Innovation Development Sustainability, and Economic Growth* (Vols. 1-3, pp. 483-488). Vienna Univ TecYol; Int Business Informat Management Assoc.
- Pena-Pena, K., Lau, D. L., y Arce, G. R. (2022). Colored-QRNet: Fast QR Code Color Image Embedding. *2022 30th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, 583-587. <https://doi.org/10.23919/EUSIPCO55093.2022.9909599>
- Pratas, J., y Oliveira, Z. (2023). QR Codes Research in Marketing: A Bibliometric and Content Analysis. *Smart Innovation, Systems and TecYologies*, 337 SIST, 275-287. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9099-1_19
- QR Diffusion*. (s. f.). Recuperado 8 de julio de 2023, de <https://tinyurl.com/2p923md3>
- Sang Ryu, J., y Murdock, K. (2013). Consumer acceptance of mobile marketing communications using the QR code. En *Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice*, 15(2), 111-124. <https://doi.org/10.1057/ddmp.2013.53>
- Santos, J. F. (2015). QR Code adoption and mobile marketing practices in Portugal: An empirical study. *International Journal of Marketing and New Media*, 3(5), 5-23.
- Silva Ordonez, F., Medina Chicaiza, P., y Sarzosa Rivera, S. (2016). Estudio de factibilidad para publicitar productos empresariales con códigos QR. *3C TECNOLOGIA*, 5(3), 1-19. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.1-19>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

- Su, H., Niu, J., Liu, X., Li, Q., Wan, J., y Xu, M. (2021). Q-Art Code: Generating Scanning-robust Art-style QR Codes by Deformable Convolution. En *Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia*, 722-730. <https://doi.org/10.1145/3474085.3475239>
- Tallapragada, M., y Hallman, W. K. (2018). Implementing the National Bioengineered Food Disclosure Standard: Will consumers use QR codes to check for Genetically Modified (GM) Ingredients in food products? *AgBioForum*, 21(1), 44-60.
- Trivedi, R., Teichert, T., y Hardeck, D. (2020). Effectiveness of pull-based print advertising with QR codes: Role of consumer involvement and advertisement appeal. *European Journal of Marketing*, 54(1), 145-167. <https://doi.org/10.1108/EJM-06-2018-0383>
- Tsai, M.-J., y Peng, S.-L. (2023). QR code beautification by instance segmentation (IS-QR). *Digital Signal Processing*, 133, 103887. <https://doi.org/10.1016/j.dsp.2022.103887>
- Tsai, M.-J., Wu, H.-Y., y Lin, D.-T. (2023). Auto ROI & mask R-CNN model for QR code beautification (ARM-QR). *Multimedia Systems*, 29(3), 1245-1276. <https://doi.org/10.1007/s00530-022-01046-x>
- Virulkar, P., y Bhute, A. (2016). Location based advertisement publishing by using Wi-Fi and QR codes. *Proceedings of the 2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things, ICGCIoT 2015*, 1316-1321. <https://doi.org/10.1109/ICGCIoT.2015.7380670>
- Vorobchuk, M., y Skliarenko, N. (2022). Artistic language of coded information: The principles of visual communication signals design. *New Design Ideas*, 6(1), 40-50. <https://tinyurl.com/fjj59zc3>
- Wong, G., Greenhalgh, T., Westhorp, G., Buckingham, J., y Pawson, R. (2013). RAMESES publication standards: Meta-narrative reviews. *BMC Medicine*, 11(1), 20. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-20>
- Xu, M., Li, Q., Niu, J., Su, H., Liu, X., Xu, W., Lv, P., Zhou, B., y Yang, Y. (2021). ART-UP: A Novel Method for Generating Scanning-Robust Aesthetic QR Codes. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, 17(1), 1-23. <https://doi.org/10.1145/3418214>
- Xu, M., Su, H., Li, Y., Li, X., Liao, J., Niu, J., Lv, P., y Zhou, B. (2019). Stylized Aesthetic QR Code. *IEEE Transactions on Multimedia*, 21(8), 1960-1970. <https://doi.org/10.1109/TMM.2019.2891420>
- Yang, S.-H., Phan, H. T. T., Hsieh, C.-M., y Li, T.-N. (2022). What Intentions and Interesting Information Can Attract Consumers to Scan QR Code While Buying Eggs? *FOODS*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/foods11091259>
- Yang, Y., Gao, Z., y Zhai, G. (2021). LRS-Net: Invisible QR Code embedding, detection, and restoration. En *2021 International Conference on Visual Communications and Image Processing (VCIP)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/VCIP53242.2021.9675327>