



*Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.*



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

## **Análisis y modelado de la calidad percibida en videojuegos mediante redes neuronales**

*Eduardo Aurelio Lozano Ruiz1*

*Oscar Montaña Arango\**

*José Ramón Corona Armenta\**

### **Resumen**

Esta investigación aborda el sector de los videojuegos desde la percepción de los jugadores, con el objetivo de desarrollar una herramienta que interprete su opinión particular, y que permita la toma de decisiones durante el desarrollo de un videojuego, para mejorar su calidad y competitividad.

La metodología desarrollada sigue cinco etapas. La primera se enfoca en el modelo conceptual de la investigación; la segunda aborda el diseño del instrumento de medición; la tercera utiliza redes neuronales para crear un modelo que interpreta al instrumento y proporciona información descriptiva o predictiva de la calidad percibida y el impacto de sus factores; la cuarta describe el uso y metodología necesaria para implementar la herramienta y la última etapa muestra las conclusiones.

Se encontró que la metodología representa una herramienta viable, que puede medir la calidad percibida utilizando redes neuronales, cambiando el paradigma que existe entre datos objetivos y subjetivos.

**Palabras clave:** Videojuegos, calidad, competitividad, redes neuronales, herramientas de medición.

### **Abstract**

This research explores the videogame industry from the player's perspective with the purpose of making a management tool that can provide information about their personal opinion and enable a well-informed action through the development of a videogame to improve the quality and competitiveness of it.

The methodology used consist of five stages, the first one develops the conceptualization of the research, the second one is about the design of the tool, the next one uses neural networks to develop a model capable of provide descriptive or predictive information about the perceived quality and their factors, the fourth stage describe the use and methodology to implement this model, and the last stage summarized the research.

At the end of the research it was stablished that the methodology could represent a viable tool to measure the perceived quality with the use of neural networks, changing existing paradigm between qualitative and quantitative data.

**Keywords:** Videogames, quality, competitiveness, neural networks, management tools.

---

1 Ciudad del Conocimiento-Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

## **Introducción**

En general, se puede decir que la industria de los videojuegos empezó en los años 70 y que a lo largo de casi 50 años se ha convertido en el mercado de entretenimiento más grande a nivel mundial, generando \$ 137.9 mil millones de dólares en 2018 y con un crecimiento anual de 13.3 % (Newzoo, 2018).

La industria de los videojuegos ha pasado por períodos de crisis; como la de principios de los 80's, donde el mercado se sobreesaturó y la gran mayoría de compañías que se dedicaban a este sector se declararon en banca rota, hasta periodos de crecimiento explosivo, como a principios del año 2000; donde las ganancias del mercado de los videojuegos empezaron a tomar cifras que competían con cualquier medio de entretenimiento como el cine, la música o tv.

Este crecimiento tan acelerado ha creado que la industria de los videojuegos se diferencie de los otros tipos de industrias del entretenimiento, debido a la gran cantidad de factores y al ritmo en que estos influyen en los videojuegos, por ejemplo, el desarrollo de gráficos por computadoras, la implementación de las telecomunicaciones y el nivel de interactividad e inmersión que se pueden lograr con tecnologías de realidad aumentada o realidad virtual. Lo anterior eventualmente lleva a la conclusión de que como sector industrial los videojuegos son únicos y que, a pesar de ser comparable con otros sectores industriales, las diferencias que existen entre ellos son bastante significativas.

Durante estos casi 50 años, la mayoría de empresas ha intentado adaptar modelos de negocios y administración de otras industrias en el sector de los videojuegos, al principio se les trató como juguetes, después como equipos de cómputos y en años recientes como servicios de entretenimiento, similares a la televisión por cable o streaming de video y música, lo que hace evidente que durante todo el tiempo que ha existido la industria de los videojuegos, en ningún momento se han desarrollado técnicas o modelos de negocios y administración exclusivos de este mercado, sino que siempre se han adaptado de otros con resultados variables, en algunos casos de éxito y otros de fracaso.

El planteamiento anterior muestra que existe un área de oportunidad dentro de esta industria, para el desarrollo e investigación de modelos, herramientas o técnicas de análisis, especialmente diseñadas para cumplir con las necesidades y exigencias del sector.

## **Calidad y su relación con la competitividad**

Para poder abordar lo que la calidad significa en el mundo de los videojuegos, es necesario explorar los conceptos clásicos de la misma, así como sus dimensiones, y como puede esta llevar a la competitividad un producto, servicio o empresa.

Retomando algunas de las definiciones clásicas de calidad, podemos darnos cuenta que existen ideas recurrentes como, el grado o índice de cumplimiento de requisitos, la relación de valor y precio, el índice de cumplimiento en las expectativas del consumidor o cliente, etc.

De entre estas definiciones, hay dos en particular que sirven como eje para el mercado de los videojuegos y del entretenimiento en general, la primera proporcionada por el físico, ingeniero y estadístico estadounidense Shewhart (1931), la calidad se define como el resultado de la interacción de dos dimensiones: una dimensión subjetiva y una dimensión objetiva.

Dentro de la dimensión subjetiva se encuentra todas las expectativas y deseos del cliente, mientras que en la dimensión objetiva encontramos lo que la empresa o proveedor puede ofrecer, la interacción entre estas dos dimensiones implica la existencia de un balance muy fino, que sea capaz de satisfacer las expectativas y deseos del cliente, mientras que al mismo tiempo, el proveedor crea un sistema productivo, capaz de satisfacer esas demandas, creando ofertas de valor que económicamente satisfagan a ambas partes.

La segunda definición de calidad, sirve como eje fundamental para entender y trasladar el concepto al sector de los videojuegos, la encontramos en el modelo de las 8 dimensiones de la calidad propuesto por Garvin (1987). En este modelo, se define a la calidad como la valoración del cliente en la prestación de un producto o servicio, de acuerdo al nivel de satisfacción del cliente en cada una de las dimensiones de la calidad (desempeño, características, conformidad, confiabilidad, durabilidad, atención, estética, calidad percibida), así como las interacciones de las mismas.

Es común ver que la octava dimensión, la calidad percibida; es definida como la apreciación, opinión o percepción general del cliente respecto al producto, lo que implica que la calidad percibida es una medida subjetiva de la interacción de las otras 7 dimensiones, es decir, si la calidad percibida es buena, la interacción de las dimensiones y las dimensiones por sí mismas cumplen con la satisfacción y expectativas del cliente.

En lo que respecta a la competitividad, podemos seguir las líneas generales propuestas por Michel Porter, donde establece que para ser competitivo y lograr la excelencia, se debe agregar valor y

unicidad al servicio o producto ofertado (Magretta, 2016). Lo que significa que la calidad forma parte inherente de la competitividad y viceversa, que la calidad te va a llevar a la competitividad.

### **Calidad en los videojuegos**

Cuando llevamos los conceptos de calidad al sector de los videojuegos, inmediatamente vemos que las definiciones clásicas representan un desafío, porque la mayoría están enfocadas en productos físicos o prestaciones de servicios, y no en productos digitales que comparten características con la prestación de servicios. Pero como ya se mencionó anteriormente, existen dos definiciones lo suficientemente flexibles para trasladar la calidad hacia este mercado.

Cuando hablamos de videojuegos la calidad se puede interpretar como la calidad percibida de Garvin (1987), es decir, que la opinión general del usuario o consumidor es un reflejo de la calidad del producto, y que esta opinión está dada por una serie de elementos y relaciones subjetivas que reflejan las expectativas del consumidor, como sugiere Shewhart (1931).

Estos elementos y relaciones subjetivos son únicas para cada sector industrial, en este caso, los video jugadores poseen una serie de expectativas únicas en diferentes ámbitos al adquirir un videojuego, estas pueden ser muy variadas, como el nivel de reto, la fidelidad visual o el nivel de realismo gráfico, la estética de la dirección artística, musical y cinematográfica, e incluso, casos muy concretos como el nivel de respuesta del juego respecto a las instrucciones que el usuario da o el servicio post venta que puede ofrecer el videojuego, entre muchas otras.

Para poder estudiar la calidad en este sector, se hace imperativo poder definir y listar una serie finita de estas dimensiones, para que en un modelo muy similar al de Garvin (1987), se establezcan las dimensiones de la calidad para videojuegos. Esta que en principio parece trivial, se complica al enfrentarse con el hecho de que los trabajos que tratan estos temas son muy escasos, y que cada video jugador tiene expectativas diferentes para cada videojuego que adquiere y que estas difieren de juego en juego.

Para resolver este problema, se analizaron los pocos trabajos que existen sobre el tema y medios de comunicación especializados en videojuegos y las reseñas u opiniones que publican de manera periódica sobre los mismos, con el propósito de encontrar los factores o aspectos comunes que se valoran en cualquier videojuego, lo anterior permitió la creación de una lista de dimensiones bien definidas, que impactan de manera directa la percepción de un videojuego por parte del consumidor.

Las dimensiones de la calidad para videojuegos se clasifican en tres ejes principales:

1. **Jugabilidad (gameplay):** es el conjunto de características mecánicas o cognitivas que describen la experiencia del jugador ante un sistema de juego determinado, cuyo principal objetivo es divertir y entretener “de forma satisfactoria y creíble” ya sea solo o en compañía. (González Sánchez, 2010)
2. **Estética:** es el conjunto de características subjetivas referentes a la apreciación y el entendimiento de un videojuego como un medio de expresión artístico. (González Sánchez, 2010)
3. **Diseño y desarrollo orientado al usuario:** representa el nivel de atención de parte de los desarrolladores de un videojuego, para crear características que faciliten el uso y comprensión de todas las mecánicas utilizadas por el videojuego, así como el trabajo realizado para mantener al videojuego en un estado libre de errores o problemas técnicos que afectan de manera negativa la experiencia del usuario.

Cada una de estas dimensiones posee atributos, los cuales se describen de manera detallada a continuación.

#### 1. **Jugabilidad (gameplay)**

1. **Responsividad.** Es la capacidad de respuesta del videojuego antes los comandos del usuario.
2. **Inmersión.** Es la capacidad de involucrarse y creer en el mundo que plantea el videojuego, está directamente relacionado al nivel de concentración de usuario durante las sesiones de juego.
3. **Sistemas de progresión.** Son mecánicas jugables, espacialmente diseñadas para servir como estímulos positivos al jugador y motivar la inversión de tiempo y esfuerzo hacia el videojuego.
4. **Diversión.** Es el grado con el que el videojuego logra hacer que el tiempo invertido en él sea agradable.
5. **Curva de aprendizaje.** Representa el nivel de aprendizaje del jugador contra las mecánicas únicas y particulares del videojuego.
6. **Horas de contenido estimado.** Es la cantidad potencial de contenido jugable dentro del juego.

7. **Dificultad.** Son las situaciones, circunstancias u obstáculos que al resolverse o superarse generan un sentimiento de logro en el jugador.
8. **Variación en contenido.** Representa la serie de características extra como: objetos coleccionables, objetos desbloqueables, modos de juego, retos, marcadores, etc., que enriquecen al videojuego.
9. **Consistencia.** Es el grado de coherencia entre la expectativa y la realidad del jugador respecto a un videojuego.

## 2. Estética

1. **Narrativa.** Son todos los aspectos relacionados a la historia, arco argumental y universo que expone el videojuego.
2. **Música.** Es todo lo relacionado a la musicalización del videojuego, como: la banda sonora o temas musicales únicos interpretados por artistas reconocidos.
3. **Arte gráfico.** Es todo lo relacionado a la identificación visual del videojuego, desde un estilo de dibujo particular, hasta las paletas de colores utilizadas y los tipos de fuentes graficas empleados en las letras.
4. **Aspecto cinematográfico.** Es el nivel de dinamismo, animación y ambientación en las tomas o imágenes que expone el videojuego, para contar su historia y presentarse ante el jugador.
5. **Identidad.** Son todas las cualidades visuales y musicales que le dan al videojuego una identidad propia y única respecto a otros videojuegos.

## 3. Diseño y desarrollo orientado al usuario

1. **Experiencia libre de errores de programación o problemas técnicos.** Representa el uso del videojuego de manera óptima para el usuario.
2. **Diseño de la interfaz de usuario (HUD).** Es creación de marcadores, leyendas o menús dentro del videojuego, para proporcionar la información necesaria al jugador de manera oportuna e intuitiva.
3. **Diseño de menús.** Representa la facilidad de navegación y uso de todos los menús, listas, e inventarios que maneje el videojuego.

4. **Opciones de personalización de la experiencia de juego.** Representa la cantidad de opciones que tiene disponible el usuario, para cambiar ciertos aspectos del videojuego a su agrado personal.

Estas dimensiones y sus respectivos atributos son el producto del análisis de los diferentes aspectos que valora la prensa especializada y de trabajos similares, particularmente la investigación de González Sánchez (2010) de la Universidad de Granada, que caracteriza la experiencia de juego de los video jugadores.

### **Medición de las dimensiones de la calidad en videojuego**

Para poder medir las dimensiones se tomaron dos técnicas como base, la primera llamada cuestionario de experiencia de usuario o GEQ por sus siglas en inglés, la cual consiste en un cuestionario enfocado a describir la experiencia previa, durante, después y social de una persona que participa en cualquier tipo de juego, ya sea tradicional o digital.

La técnica consiste en crear una serie de preguntas o ítems relacionados a los aspectos que se desean medir, en este caso, los ítems están dirigidos y formulados de tal forma que se dé información de los atributos mediables de las dimensiones de la calidad en los videojuegos.

Y la segunda, es la denominada escala de Likert, la cual consiste en una escala psicométrica que puede medirse de manera rápida y con un buen nivel de confiabilidad, así mismo la escala de Likert, nos permite conocer una valoración subjetiva con carácter cualitativo que refleja el nivel de acuerdo o desacuerdo de parte del usuario o consumidor respecto a un tema, producto, servicio o a una declaración dada.

Combinando ambas técnicas se puede construir un instrumento de medición en forma de cuestionario, que a base de declaraciones acerca de los atributos y las dimensiones de la calidad en los videojuegos, permite obtener una imagen clara de cuál es la percepción de la calidad de un videojuego en particular para un consumidor.

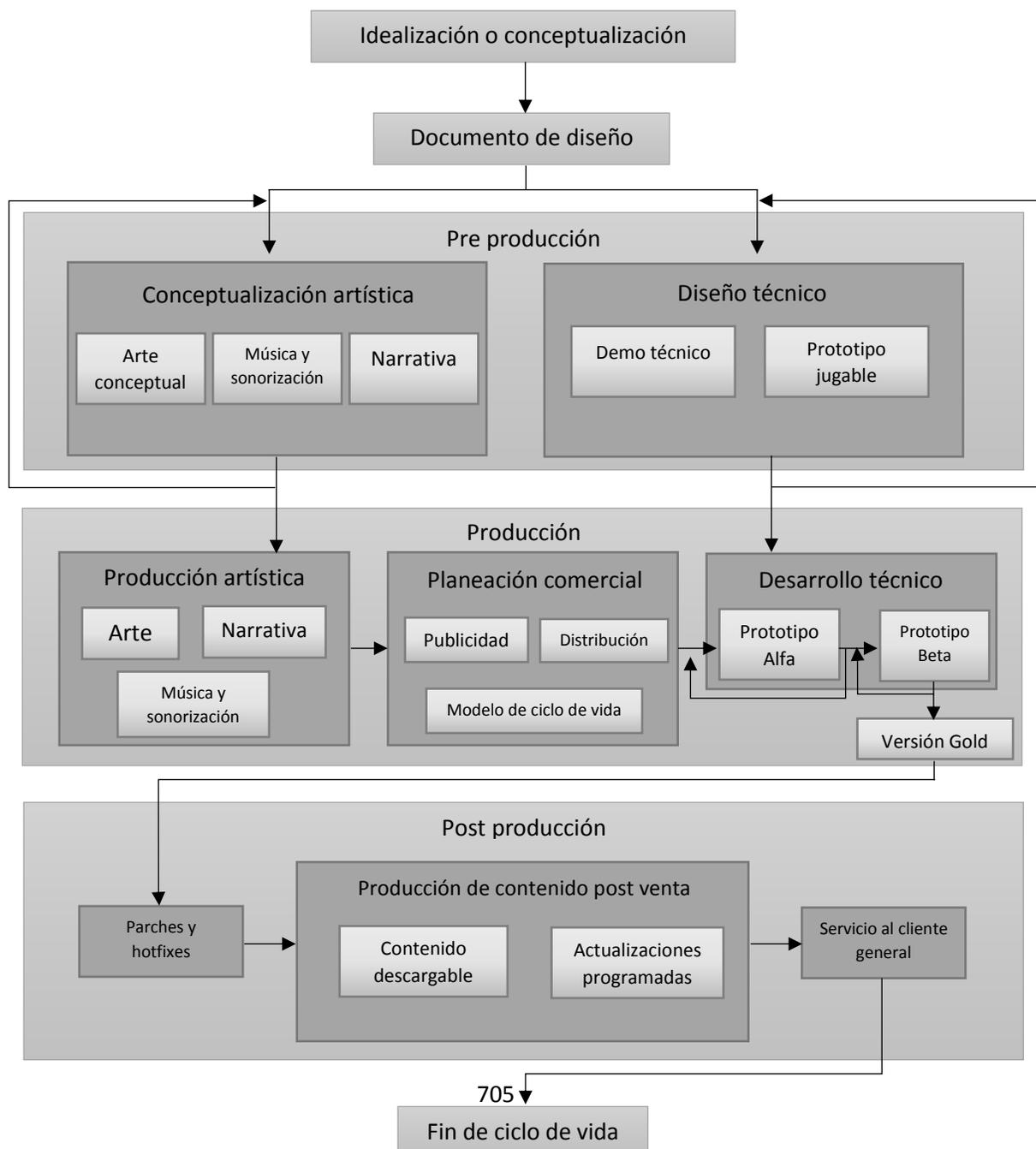
Adicionalmente se asignó un valor numérico a la escala de Likert, con el propósito de poder usar esa información en técnicas de análisis matemáticos y estadísticos, los valores numéricos van del número 1 al 5, donde 1 representa total desacuerdo y 5 un total acuerdo del usuario respecto a lo que plantea el ítem, así mismo, el cuestionario está diseñado para que el 1 represente nueva o muy mala calidad y el 5 excelente calidad para el videojuego, de esta forma podemos trasladar la opinión subjetiva del usuario a un sistema numérico susceptible a técnicas de análisis objetivas.

### **Dinámicas de competitividad en el sector de los videojuegos**

Actualmente en la industria del videojuego es común ver que los productos son tratados como servicios, es decir, que los videojuegos se diseñan, producen y desarrollan con un ciclo de vida en mente, este ciclo cubre desde lo que se conoce como documento de diseño, el cual cubre todos los aspectos de la planeación de un videojuego; historia argumental, misiones, personajes, mecánicas jugables, estética a seguir, etc., hasta la última actualización que recibe el juego varios años después de su lanzamiento.

El modelo de desarrollo de un videojuego junto con su ciclo de vida se puede describir de manera general como se muestra en la figura 1.

**Figura 1.** Proceso de desarrollo y ciclo de vida de un videojuego



Durante todo este proceso, el principal reto de los desarrolladores es mantener la propuesta y el videojuego en un nivel competitivo, para evitar ser desplazado dentro del mercado de consumo. La competitividad y permanencia de un videojuego se logra mediante la aplicación de procesos de mejora continua durante su ciclo de vida, el cual oscila entre 3 o 5 años en la mayoría de los casos.

En los procesos de mejora continua, el videojuego recibe correcciones y mejoras técnicas después de la fecha de lanzamiento bajo el nombre de parches, y contenido extra con el nombre de actualizaciones, expansiones o DLC (contenido descargable) que expande la historia o agrega diferentes elementos jugables a los que se tenían en un principio.

Las compañías desarrolladoras junto a las publicadoras prestan especial atención a esta parte, debido a que es la que garantiza que el videojuego siga con una base de usuarios lo suficientemente grande a través de los años, para generar beneficios económicos a través de la venta de nuevas copias del videojuego, del contenido post venta e incluso micro transacciones.

La dinámica de competitividad que se presenta en esta industria, exige a las compañías mejorar la calidad de sus videojuegos lo más rápido y eficientemente posible, así como con el mayor grado de precisión para evitar un mal uso de sus infraestructuras productivas, de lo contrario se ven en situaciones muy difíciles de revertir, que la mayoría de casos terminan en pérdidas millonarias y daño a las imágenes corporativas; casos como el lanzamiento de No man's sky, Destiny 2 y Anthem demuestran esta parte.

### **Metodología de la investigación**

La investigación se diseñó de manera tradicional siguiendo el método científico y aplicando un enfoque sistémico, el cual dota a la investigación de la flexibilidad necesaria para la convivencia de metodologías cuantitativas y cualitativas. La investigación se divide en 5 etapas que se muestran en la figura 2 y que a continuación se describen.

Figura 2. Metodología general del trabajo de investigación



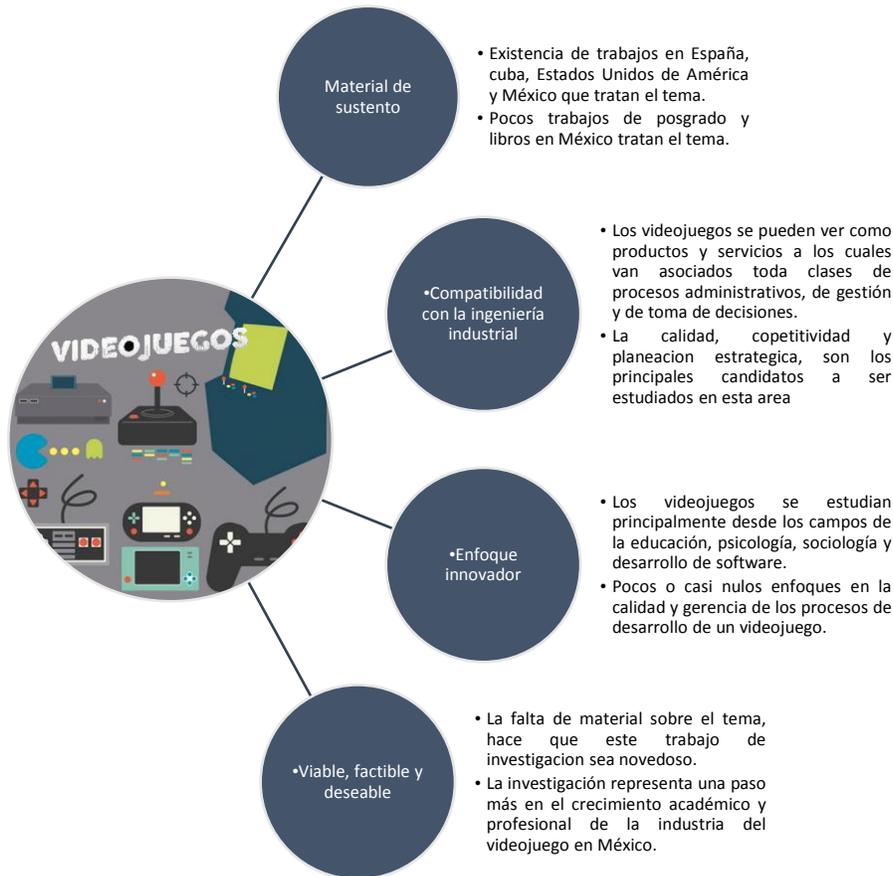
Fuente: Elaboración propia

## 1º. Etapa: Modelado conceptual

Esta etapa contempla varios puntos importantes:

1. **Contexto, compatibilidad y áreas de aplicación de la investigación.** Constituye todo el proceso de investigación previa y el planteamiento del problema dentro del trabajo de investigación, en general fue identificar de manera precisa las áreas de oportunidad de investigación científica para el sector de los videojuegos.

**Figura 3.** Análisis de los videojuegos como tema de estudio



Fuente: Elaboración propia con imagen de Tutellus.com

2. **Documentación e Investigación:** este punto se centró en la búsqueda y recolección de información de diversas fuentes bibliográficas para dar un sustento fiable al trabajo de investigación, lo cual fue importante porque permitió conocer y entender el estado actual de la industria de los videojuegos, así como sus necesidades específicas.

Todo el material bibliográfico se consultó a través de diferentes bases de datos como Springerlink, Alfaomega, Elsevier, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), etc. A través de diferentes tipos de servicios de búsqueda como CONRICyT (Consortio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica), REMERI (Red Mexicana de Repositorios Institucionales) y herramientas de uso libre como Google Academic. Algunos de los materiales utilizados durante la investigación, corresponden a reportes estadísticos de diferentes consultoras y reportes anuales de algunas de las compañías de desarrollo de videojuegos más sobresalientes de la industria.

**2º. Etapa: Diseño del instrumento de medición.** Esta etapa cubre toda la investigación relacionada a las dimensiones y atributos medibles de la calidad en los videojuegos, así como a la creación de un instrumento de medición en forma cuestionario.

Se determinó la población del estudio, que en este caso es de tipo no probabilística y voluntaria, con una cualidad discriminante, la cual pide que el encuestado tenga experiencia en el uso y consumo de videojuegos del género de acción.

Las razones particulares de esta población corresponden a la dificultad de poder obtener poblaciones estadísticamente representativas para el sector de los videojuegos y la creación de modelos de carácter general, así como la dificultad para llegar a la población deseada, la cual estaría compuesta por personas mayores a 18 años, con experiencia en videojuegos del género de acción y capacidades de análisis crítico.

El instrumento de medición se diseñó para evaluar un videojuego perteneciente a un género en particular, para que al final se obtengan encuestas asociadas a la percepción de los jugadores en varios videojuegos del género analizado; y así poder crear una base de datos para el análisis. Es importante hacer notar que los videojuegos deben de pertenecer al mismo género, debido a que cada género posee un conjunto único de características y mezclar diferentes géneros ocasionaría que el modelo fuera demasiado general y no proporcionaría la información requerida.

Por último, esta etapa también incluye las pruebas piloto de la encuesta, para mejorar la experiencia de aplicación y se pueda garantizar un correcto llenado de la misma.

**3º. Etapa: Modelado matemático.** Esta etapa comprende la creación de la base de datos en hojas de cálculo digitales basadas en los instrumentos de medición; la obtención de los valores objetivos de la red neuronal en base al sitio web metacritic, el cual es conocido en la industria por tener índices numéricos que califican a los videojuegos, dichos índices están basados en las opiniones de los medios especializados, así como en la opinión de miles de personas que representan un índice de uso recurrente dentro de la industria de los videojuegos; igualmente, se contempla todo el proceso de programación en Matlab, de un script capaz de leer la información de la base de datos, ordenarla en diferentes matrices, crear redes neuronales con diferentes configuraciones, entrenar las diferentes redes neuronales, evaluar los resultados y seleccionar la mejor red neuronal, según los parámetros de performance, error cuadrático medio y bondad de ajuste.

Así mismo, la creación de graficas capaces de mostrar los resultados de forma clara y sintética para su uso.

El algoritmo de modelado sigue los siguientes pasos:

1. Lectura de la base de datos
2. Creación de todas las matrices necesarias y el cálculo de los promedios de los instrumentos de medición
3. Creación de una red neuronal con configuración variable
  1. Entrenamiento de la red neuronal
  2. Evaluación de la red neuronal
  3. Almacenamiento de la red
4. Comparación y selección de todas las redes evaluadas
5. Uso de la red seleccionada para realizar el análisis de los datos y generar las gráficas correspondientes.

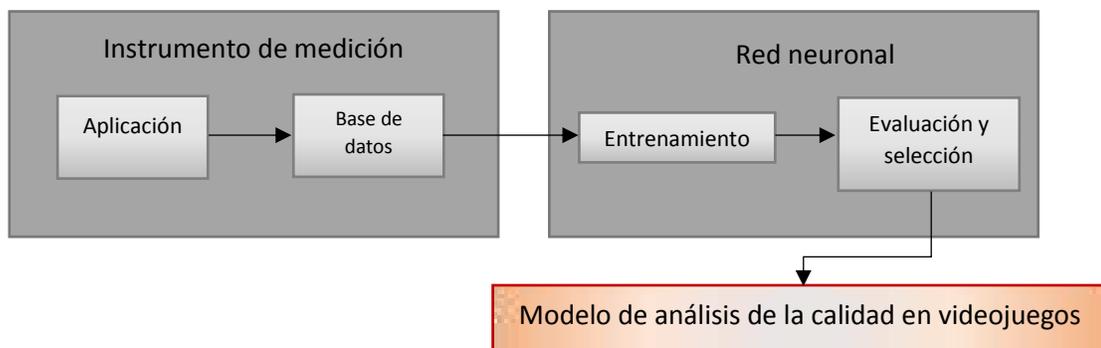
**4º. Etapa. Propuesta metodológica para la medición de la calidad en videojuegos.** Describe el proceso de inicio a fin de como poder aplicar la herramienta de medición y el modelo matemático en situaciones reales, así mismo de las consideraciones necesarias para su uso.

La metodología propuesta tiene como objetivo el generar información relevante y oportuna de la calidad percibida de un videojuego, para dar a la alta dirección las herramientas necesarias en la toma de decisiones relacionadas al proceso de desarrollo de un videojuego, mejorando la calidad del mismo antes y después de su fecha de salida, proveyendo de un análisis comprensivo de los factores que poseen mayor impacto dentro de la calidad percibida.

La aplicación de esta herramienta en casos prácticos debe de cumplir con una serie de requisitos previos, que garanticen su efectividad y permitan la creación del modelo de análisis (Figura 4):

1. Aplicación del instrumento de medición a una población estadísticamente significativa o lo suficientemente grande para poder considerarse una muestra diversa y general.
2. Creación de la base de datos respectiva.
3. Entrenamiento de la red neuronal.

**Figura 4.** Creación del modelo de análisis de la calidad en videojuegos



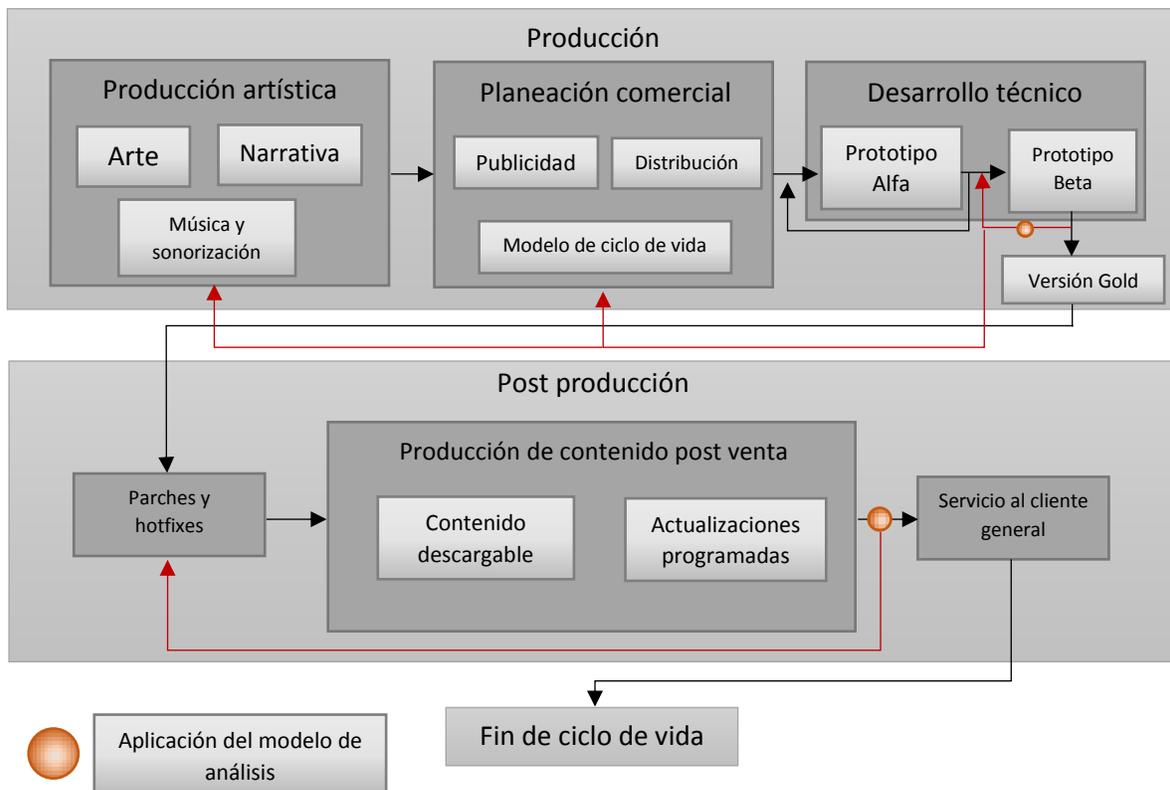
Fuente: Elaboración propia

Una vez cubiertos estos requisitos, es posible realizar el análisis de nuevas muestras del instrumento de medición las cuales proporcionarían información de carácter predictivo sobre la calidad percibida de un videojuego en particular mucho antes de su lanzamiento. De esta manera, la alta dirección puede tomar medidas correctivas en fases alfas o betas del desarrollo y mejorar significativamente la calidad percibida del videojuego en su lanzamiento.

Así mismo, el instrumento y su análisis con la red neuronal puede ser aplicado en fases posteriores al lanzamiento del videojuego, para identificar las áreas de mejora de acuerdo a la experiencia de los usuarios. Esta metodología sirve como base del análisis de la calidad de un videojuego durante su producción, y como un auxiliar en la fase de post producción; junto a herramientas como las

encuestas de satisfacción, retroalimentación de los usuarios a través de medios digitales, redes sociales y prensa especializada.

**Figura 5.** Implementación de la metodología de evaluación de la calidad en videojuegos dentro del proceso de desarrollo



Fuente: Elaboración propia

**5º. Etapa. Conclusiones.** Expresa de manera reflexiva los resultados del trabajo de investigación realizado, sin perder de vista sus limitantes.

### Análisis y discusión de resultados

El trabajo de investigación se llevó a cabo con una muestra de 100 encuestas, en los cuales se evalúa la calidad percibida de varios videojuegos, con el fin de crear un modelo matemático que

describa el nivel de impacto y las relaciones de los factores que describen a la calidad dentro de los videojuegos.

En los resultados se observó que el modelo creado es capaz de aproximar de manera precisa la calificación numérica asignada por los usuarios en metacritic, la cual se puede interpretar como una percepción subjetiva de la satisfacción del consumidor, en otras palabras, como la calidad percibida de un videojuego.

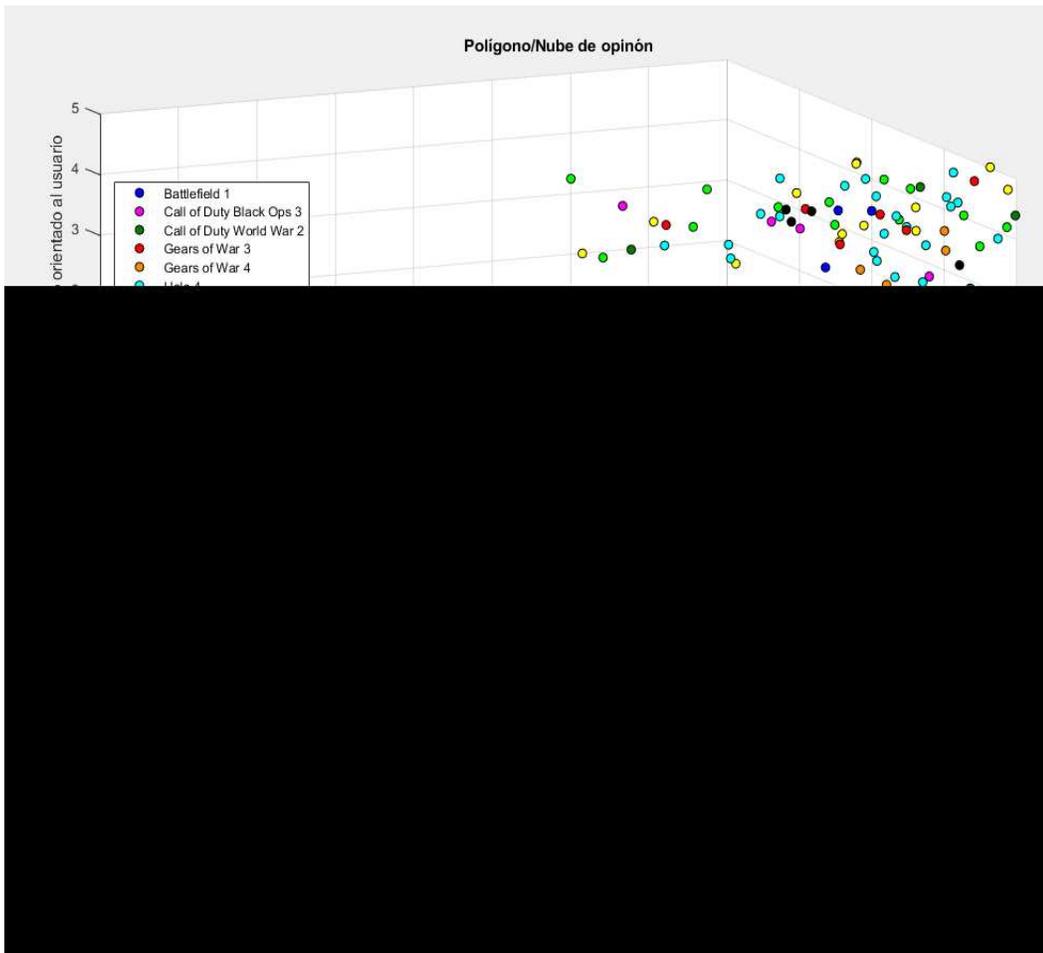
Igualmente se puede interpretar el impacto de cada uno de los factores dentro de la red neuronal, el cual se mide como valor absoluto de la diferencia de valores que existen cuando las neuronas de la red están evaluando ese impacto en particular y cuando no se está evaluando ningún factor, es decir cuando las neuronas están activas y cuando están apagadas.

Así mismo, los resultados muestran el proceso de selección de la red neuronal y los criterios utilizados, mediante un diagrama de dispersión que compara dos de los posibles tres criterios a utilizar, el performance; el cual mide el nivel de precisión de la red respecto a sus datos de entrenamiento, el MSE (error cuadrático medio); el cual mide el nivel de error que existe entre una predicción totalmente independiente a los datos de entrenamiento y los objetivos esperados. Y por último la bondad de ajuste; la cual mide de manera similar que tanto se ajustan las predicciones a los resultados además de brindar datos  $R$  y  $R$  cuadrada para futuros análisis.

Por último, se creó una visualización grafica del comportamiento de la calidad dentro del espectro de valores propuestos por el instrumento de medición, donde 1 representara un juego con la peor calidad percibirle por el usuario y 5 un juego cuya calidad es excelente.

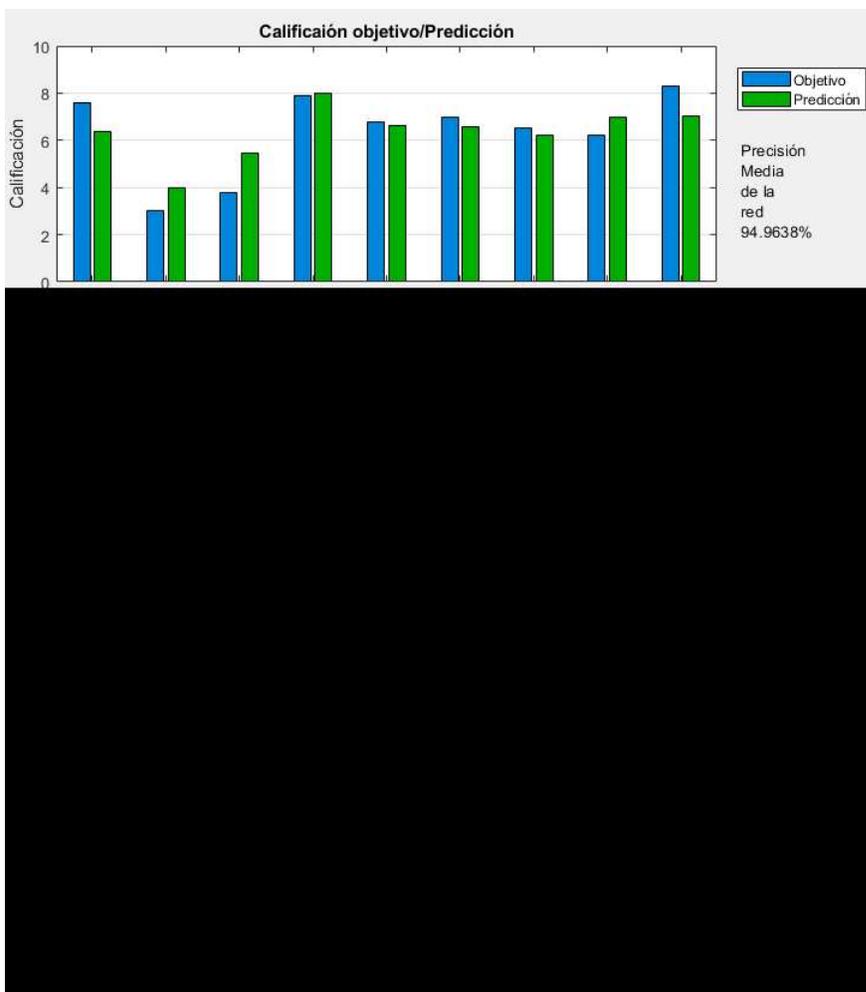
La visualización hace uso de un plano tridimensional, donde los ejes  $x$ ,  $y$ ,  $z$  están representados por las dimensiones de la calidad en los videojuegos; jugabilidad, estética y desarrollo orientado al usuario. Los puntos ubicados dentro de la gráfica representan la posición de cada instrumento de medición y los promedios de los instrumentos de medición agrupados según el videojuego que se evaluó, con el fin de generar un polígono o una nube que represente visualmente cómo se comporta la opinión o calidad percibida.

De las diferentes pruebas realizadas la de mejores resultados corresponde al análisis de 79 instrumentos, 9 videojuegos evaluados y pronosticados, donde la base del modelo fue una red neuronal marcada de color rojo, con una configuración de 3 capas ocultas con 5, 4 y 3 neuronas respectivamente (figura 6 y 7).



**Figura 6.** Resultados del modelo de análisis de calidad en videojuegos (1/2)

Fuente: Elaboración propia



**Figura 7.** Resultados del modelo de análisis de calidad en videojuegos (2/2)

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

1. La precisión y confiabilidad del modelo es altamente dependiente de la diversidad de los instrumentos de medición, es decir, que se tengan cantidades similares de los instrumentos de medición de cada videojuego evaluado.
2. Poca diversidad dentro de los instrumentos de medición genera sesgos dentro del modelo, haciéndose más preciso para analizar ciertos videojuegos e impreciso para otros.
  1. Este comportamiento se puede utilizar para hacer un análisis más a fondo que permita identificar los factores de éxito de un videojuego dentro de los videojuegos que son considerados de calidad.
3. Modelos con más de 3 capas ocultas y 5 neuronas por capa tienen costos computacionales muy altos para la mejora marginal de la precisión en el modelo.
  1. Futuras optimizaciones del código y del procesamiento de datos dentro de Matlab puede mejorar el costo computacional, permitiendo la exploración de configuraciones de redes neuronales más complejas y elaboradas.
4. La metodología representa una herramienta que puede medir la calidad percibida o en ocasiones referida como opinión de manera objetiva, gracias al uso de las redes neuronales, cambiando el paradigma que existe entre los datos subjetivos como la opinión y su relación con métodos analíticos y objetivos.
5. Esta metodología es lo suficientemente flexible para adaptarse y ser aplicable a cualquier sector industrial, previendo de una herramienta más de análisis para alcanzar la calidad y competitividad dentro de la misma.

## Referencias

- Armen Graham, B. (2017, agosto 9). *eSports could be medal event at 2024 Olympics, Paris bid team says*. Retrieved septiembre 17, 2017, from The Guardian: [https://www.theguardian.com/sport/2017/aug/09/esports-2024-olympics-medal-event-paris-bid-committee?utm\\_source=Triggermail&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=Post%20Blast%20%28bii-digital-media%29:%20Snap%20earnings%20fall%20short%20again%20%E2%80%94%20Disney%20](https://www.theguardian.com/sport/2017/aug/09/esports-2024-olympics-medal-event-paris-bid-committee?utm_source=Triggermail&utm_medium=email&utm_campaign=Post%20Blast%20%28bii-digital-media%29:%20Snap%20earnings%20fall%20short%20again%20%E2%80%94%20Disney%20)
- Belli, S., & López Raventós, C. (2008). Breve historia de los videojuegos. *Athenea Digital*(14), 159-179.
- CNNMÉXICO. (2013, junio 11). *Los videojuegos en México, un pequeño sector en crecimiento*. Retrieved junio 04, 2017, from Expansión en alianza con CNN: [http://expansion.mx/tecnologia/2013/06/11/los-videojuegos-en-mexico-un-pequeno-sector-en-crecimiento?internal\\_source=PLAYLIST](http://expansion.mx/tecnologia/2013/06/11/los-videojuegos-en-mexico-un-pequeno-sector-en-crecimiento?internal_source=PLAYLIST)
- Cortés Cortés, M., & Iglesias León, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Ciudad de Carmen, Campeche, México: Universidad Autónoma del Carmen.
- Cuadras, C. (2014, Septiembre 21). *Nuevos métodos de análisis multivariantes*. Retrieved from <http://www.ub.edu/stat/personal/cuadras/metodos.pdf>
- Fernández Suárez, C. (2016). *Análisis Externo de la Industria de los Videojuegos e Internos de la Empresa "Riot Games"*. León, Guanajuato, México: Universidad de León: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- Garvin, D. (Noviembre-diciembre 1987). Competing on the Eight Dimensions of Quality. *Harvard Business Review*, 65(No. 6).
- Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Gobierno del Estado de Hidalgo, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2014). *Agenda de Innovación de Hidalgo: Resumen Ejecutivo*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- González Sánchez, J. L. (2010). *Jugabilidad Caracterización de la Experiencia del Jgador en Videojuegos*. Granada, Granada, España: Universidad de Granada.
- González, D. (2011). *Diseño de Videojuegos. Da forma a tus sueños* (Primera ed.). México: Alfaomega Ra-MA.
- Hernández P., A., & Pérez T., K. (2017). Criterios para verificar y validar mecanismos en el desarrollo de videojuegos. *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales y la Ingeniería de Software*, 7(1), 7-10.
- Hernández P., A., Pérez T., K., & Correa M., O. (2017). Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos. *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales y la Ingeniería de Software*, 7(1), 13-26.
- Lezama, S. (2015). Su majestad el videojuego. *Contenido*, 84-91.
- Lima, P. (2017, septiembre 16). *10 videojuegos mexicanos que deberías conocer*. Retrieved septiembre 17, 2017, from Atomix: <http://atomix.vg/10-videojuegos-mexicanos-que-deberias-conocer/>
- Magretta, J. (2016). *Para entender a Michael Porter; Guía esencial hacia la estrategia y la competencia*. México: Grupo Editorial Patria.

- Manrubia Pereira, A. M. (2014). El proceso productivo del videojuego: fases de producción. *Historia y Comunicacion Social*, 19(Especial), 791-805.
- Moreno, L., de la Rubia Cuestas, E. J., Penichet, V., & Garcia-peñalvo, F. J. (2016). *Actas del XVII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador – Interacción 2016*. Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Navarrete Cardero, J., Gómez Pérez, F., & Pérez Rufí, J. (2014). Una aproximación a los paradigmas de la Teoría del Videojuego. *Zer*, 19(37), 107-121.
- Newzoo. (2018, Abril 04). *Mobile Revenues Account for More Than 50% of the Global Games Market as It Reaches \$137.9 Billion in 2018*. Retrieved from Newzoo.com: <https://newzoo.com/insights/articles/global-games-market-reaches-137-9-billion-in-2018-mobile-games-take-half/>
- Osío Cabrices, R. (2015). Los videojuegos: el gran negocio de la cultura contemporánea. *DEBATES IESA*, XX(1), 71-75.
- Pérez Latorre, Ó. (2011, febrero 07). Géneros de juegos y videojuegos. Una aproximación desde diversas perspectivas teóricas. *Comunicació. Revista de Recerca i d'Anàlisi*, 28(1), 127-146.
- Pérez-Latorre, Ó. (2012). Del Ajedrez a StarCraft. Análisis comparativo de juegos tradicionales y videojuegos. *Revista Científica de Educomunicación*, XIX(38), 121-129.
- Planells de la Maza, A. (2010). La evolución narrativa en los videojuegos de aventuras (1975-1998). *Zer*, 15(29), 115-136.
- Ponce Cruz, P. (2010). *Inteligencia Artificial con aplicaciones a la ingeniería*. México: Alfaomega.
- Ramírez Zaragoza, J. A. (2013). *Análisis narratológico del videojuego documental. Estudio de caso: Call of Juarez: the Cartes y Ghost Recon Advanced Warfighter 2*. Distrito Federal, México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Shewhart, W. (1931). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. Nueva York: D. Van Nostrand Company.
- Tran, K. (2017, agosto 14). *Esports in consideration for 2024 Olympics*. Retrieved septiembre 17, 2017, from Business Insider: <http://www.businessinsider.com/esports-in-consideration-for-2024-olympics-2017-8>
- Vargas Torres, C. (2015). La creación de videojuegos en ciencias naturales y la competencia para resolver problemas. *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, 12(2), 66-74.
- Zagalo Braga, N. (2010, noviembre 1). Alfabetización creativa en los videojuegos: comunicación interactiva y alfabetización cinematográfica. *Comunicar*, XVIII(35), 61-68.
- Zamora, A. (2013, octubre 12). *La crisis de 1983 y la situación actual de la industria*. Retrieved junio 04, 2017, from Levelup: <http://www.levelup.com/articulos/164581/La-crisis-de-1983-y-la-situacion-actual-de-la-industria>