

UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Evaluación de interactividad en ambientes virtuales educativos**

**Ricardo Uribe González**

Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales  
Facultad de Administración, Departamento de Informática y Computación  
Manizales, Colombia

2019

# Measurement of interactivity in learning environments

**Ricardo Uribe González**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Administración de Sistemas Informáticos - Perfil investigativo**

Director:

Néstor Darío Duque Méndez

Doctor en Ingeniería y Magister en Ingeniería de Sistemas

Línea de Investigación:

Tecnologías de la Información y Comunicación

Grupo de Investigación:

Grupo de investigación en Ambientes Inteligentes Adaptativos, GAIA

Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales

Facultad de Administración, Departamento de Informática y Computación

Manizales, Colombia

2019

## *Dedicatoria*

*Dedicado a mis padres, familiares, amigos y docentes que me han apoyado y acompañado en este camino a través de sus consejos, conocimientos y esfuerzos para que yo pueda alcanzar la realización de esta tesis.*

## Agradecimientos

Aprovecho la ocasión, para dar agradecimientos puntuales, primero a Dios, y a mi familia conformada por mi señora Madre Rosa María González García, a mi padre Adonay Uribe Acevedo, y a mi hermano Luis Miguel Uribe González, dado su apoyo incondicional en la transición de la vida y en la realización de todo el proceso de Maestría. También quiero agradecer a algunos familiares y amigos que fueron cruciales para la realización de este sueño como es mi tío Javier González García, por su apoyo moral, espiritual; a mi tía Nelly Uribe Acevedo por su amor y su entrega; mi Abuela Melba de Uribe por su ternura y protección; a mis amigos y colegas: Jery Tatiana Márquez Buitrago, Johan Sebastián Navarro, y Orlando Gómez Soto por su apoyo profesional, moral y de respaldo incondicional. A la Universidad Nacional y puntualmente al Departamento de Informática y Computación que fue por mucho tiempo mi segundo hogar, a los docentes: Néstor Darío Duque Méndez, Leonardo Bermón Angarita y Amparo Prieto Taborda por ser grandes mentores y tener la paciencia de guiarme y la sabiduría para dar un paso tan importante como lograr el sueño de elaborar esta tesis, y a los grupos de investigación GAIA Y GUIAME.

A todos aquellos que no he nombrado y se me quedan por fuera, pero que sé que han aportado su granito de arena para llegar hasta aquí, también les agradezco con el alma y con el corazón.

## Resumen

Los ambientes de enseñanza y aprendizaje, principalmente aquellos que están soportados en las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), buscan ofrecer las mejores características que apoyen la enseñanza y faciliten un buen nivel de aprendizaje entre los alumnos que los utilizan. Para ello muchos de estos medios apuntan a tener una excelente usabilidad, accesibilidad, interacción, amigabilidad, entre otros aspectos, para los cuales se cuenta con mecanismos de medición conocidos y utilizados; sin embargo, cuando se trata de ofrecer buena interactividad dentro de estas plataformas, no se tienen mecanismos claros para sustentar con qué nivel se cuenta en estos ambientes educativos. Esto dificulta el poder determinar en forma clara y objetiva el nivel ofrecido por estos sistemas, y si realmente la interactividad que se espera es adecuada frente a otros ambientes similares. Lo anterior se evidencia en la revisión del estado del arte, en trabajos encontrados que, aunque exponen sus propios modelos de interactividad no presentan mediciones cualitativas y cuantitativas o características aplicables en general. Para solventar esto, esta Tesis presenta, desarrolla y valida un modelo de medición de la interactividad en ambientes de aprendizaje, retomando aportes anteriores y definiendo los componentes a evaluar y la forma de calcularlos.

**Palabras clave:** Interactividad, Medición de interactividad, Ambientes de enseñanza y aprendizaje.

## **Abstract**

Teaching and learning environments, especially those supported through Information and Communication Technology (ICT), seek to offer the best features that support teaching and facilitate a high level of learning among students that use these environments. For this reason many of these resources strive for excellence in usability, accessibility, interaction, and user-friendliness, among other things. These are measured with tried-and-true mechanisms. However, when it comes to providing high-quality interactivity on these platforms, there are no clear ways to determine the level of interactivity in these educational environments. This makes it difficult to clearly and objectively determine the level of interactivity offered by these systems and truly determine whether the interactivity is sufficient in comparison to other similar environments. This fact is evidenced when examining state of the art systems from different studies. Although these systems outline their own interactivity models, they do not present qualitative or quantitative measurements or characteristics that can be applied in a general manner. In order to solve this problem, this Thesis presents, outlines, and validates a model for the measurement of interactivity in learning environments by looking back at previous contributions and defining the components to evaluate and how to measure them.

**Key Words: Interactivity, Measurement of Interactivity, Teaching and Learning Environments.**

# Contenido

1. Marco conceptual .....	5
1.1 Usabilidad e interactividad.....	5
1.1.1 Usabilidad.....	5
1.1.2 La interactividad en la Usabilidad .....	7
1.2 Interacción vs interactividad .....	10
1.2.1 Interacción.....	12
1.2.2 Interactividad.....	12
1.2.3 Retroalimentación .....	17
1.2.4 Ambientes de aprendizaje.....	18
1.2.5 Evaluación.....	18
2. Revisión del estado del arte.....	20
3. Modelos de interactividad .....	24
3.1 Modelos base de referencia sobre la interactividad .....	24
3.1.1 Modelo transaccional de la interactividad .....	24
3.1.2 Modelo integral de multimedia interactiva.....	25
3.1.3 Modelo de interactividad de los tres caminos .....	26
3.1.4 Modelo conceptual de interactividad. ....	27
3.1.5 Módulo DEVS (Discrete Event System specification).....	28
3.1.6 Cuatro modelos de interactividad de usuario a usuario .....	29
4. Propuesta para evaluación de la interactividad en ambientes virtuales de aprendizaje.....	33
4.1 Velocidad de respuesta promedia (VR) .....	35
4.2 La retroalimentación o “feedback” (R) .....	38
4.3 Nivel de Participación (NP).....	46
4.4 El Nivel interactividad (NI): .....	47
4.5 Affordance (A) .....	51
4.6 Control vs Libertad (C): .....	52
4.7 Nivel Cognitivo (T).....	54
4.8 Fórmula de evaluación de la interactividad global.....	56
5. Validación y casos de estudio .....	61

5.1	Caso de prueba de la medición de la interactividad – Ambiente de aprendizaje empresarial (EAD).....	61
5.2	Ambiente de aprendizaje Erudito .....	65
5.3	Validación con Erudito .....	66
5.4	Validación con Erudito con reporte de la BD.....	76
5.5	Comparación resultado y manejo de los pesos (W).....	82
6.	Conclusiones y trabajo futuro .....	85



# Lista de figuras

Pág.

<b>FIGURA 3-1:</b> MODELO TRANSACCIONAL DE LA INTERACTIVIDAD Y SUS DIMENSIONES.	25
<b>FIGURA 3-2:</b> MODELO INTEGRADO DE INTERACTIVIDAD MULTIMEDIA.	26
<b>FIGURA 3-3:</b> MODELO DE LOS TRES CAMINOS DE LA INTERACTIVIDAD.	26
<b>FIGURA 3-4:</b> CICLO O RETROALIMENTACIÓN DE LA INTERACTIVIDAD.	26
<b>FIGURA 3-5:</b> LAS CINCO FASES PARA EL PROCESO DE EVALUACIÓN INTERACTIVA.	27
<b>FIGURA 3-6:</b> REPRESENTACIÓN VISUAL DEL MODELO CONCEPTUAL DE INTERACTIVIDAD (MCI).	27
<b>FIGURA 3-7:</b> MODELO GENERAL DE DEVS.	28
<b>FIGURA 3-8:</b> MODELO DESCRIPTIVO DE LOS MÓDULOS ACOPLADOS QUE INTEGRAN UN PH.	28
<b>FIGURA 3-9:</b> CUATRO MODELOS DE INTERACTIVIDAD DE USUARIO A USUARIO.	29
<b>FIGURA 4-1:</b> MODELO PARA EVALUAR LA INTERACTIVIDAD INTEGRAL.	34
<b>FIGURA 4-2 :</b> COMUNICACIÓN ENTRE ACTORES (USUARIOS Y MAQUINAS) EN EL SISTEMA DE APRENDIZAJE.	39
<b>FIGURA 4-3:</b> COMUNICACIÓN ENTRE USUARIOS EN EL SISTEMA DE APRENDIZAJE.	39
<b>FIGURA 4-4:</b> COMUNICACIÓN ENTRE USUARIOS (REPRESENTADOS EN NODOS) EN EL SISTEMA DE APRENDIZAJE.	40
<b>FIGURA 4-5:</b> MODELO DE LOS TRES CAMINOS DE LA INTERACTIVIDAD.	40
<b>FIGURA 4-6:</b> MODELO DE LOS TRES CAMINOS DE LA INTERACTIVIDAD CON MÚLTIPLES USUARIOS O ESTUDIANTES.	41
<b>FIGURA 4-7:</b> PARTICIPACIÓN CONTINÚA SOBRE EL MODELO DE LOS TRES CAMINOS.	42
<b>FIGURA 4-8:</b> PARTICIPACIÓN CONTINÚA SOBRE EL MODELO DE LOS TRES CAMINOS, CON CICLOS.	43
<b>FIGURA 4-9:</b> REPRESENTACIÓN DE CASO DE MEDICIÓN DE RETROALIMENTACIÓN MAYOR A 1.	45
<b>FIGURA 4-10:</b> REPRESENTACIÓN DE CASO DE MEDICIÓN DE RETROALIMENTACIÓN NORMALIZADO.	45
<b>FIGURA 4-11:</b> MEDICIÓN PROPUESTA DE LOS AFFORDANCE CON RESPECTO A LA EVALUACIÓN DE LA INTERACTIVIDAD.	52
<b>FIGURA 4-12:</b> COMPONENTES INICIALES DE INTERACTIVIDAD, EN LA TENSIÓN LIBERTAD-CONTROL.	52
<b>FIGURA 4-13:</b> EQUILIBRIO CONTROL VS LIBERTAD	53
<b>FIGURA 4-14:</b> RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN DE NIVEL DE COGNOSCITIVAS DE BLOOM.	55
<b>FIGURA 4-15:</b> FÓRMULARIO DE APLICATIVO WEB PARA MEDIR LA INTERACTIVIDAD DE AMBIENTES DE APRENDIZAJE.	58
<b>FIGURA 4-16:</b> PROCESO DE INGRESO DE LOS DATOS Y RESULTADOS QUE VA ARROJANDO EL BETA.	59

<b>FIGURA 4-17:</b> FÓRMULARIO DE APLICATIVO WEB PARA MEDIR LA INTERACTIVIDAD DILIGENCIADO.	60
<b>FIGURA 5-1:</b> LOGS DEL AMBIENTE EAD CASO DE PRUEBA.	61
<b>FIGURA 5-2:</b> RESULTADOS BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN EN LOG SISTEMA PARA MEDICIÓN DE LA INTERACTIVIDAD.	62
<b>FIGURA 5-3:</b> APLICACIÓN DE LOGS DE UN ESTUDIANTE EN EL AMBIENTE ERUDITO.	66
<b>FIGURA 5-4:</b> APLICACIÓN DEL REGISTRO DE ALUMNOS UN CURSO EN EL AMBIENTE ERUDITO.	67
<b>FIGURA 5-5:</b> MÉTODO WEB SCRIPTING.	68
<b>FIGURA 5-6:</b> REPRESENTACIÓN DEL DOM O ESTRUCTURA DE UNA PÁGINA CON HTML	68
<b>FIGURA 5-7:</b> MUESTRA DEL CÓDIGO SCRAPING UTILIZADO PARA EL AMBIENTE ERUDITO.	69
<b>FIGURA 5-8:</b> VISTA DE LA CONSULTA DE ERUDITO, EN COMPARACIÓN ESTRUCTURA HTML COMO SERÁ CONVERTIDA CON EL DOM CON SCRAPING.	70
<b>FIGURA 5-9:</b> BITÁCORA DEL ALUMNO EN EL AMBIENTE ERUDITO, RELACIONANDO VARIABLES DE LA INTERACTIVIDAD.	71
<b>FIGURA 5-10:</b> INTERFAZ DE RESULTADO CON LA MEDICIÓN DE LA INTERACTIVIDAD EN EL AMBIENTE ERUDITO.	75

# Lista de tablas

Pág.

<b>TABLA1-1:</b> SIMILITUDES Y DIFERENCIAS ENTRE LA USABILIDAD Y LA INTERACTIVIDAD. ....	8
<b>TABLA 3-1:</b> CUADRO COMPARATIVO DE MEDICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LA INTERACTIVIDAD EN LOS DIFERENTES MODELOS. ....	30
<b>TABLA 4-1:</b> TABLA DE PRUEBA DE VELOCIDAD ESPERADA CON NN (1 USUARIO) Y TF-TI (TIEMPO) CONSECUTIVO. ....	37
<b>TABLA 4-2:</b> TABLA DE PRUEBA DE VELOCIDAD ESPERADA CON NN (USUARIO) Y TF-TI (TIEMPO) ALEATORIOS. ....	37
<b>TABLA 4-3:</b> CUADRO DE PORCENTAJE EN HORAS QUE SE TIENEN PRESUPUESTADO PARA REALIZAR CIERTAS ACTIVIDADES EN UN PERIODO DE 8 HORAS. ....	38
<b>TABLA 4-4 :</b> REGISTRO DE LOGS EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN. ....	38
<b>TABLA 4-5.</b> DATOS DE PROYECCIÓN MODELO DE LOS TRES CAMINOS. ....	41
<b>TABLA4-6:</b> DATOS DE PROYECCIÓN MODELO DE LOS TRES CAMINOS. ....	42
<b>TABLA 4-7:</b> DATOS ESPERADOS DE LA RETROALIMENTACIÓN DE 2 A 10 USUARIOS O ESTUDIANTES (C). ..	44
<b>TABLA 4-8:</b> DATOS ESPERADOS DE LA RETROALIMENTACIÓN DE 2 A 10 USUARIOS O ESTUDIANTES (C)....	44
<b>TABLA 4-9:</b> NIVELES DE INTERACTIVIDAD PROPUESTOS. ....	49
<b>TABLA 4-10:</b> EJEMPLO DE REGISTRO DE LOGS EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN. ....	54
<b>TABLA 4-11:</b> REGISTRO DE ACCIONES PARA PODER UTILIZARLOS EN LA TAXONOMÍA. ....	55
<b>TABLA 4-12:</b> ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE LOS NIVELES COGNITIVOS DE LA TAXONOMÍA DE BLOOM. ....	55
<b>TABLA 4-13:</b> ESCALA CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LA FÓRMULA DE EVALUACIÓN DE LA INTERACTIVIDAD. ....	57
<b>TABLA 5-1:</b> VALOR DE LAS VARIABLES ENCONTRADAS EN EL SISTEMA EAD. ....	62
<b>TABLA 5-2:</b> VALOR DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INTERACTIVIDAD EN EAD. ....	63
<b>TABLA 5-3:</b> TABLA DE LA MEDICIÓN DE LA INTERACTIVIDAD EN ERUDITO. ....	72
<b>TABLA 5-4:</b> ACTIVIDADES EN EL SISTEMA RELACIONADO CON SU NIVEL COGNITIVO Y SU NIVEL DE INTERACTIVIDAD. ....	80
<b>TABLA 5-5:</b> VARIABLES UTILIZADAS EN LAS FÓRMULAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INTERACTIVIDAD. ....	80
<b>TABLA 5-6:</b> RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS DE LA INTERACTIVIDAD CON SU PESO (W) PARA DAR EL VALOR DE LA INTERACTIVIDAD. ....	81
<b>TABLA 5-7:</b> RESULTADOS COMPARATIVOS EN VALIDACIONES DE INTERACTIVIDAD. ....	82
<b>TABLA: 5-8:</b> RESULTADOS COMPARATIVOS EN VALIDACIONES DE INTERACTIVIDAD CON DIFERENTES PESOS ENTRE CARACTERÍSTICAS. ....	83

## Lista de Fórmulas

<i>FÓRMULA (4-2): VELOCIDAD DE RESPUESTA</i> .....	35
<i>FÓRMULA (4-3): VELOCIDAD DE RESPUESTA MINIMA</i> .....	37
<i>FÓRMULA (4-4): VELOCIDAD</i> .....	37
<i>FÓRMULA (4-5): VELOCIDAD</i> .....	37
<i>FÓRMULA (4-6): NÚMERO DE REGISTROS DE COMUNICACIÓN DEL USUARIO</i> .....	41
<i>FÓRMULA (4-7): NÚMERO DE REGISTROS DE COMUNICACIÓN DEL SISTEMA</i> .....	41
<i>FÓRMULA (4-8): RETROALIMENTACIÓN</i> .....	41
<i>FÓRMULA (4-9): RETROALIMENTACIÓN</i> .....	42
<i>FÓRMULA (4-10): CICLOS</i> .....	43
<i>FÓRMULA (4-11): RETROALIMENTACIÓN CON CICLOS</i> .....	43
<i>FÓRMULA (4-12): NIVEL DE PARTICIPACIÓN</i> .....	47
<i>FÓRMULA (4-13): NIVEL DE INTERACTIVIDAD</i> .....	50
<i>FÓRMULA (4-14): CONTROL- LIBERTAD</i> .....	53
<i>FÓRMULA (4-15): RESPUESTA</i> .....	53
<i>FÓRMULA (4-16): ACTIVIDAD</i> .....	53
<i>FÓRMULA (4-17): DPSIPOSITIVO</i> .....	53
<i>FÓRMULA (4-18): TIEMPO ACTIVIDAD</i> .....	56
<i>FÓRMULA (4-19): FÓRMULA DE LA INTERACTIVIDAD</i> .....	56
<i>FÓRMULA (4-20): FÓRMULA DE LA INTERACTIVIDAD CON PESOS</i> .....	56

# Introducción

Con el avance de las tecnologías y su influencia en las diferentes actividades humanas, los procesos de enseñanza y aprendizaje, al igual que los ambientes educativos, buscan ser mediados por las diversas tecnologías existentes. Sin embargo, Aparici y Silva en (2012), muestra que el modelo pedagógico industrializado está arraigado en las practicas escolares cotidianas. Por lo que un cambio real va a demorar algún tiempo, a tal punto que los computadores y el Internet aún siguen utilizándose en función del sistema educativo basado en profesores que transmiten contenidos. El mismo autor plantea, que en la mayoría de los cursos presenciales o virtuales predomina el modelo transmisión de información; y los ambientes "virtuales" de aprendizaje permanecen estáticos, por ello continúan centrados en los mecanismos de distribución de datos o conocimiento, que a pesar de los procesos de presentación multimedia estos carecen de interactividad, no tienen en cuenta la colaboración para la edición.

Muchos investigadores sostienen que los estudiantes deben tener una participación significativa en relación con los recursos de aprendizaje para que se produzca un aprendizaje efectivo. Sin embargo, los estudiantes en ambientes en línea siguen informando una problemática en la falta de recursos atractivos y desafiantes cuando ellos se involucran en el proceso de aprendizaje. Este problema es aún más visible en los enfoques de aprendizaje colaborativo en línea cuyos recursos evidencian falta de interactividad (Caballé et al., 2014). En Marín Giraldo, Posada Silva, García Duque, & Munévar Molina (2015) se muestra el planteamiento de algunos autores que afirman que se necesita un cambio de paradigma educativo con la orientación de aprender a aprender y reevaluar lo aprendido, motivar la sed de saber, y brindar las herramientas para lograrlo que resulta fundamental al repensar los ambientes de aprendizaje, fomentando un entorno que propicie el cambio, mejore las tensiones curriculares y se encuentren apoyados en los nuevos adelantos tecnológicos, sus posibilidades y el valor de la innovación. En Liuber & Álvarez (2017), se indicó que las investigaciones consultadas relacionadas con los Ambientes Virtuales de Enseñanza Aprendizaje (AVEA), han estado centradas

generalmente en la valoración de las potencialidades y funcionalidades, como apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje y el uso de las herramientas interactivas que poseen estos sistemas informáticos.

La directriz predominante de la educación mediada por la tecnología ha sido proporcionar instrucción con base a la transmisión de conocimientos diseñados y presentados por expertos. Sin embargo, en un ambiente que apoye la comunicación, la adquisición de nuevos conocimientos y nuevas destrezas puede ser, en potencia, impulsada por el aprendiz (Stokes, 2012). Una de las importantes y potenciales ventajas de sistemas de aprendizaje mediados por las tecnologías, es su capacidad para la interactividad en apoyo a las características comunicativas implícitas en la misma, al igual que aumentar la velocidad y el nivel de aprendizaje de los estudiantes (Evans & Sabry, 2003). La interactividad en los ambientes educativos, ayuda a la actividad constructiva del alumno y a la influencia educativa eficaz en términos de ajuste constante y sostenido (Gutiérrez & López, 2011). A pesar de la importancia del concepto de interactividad para el proceso de enseñanza y aprendizaje, existen vacíos en la reflexión, alcances, componentes y rol de la tecnología digital para garantizarla (Zangara & Sanz, 2012).

A decir de Zangara & Sanz (2012), la investigación en el tema de la interactividad requiere refinar el concepto, asociarlo con los procesos de enseñanza y aprendizaje, definir sus componentes teóricos y prácticos, apoyar el diseño de cursos, materiales y actividades; y encontrar modelos e instrumentos que nos permitan evaluar y calificar las variables invisibles y tácitas, que apoyen a diseñadores educativos, tutores y docentes en general. Se requiere pensar en un modelo integral que permita observar las diferentes dimensiones que se ponen en juego en cada situación.

"Definir la interactividad, es el primer paso al momento de poder evaluar si un contenido es interactivo o no". Contar con un instrumento para describir y evaluar el nivel de interactividad permite un criterio unificado para catalogar un contenido como interactivo y de esta forma se facilitaría la comunicación y especificidad de requisitos de los usuarios a los desarrolladores (Guevara, Botero, & Castro, 2015).

Sin embargo, pocos autores han considerado a fondo la evaluación de la interactividad de los propios sistemas de aprendizaje (Evans & Sabry, 2003). Las investigaciones se han centrado en la evaluación del desempeño de los estudiantes en propuestas interactivas en

ambientes de aprendizaje, y poco en la propuesta interactiva del ambiente de aprendizaje. A pesar de ello existen algunos modelos de evaluación que son particulares y centrados en aspectos específicos a resolver como la propuesta por (Domagk, Schwartz, & Plass, 2010), un modelo completo donde describe la interactividad en la multimedia incluyendo aspectos como la orientación cognitiva y motivacional, pero no se describen los niveles de interactividad y se orientan solo en la multimedia; el modelo orientado solo a los sistemas de aprendizaje en red por (Evans & Sabry, 2003) y centrado en las ventajas de la web 2.0, con algunas consideraciones cualitativas y cuantitativas de la interactividad, pero solo se basa en las herramientas heurísticas de la usabilidad, lo cual no permite la diferenciación entre los dos conceptos; la propuesta de Zangara & Sanz (2012) aporta conceptos importantes en el tema al proponer la relación entre el dialogo, la estructura y la autonomía para conocer la interactividad en el concepto educativo. También se han tenido iniciativas para evaluar la interactividad en comunidades de aprendizaje a distancia como lo plantea (Stokes, 2012).

Algunos solo utilizan las tecnologías para ofrecer un acercamiento a la evaluación de la interactividad sin llegar a proponer métricas para la medición de la misma:

- Un enfoque basado en modelos para medir el diseño de interacción antes de construir el sistema, que transforman el modelo de conducta de diseño de interfaz en un grafo (Brajnik & Udine, 2016).
- El diseño y la evaluación de sistemas interactivos con percepción de inteligencia social, en el cual buscan evaluar desde la visión social de los usuarios si el sistema cumple con criterios para ser interactivo (Green, Ruyter, & de Ruyter, 2009).
- Oportunidades y desafíos en la evaluación de sistemas interactivos de recuperación de información, el cual se basa principalmente en el diseño de los sistemas, y no tanto en el desarrollo de la interactividad (Belkin et al., 2003).
- Evaluar la experiencia del usuario de sistemas interactivos basados en la percepción propia con el sistema propuesto en (Keskinen, 2015).

Igualmente, diferentes autores han identificado necesidades y expectativas:

1. En Guevara et. al. (2015), se plantea que lograr un instrumento que describa una medición de interactividad de un contenido, permitiría una evaluación más

objetiva de los contenidos interactivos, y de esta forma se facilitaría la comunicación y especificidad de requisitos de los usuarios.

2. En Zangara & Sanz (2012), se plantea diferenciar la interactividad esperada y la interactividad generada, ya que una cosa es el diseño previsto, lo que se espera y lo que se pretende lograr, con lo que se consigue en la práctica, dado a que son inevitables las interpretaciones que hagan los participantes y las variaciones en el proceso, lo que terminara afectando a los elementos que previamente se diseñaron y al uso que se tenía previsto en la realización del proceso.

3. Liuber & Álvarez (2017), plantea que “los modelos de evaluación que han sido objeto de análisis se centran en una plataforma específica, o en una carrera o curso dentro de un Ambiente Virtual, pero no en una evaluación de la interactividad desde el punto de vista del Ambientes Virtuales de Enseñanza Aprendizaje (AVEA), que profundice de manera continua en el proceso de gestión del conocimiento, y permita ir rediseñando y dirigiendo intencionadamente este proceso”.

4. Enrique, Borja, Guarnieri, & Rodríguez (2019), se analiza la necesidad de repensar la evaluación y seguimiento de la interactividad, para brindar aportes metodológicos claves que generen en dicho proceso un mejoramiento y favorezcan la interacción social en un entorno virtual de aprendizaje.

Por lo anterior se plantea la pregunta de investigación de esta tesis: ¿Qué componentes debe contener un modelo integral para evaluar la interactividad en ambientes de enseñanza y aprendizaje?

Esta propuesta de Tesis de Maestría está orientada a proponer y validar un modelo integral para la evaluación de la interactividad de los ambientes que soportan procesos de enseñanza y aprendizaje partiendo de los modelos específicos que se han planteado.



# 1. Marco conceptual

Para la correcta comprensión de los temas en esta tesis, se presentan algunos de los conceptos más relevantes a tener en cuenta al momento de realizar la lectura del presente documento.

## 1.1 Usabilidad e interactividad

La usabilidad desde la ingeniería de software, entra en la categoría de requerimientos no funcionales, ya que ésta no puede ser medida directamente sino que debe ser cuantificada mediante medidas indirectas o atributos, tales como el número de problemas reportados con la facilidad de uso de un sistema (Sánchez, 2011), Lo mismo ocurre con la interactividad, la cual como se propone en este documento y en otros trabajos relacionados como en el modelo propuesto por Domagk et al. (2010), o en la caracterización de la interactividad de Álvarez & Tamayo (2017), se debe medir a través de las características que son proporcionadas dentro de los sistemas.

Entre los dos conceptos, algunas características, medidas o atributos son comunes, como se expone a continuación.

### 1.1.1 Usabilidad

En (Greiner & Ball, 1999), citando a Jakob Nielsen considerado el padre de la usabilidad, la define como “el atributo de calidad que mide la facilidad para usar las interfaces Web”. Es decir, un sitio Web usable es aquél en el que los usuarios pueden interactuar de la forma más fácil, cómoda, segura e inteligente posible. Para la usabilidad se debe cumplir con algunas características que logren que el usuario encuentre lo que busca en el menor tiempo posible y el contenido, como la estética deben ser el principal foco. Si bien la visibilidad también afecta la usabilidad, algunos atributos como entendible, novedoso, comprensible, inteligente y atractivo harán los

contenidos más cercanos al usuario, ayudarán en la navegación intuitivamente y en su experiencia al enfrentarse a la pantalla debería ser mucho más placentera.

Otra definición del término es que se trata de una medida de la calidad de la experiencia que tiene un usuario cuando interactúa con un producto o sistema. Esto es medido a través del estudio de la relación que se produce entre las herramientas (entendidas en un sitio Web como el conjunto integrado por el sistema de navegación, las funcionalidades y los contenidos ofrecidos) y quienes las utilizan, para determinar la eficiencia en el uso de los diferentes elementos ofrecidos en las pantallas y la efectividad en el cumplimiento de las tareas que se pueden llevar a cabo a través de ellas, (Asunción & Fernandez, 2006).

En Sánchez (2011), se plantea que el término “usabilidad”, que deriva del inglés “usability”, es un atributo cualitativo definido comúnmente como la facilidad de uso, ya sea de una página Web, una aplicación informática o cualquier otro sistema que interactúe con un usuario, al igual que se refiere a métodos para mejorar la facilidad de uso durante el proceso de diseño.

Se puede encontrar la siguiente definición formal adicional, que ofrece la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) acerca de la usabilidad, la ISO/IEC 9126: “La usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso” (Keskinen, 2015), (Bevan & Macleod, 1994). Esta definición hace énfasis en los atributos internos y externos del producto, los cuales contribuyen a su funcionalidad y eficiencia. La usabilidad depende no sólo del producto sino también del usuario. Por ello un producto no es en ningún caso intrínsecamente usable, sólo tendrá la capacidad de ser usado en un contexto particular y por usuarios particulares. La usabilidad no puede ser valorada estudiando un producto de manera aislada. En ISO/IEC 9241 “Usabilidad es la eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico” (Asunción & Fernandez, 2006), (Nielsen, 1993).

## 1.1.2 La interactividad en la Usabilidad

Robinson & otros(2017), indican que “la interactividad es un parámetro de la usabilidad”, basado en el trabajo que citan de Zaharias con su marco para la evaluación de usabilidad en la cual incluye los parámetros para dicha evaluación como: La capacidad de aprendizaje, accesibilidad, consistencia, navegación, diseño visual, interactividad, contenido y recursos, retroalimentación instructiva, evaluación instructiva, orientación y apoyo para el alumno, uso de los medios y diseño de estrategias de aprendizaje.

Se ve la tendencia de que la interactividad apoye a la usabilidad en contextos como los que plantea Appert & Bezerianos, (2018) en que “los usuarios desean que los productos interactivos sean fáciles de aprender, eficaces, eficientes, seguros y satisfactorios de usar. Ser entretenido, atractivo, desafiante y agradable también es importante para el éxito de los sitios web, juegos, juguetes y otros productos de consumo. Lograr esto requiere que el producto sea evaluado, y realizar evaluaciones efectivas implica comprender no solo por qué la evaluación es importante, sino también qué aspectos evaluar, dónde debe realizarse la evaluación y cuándo evaluar.”

Ahora bien, la usabilidad y la interactividad tienen similitudes y diferencias, como se muestra a continuación en la Tabla 1-1:

**Tabla1-1:** Similitudes y diferencias entre la usabilidad y la interactividad.

	<b>Usabilidad</b>	<b>Interactividad</b>
<b>Control vs libertad</b>	Los usuarios frecuentemente eligen funciones del sistema por error y necesitan una salida de emergencia claramente marcada, es decir, salir del estado indeseado sin tener que pasar por un diálogo extendido. Es importante disponer de opciones para deshacer y rehacer una acción (Sánchez, 2011).	El punto de vista de la interactividad dependerá, en gran medida del dilema de cuánto se intente controlar la actividad de la persona y/o qué grado de libertad se le ofrecerá (que es similar a decir qué grado de control tendrá la persona sobre el programa versus qué grado de control tendrá el programa sobre la actividad de la persona) (Zangara & Sanz, 2013). La interactividad como el control sobre el texto, la interacción social y el medio; se puede subdividir en tres niveles: bajo, medio y alto, según el control que los usuarios sean capaces de imponer. Esto significa que, dentro de cada tipo de control, se puede identificar y analizar los varios grados de la interactividad (Milosevic, Kleut, & Ninkovic, 2013).

	<b>Usabilidad</b>	<b>Interactividad</b>
	<p>Los modelos están basados en principios psicológicos y estudios experimentales para determinar los tiempos de procesamiento cognitivo y movimientos motores. Los modelos cognitivos pueden utilizarse para mejorar interfaces de usuario o predecir errores y dificultades durante el proceso de diseño(Sánchez, 2011).</p> <p>El ruido es un problema que interfiere con el proceso comunicacional, lo que puede dificultar o incluso impedir la cognición. Los ruidos pueden ser entendidas como la contaminación visual de un sitio web, lo que provoca una falta de facilidad de uso, la objetividad y / o una arquitectura de información inadecuada (Barcellos &amp; Botura, 2019).</p>	<p>“Un modelo cognitivo de interactividad aborda la relación bidireccional entre el sistema de aprendizaje y el aprendiz, teniendo en cuenta las actividades cognitivas y de comportamiento del aprendiz. El modelo plantea un bucle continuo de retroalimentación entre los eventos de instrucción, los procesos de comportamiento y los procesos cognitivos del aprendiz, reconociendo el hecho de que las acciones en ambos lados son un ingrediente requerido de la interactividad” (Domagk et al., 2010).</p> <p>Con la taxonomía de Bloom, se puede evaluar el impacto cognitivo en los usuarios o estudiantes de las diferentes actividades en una plataforma a través de los verbos o acciones que este realiza dentro de la misma (Veraszto, García, &amp; Silva, 2009), lo cual está relacionado con el apoyo a la interactividad, según algunos modelos presentados.</p>
<b>Flexibilidad y facilidad de uso</b>	<p>Debe permitir a los usuarios personalizar sus acciones frecuentes. La aplicación debe permitir adecuación tanto para los usuarios inexpertos como los más experimentados (Veraszto et al., 2009).</p> <p>Esta facilidad de uso, no obstante, está relacionada con aspectos muy diversos, que van desde el diseño de la página, la calidad del contenido, la facilidad de localización de la información, la sencillez de la navegación, todos ellos relacionados, además, con percepciones subjetivas del usuario(Asunción &amp; Fernandez, 2006).</p>	<p>La interactividad en los desarrollos tecnológicos facilita la alta sincronicidad, un amplio ancho de banda, la capacidad de multimedia, multitarea, o en los supuestos psicológicos facilita que en los nuevos medios de comunicación, la interactividad crea nuevas capacidades mentales como el control, la participación, la disponibilidad de elección, y facilidad de uso, aunque medir estos sea aún borroso (Rafaeli &amp; Ariel, 2012a).</p>

	<b>Usabilidad</b>	<b>Interactividad</b>
<b>Búsqueda de la calidad</b>	El atributo de calidad que mide la facilidad de usar las interfaces Web. Es decir, un sitio Web usable es aquél en el que los usuarios pueden interactuar de la forma más fácil, cómoda, segura e inteligente posible (Nielsen, 1993).	La dimensión de la interactividad indica el grado de interacción entre el sistema y los usuarios. Ayuda a los usuarios a comprender y realizar un seguimiento de los procedimientos en los servicios requeridos. Proporcionar atención a los usuarios muestra empatía con ellos, lo que aumenta la percepción de calidad de comunicación (Al-Nuaimi, Mahmood, & Jebur, 2014).
<b>Affordance</b>	El affordance son las propiedades percibidas y reales de la cosa, principalmente aquellas propiedades fundamentales que determinan cómo se podría usar. (Greiner & Ball, 1999).	Se basa en la percepción de la experiencia de las cosas, en que los diseñadores deben poder comunicar al usuario cuál de los elementos gráficos en la pantalla son interactivos (Greiner & Ball, 1999).

## 1.2 Interacción vs interactividad

Durante los últimos años ha existido un atractivo por Internet y el resto de tecnologías de la información y la comunicación. Medios, inversores, audiencias y científicos han encontrado interesante y necesario hablar de las cuestiones que se plantean sobre los medios interactivos (Sádaba, 2000). Los medios actuales tienen el potencial de ser “interactivos”, por lo que se les otorga un valor añadido que los hace más preciados, actuales e innovadores. Vale la pena hacer claridad en la palabra “interactividad” para evitar el uso inadecuado del mismo, por encontrarse escasamente definido (Estebanell, 2002), y aunque según nos cuenta Nam, Park, & Verlinden (2009), hay poca investigación sobre cómo conceptualizar las ideas de interactividad, en algunos trabajos lo diferencian de términos tan relevantes como la interacción. El interés de la investigación sobre la interactividad está aumentando, aunque poco en la conceptualización precisa de este término.

El primer paso, es definir la relación entre los términos interacción, interactivo e interactividad. La interacción implica al menos dos participantes. En el contexto de la interacción hombre-computadora, el ser humano está interactuando con el

computador. Se define un artefacto como interactivo si permite la interacción. También se utiliza el término interactividad para denotar los aspectos interactivos de un artefacto. La relación entre interactividad e interacción se convierte en lo mismo entre radioactividad y radiación, por ejemplo: Se sabe que el uranio es radioactivo; pero Madame Curie estudió la radiactividad como propiedad de este y otros elementos. Así también se toma que los computadores y sistemas modernos son interactivos porque permiten la comunicación, pero el estudio sobre si se da esta comunicación es ámbito de la interactividad. La interactividad puede usarse tanto para significar un fenómeno general como para significar una propiedad, como en "la interactividad de la computadora moderna"(Greiner & Ball, 1999).

Para la definición de la interactividad, se tiene como reto enfrentarse a un público que cada vez es más numeroso y que no se contenta con la mera recepción de ver, oír, leer, sino que desea interactuar, y ser sujeto de la comunicación, lo cual revela un desafío a afrontar en los sistemas educativos a la hora del desarrollo, y poner en práctica modelos y prácticas basadas en la interactividad, porque afecta a los principios de construcción del conocimiento, a la micro política del poder, al igual que al establecimiento de nuevas formas de aprender y de enseñar que no tiene precedentes a nivel masivo, excepto experiencias puntuales desarrolladas por comunicadores o pedagogos en contextos o espacios determinados (Aparici & Silva, 2012a).

Con lo anterior se requiere un nuevo enfoque, para conceptualizar, explorar, reflexionar y probar la interactividad. Para lo cual se busca, mediante la noción de lo que es según la literatura y del prototipaje de sus características, se desarrolle un modelo de conceptualización de la interactividad (Nam et al., 2009).

Los fenómenos de interacción e interactividad resultan centrales a la hora de analizar las actividades humanas. Más aún, si consideramos estas actividades con fines educativos, y mediadas por tecnología digital. Estos conceptos resultan esenciales en los espacios de enseñanza, que ven replanteados sus significados por las nuevas tecnologías digitales (Zangara & Sanz, 2013). La interacción y la

interactividad son componentes importantes en las fases de planeación, desarrollo y evaluación de los cursos en línea. La interactividad y la interacción están íntimamente relacionadas, el propósito de ambas es lograr una interacción cognitiva que propicie el aprendizaje (Gilbón y Contijoch, 2005).

### **1.2.1 Interacción**

Con el computador, el significado de la interacción a menudo se ocupa de la comunicación entre el ser humano y el ordenador. El significado de la interacción es más amplio entendido en disciplina de diseño donde Buchanan (2001) explicó que el diseño de la interacción se enfoca en cómo se relacionan los seres humanos con otros seres humanos a través de los productos. También menciona que los productos son experiencias, actividades o servicios; todos ellos integrados en una nueva comprensión de lo que un producto es o podría ser (Nam et al., 2009).

Greiner & Ball en (1999) muestran lo dicho por Baecker y Buxton en 1987, con definiciones como que la interacción es “el conjunto de procesos, diálogos y acciones a través de los cuales un usuario humano emplea e interactúa con un ordenador”. La interacción es un evento que ocurre entre dos o más sujetos. Puede ocurrir de forma síncrona o asincrónica utilizando la tecnología y la prestación de respuesta o retroalimentación como resultado. (Santos & Terra, 2016). La interacción es un proceso de comunicación bidireccional. Chen & Wang en (2009) citan a Norman el cual sugirió que el proceso de interacción es un bucle repetido de la secuencia de decisión de la acción de un ambiente. La interacción se da entre el aprendiente y el computador para acceder a información, almacenarla y procesarla, como es el caso del acceso en línea a bibliotecas, bases de datos, redes locales e Internet mediante herramientas de búsqueda específicas”(Gilbón y Contijoch, 2005).

### **1.2.2 Interactividad**

Según (Aparici & Silva, 2012a) y (Uribe, Duque, & Moreno, 2018)(Uribe, Duque, & Moreno, 2018)(Uribe, Duque, & Moreno, 2018) en los últimos 30 años el término interactividad ha pasado por diferentes etapas:



- Un periodo que teorizaba sobre las posibilidades de creación y autonomía de los usuarios frente a los mensajes estandarizados. Es importante destacar que el sentido depurado del término interactividad encuentra sus fundamentos en el arte «participacionista» de la década de los sesenta del siglo pasado, definida también como «obra abierta» por Umberto Eco.
- Un periodo tecnocrático que identificaba la interactividad como la relación del individuo con la máquina y sus posibilidades de navegación.
- Un periodo de banalización, que se está superando, porque el término «interactividad» era usado, sobre todo, como estrategia de marketing para la venta de cualquier producto.

Así mismo Aparici & Silva (2012), indican que solo a partir de 2004 la Web 2.0 ofrece unas posibilidades comunicativas que permiten llevar a la práctica un modelo y una práctica diferente a las estandarizadas en el que cada persona puede ser, potencialmente, un medio de comunicación, evolucionando el término de interactividad fortalecido a partir de la década de los ochenta con la divulgación y expansión de las TIC. El concepto de interactividad implicando Intervención por parte del usuario sobre el contenido, transformación del espectador en actor, diálogo individualizado con los servicios conectados, y acciones recíprocas en modo dialógico con los usuarios.

Nam et al., (2009), citando a Rafaeli, que definía la interactividad como una serie de intercambios de comunicación, cualquier tercera (o posterior) transmisión (o mensaje), está relacionada con el grado a que se refirieron los intercambios anteriores incluso ante transmisiones. En el contexto de la comunicación entre un humano y un artefacto, la interactividad se refiere al comportamiento interactivo de los artefactos como al experimentado por el usuario humano. Esta definición considera que la interactividad puede separarse de otras características del diseño, como la forma física o el color.

La noción de interactividad sugerida por Crawford, citado en el artículo de Nam et al., (2009), la define como un proceso cíclico en el que dos actores alternativamente actúan al escuchar, pensar y hablar. La analogía principal aquí es una conversación. Cuando dos personas tienen una conversación, uno comienza hablando y el otro escucha. La otra persona habla después pensando en lo que él o ella escucha. El proceso de conversación se vuelve iterativo cuando dos actores interactúan activamente.

En Jorge & Barboza (2016), la interactividad se entiende como un proceso de comunicación entre dos o más Individuos, que tiene lugar en un circuito de mensajes coherentes separados, que debe completar el ciclo (hacia y desde el estudiante).

La interactividad es el grado en que una tecnología de comunicación puede crear un entorno mediado para participar en intercambios de mensajes recíprocos en las formas de uno-a-uno, uno-a-muchos, y la comunicación muchos-a-muchos, tanto de forma síncrona y asincrónica. Por lo tanto, la interactividad consiste de tres factores, la estructura tecnológica de los medios de comunicación utilizados, las características de los entornos de comunicación, y las percepciones (Chen & Wang, 2009).

La interactividad se describe como la posibilidad que tienen los usuarios para incidir de manera directa en el desarrollo del mensaje a través de cualquier medio. Citando a Gilbert y Moore que definen la interactividad como un intercambio recíproco entre la tecnología y el aprendiente. La interactividad es una característica que se da en los cursos en línea cuando, a través de los medios digitales se presentan propuestas pedagógicas que propicien el aprendizaje significativo en diferentes niveles (Gilbón y Contijoch, 2005).

(Zangara & Sanz, 2013) también citan a Moore cuando indica, a través de asociar la interactividad con la autonomía, como “la medida en la que el estudiante en una propuesta de educación a distancia pueda determinar o elegir los objetivos, los recursos y los procedimientos de evaluación”, cuando la persona/s que lo usa/n

puede/n modificar el comportamiento o desarrollo del programa cumpliendo un camino de recorrido idiosincrásico; identificar formas en la presentación de los contenidos a los estilos de aprendizaje; encontrar situaciones, actividades o planteos respecto de lo que tiene que aprender más relacionados con su realidad y sus posibilidades de aplicación o transferencia; recibir información de retorno (no sólo correctiva sino explicativa) de cada una de las actividades y ejercicios propuestos, encontrar orientaciones que fomenten su meta cognición.

Para (Estebanell, 2002), la interactividad se definiría como un diálogo entre el hombre y la máquina, que hace posible la producción de objetos textuales nuevos, no completamente previsible a priori, destacando características como: la pluridireccionalidad del deslizamiento de las informaciones, el papel activo del usuario en la selección de las informaciones requeridas, y el particular ritmo de la comunicación. (Estebanell, 2002) con respecto a esto y basándose en la definición de Danver en (1994), aporta una clara y completa definición de interactividad diciendo que es el término que describe la relación de comunicación entre un usuario/actor y un sistema (informático u otro). Según él, el nivel de interactividad mide las posibilidades y el grado de libertad del usuario dentro del sistema, así como la capacidad de respuesta de este sistema en relación al usuario, en cualidad y en cantidad; y esta relación se podría poner en paralelo con el esquema de comunicación: emisor, receptor, respuesta (en feedback).

Para Aparici & Silva (2012a), el concepto más elevado de interactividad se asocia con la acepción más profunda de comunicación, y nombrando a Santa ella, señala que la interactividad en la red permite acceder a informaciones a distancia de manera no lineal, enviar mensajes que quedan disponibles sin valores jerárquicos, realizar acciones colaborativas, actuar en lugares remotos, visualizar espacios lejanos, coexistir en contextos reales y virtuales, pertenecer e interactuar en ambientes virtuales a través de diferentes procesos de inmersión. Para ello propone que los principios de la interactividad son básicamente tres: a) La participación-intervención: participar no es solo responder «sí» o «no» o elegir una opción determinada, supone interferir, intervenir en el contenido de la información o

modificar un mensaje. b) Bidireccionalidad hibridación: la comunicación es la producción conjunta de la emisión y la recepción, es la cocreación, los dos polos de codificar y decodificar se conjugan en uno solo. c) Permutabilidad-potencial.

La interactividad sería la capacidad de la tecnología que permite la comunicación bidireccional, bien interpersonal, bien comunicación entre hombre y sistema, en que el usuario controla la información que le proporciona la máquina y el modo en que la presenta. La interactividad se ostenta en diferentes grados, según sea la presencia de las distintas variables, lo que le da la cualidad de crecer o disminuir al evolucionar de modo dinámico. Conceptualizando, es la potencialidad de un sistema tecnológico de favorecer procesos comunicativos eficientes al permitir la presencia de elementos que hacen analogía a la comunicación mediada por la tecnología al dialogo (Sádaba, 2000).

La interactividad en ambientes educativos implica una comunicación bidireccional entre la plataforma del curso y un usuario, logrando sistemas digitales, que incorporan las excelentes capacidades de control, que proporcionan posibilidades de ramificación e integración más complejas. El resultado son sistemas que están en gran medida adaptados individualmente y el usuario recibe cierto grado de control (USDOD - U.S. Department of Defense, 1999).

Rafaeli & Sudweeks en (2006), definen interactividad como el grado en que los mensajes de una secuencia se relacionan entre sí, y especialmente en qué medida los mensajes posteriores relatan la relación de los mensajes anteriores, así como en 1991, se definió que la interactividad como individuos y organizaciones que se comunican directamente entre sí independientemente de la distancia o el tiempo. Al igual se define la interactividad como "la medida en que los usuarios pueden participar en la modificación de la forma y el contenido de un entorno mediado en tiempo real". La interactividad es una definición de tres cosas: la **velocidad con que el contenido** puede ser manipulado; **el rango de formas** en que el contenido puede manipularse; y **el mapeo**, o lo similar que los controles y manipulación en el

ambiente mediado son para controles y manipulación en un ambiente real (Coyle & Thorson, 2001).

(Asunción & Fernandez, 2006) citan a en su concepto de interactividad que aglutina tres factores correlacionados: el control activo de la información, la comunicación bidireccional y la sincronicidad o simultaneidad de la comunicación.

### 1.2.3 Retroalimentación

El «feedback» o retroalimentación actúa como refuerzo de los mensajes de la fuente de información y reproduce el camino y las pautas de la emisión (Aparici & Silva, 2012).

La retroalimentación se refiere al proceso de informar al alumno sobre la precisión de su respuesta. La retroalimentación se puede utilizar para abordar posibles errores del alumno o la falta de conocimiento previo. Los comentarios se pueden usar para ayudar a los estudiantes a aprender, mejorar la retención y medir cuánto han aprendido (USDOD - U.S. Department of Defense, 1999).

Jorge & Barboza (2016), basados en varios autores, consideran que la retroalimentación puede describirse como cualquier procedimiento o comunicación que se lleva a cabo para informar al alumno sobre la precisión de su respuesta, generalmente relacionada con una pregunta de instrucción. La retroalimentación puede permitir al alumno comparar su desempeño actual con el estándar o esperado, en educación a distancia. La retroalimentación es la información que se presenta al alumno después de una entrada, es un elemento importante para que el alumno regule el aprendizaje. La información que se aborda en los comentarios interactúa con el conocimiento previo, promoviendo el aprendizaje. A través de los comentarios, los participantes aprenden cómo comportarse, interactuar, hablar, razonar y realizar sus tareas en el entorno para poder alcanzar el objetivo propuesto, para instruir al alumno y mejorar gradualmente la interactividad / aprendizaje. En la educación en línea, el tiempo de retroalimentación es uno de los factores que deben

analizarse, debe ser importante la comunicación que apunta al cambio de comportamiento o estado de ánimo del alumno, con el objetivo de una mejora en el aprendizaje.

### **1.2.4 Ambientes de aprendizaje**

En Líber & Álvarez (2017), se muestran algunas definiciones a partir de algunos autores sobre los ambientes de aprendizaje, o para el caso puntual que se manejan en Ambientes Virtuales de Enseñanza Aprendizaje (AVEA), como el resultado de organizar, en el tiempo y en el espacio, elementos como el contenido, la interacción, la evaluación, el seguimiento y la orientación, con el propósito de lograr el aprendizaje; o como el conjunto de entornos de interacción, sincrónica y asincrónica, donde con base en un programa curricular, se lleva a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje a través de un sistema de administración del aprendizaje.

### **1.2.5 Evaluación**

El término evaluación es uno de los más utilizados en el ámbito educacional. En la mayor parte de las ocasiones está empleado en función de los exámenes y las calificaciones, es decir, la valoración de los resultados. Esta utilización tiene que ver con la concepción de la evaluación que tiene la mayoría de la población con respecto al aprendizaje (Álvarez & Tamayo, 2017). El Diccionario de la Real Academia Española da dos definiciones de evaluación: “1. Señalar el valor de una cosa. 2. Estimar, apreciar, calcular el valor de una cosa”. La concepción estática de la evaluación que se brinda en estas definiciones del Diccionario, en las que se resalta la acción de valorar resultados, responde a una visión de la educación también estática y centrada en los resultados y no en los procesos propiamente dichos. Por su parte, Álvarez & Tamayo (2017) citando a Joint Comitee, entiende la evaluación como un “enjuiciamiento sistemático sobre el valor o mérito de un objeto, para tomar decisiones de mejora”. Al analizar esta definición, se aprecia una profundización del concepto, pues no solo está dirigido a la valoración del objeto o proceso, sino que además está dirigido a la toma de decisiones partiendo de los resultados obtenidos en la evaluación, tomando en cuenta también variables de diversa índole que

pueden haber intervenido en el proceso. Otra definición del concepto de evaluación que toma en cuenta los elementos anteriores, y que además incluye elementos técnicos y metodológicos. Nuevamente Álvarez & Tamayo (2017) citando a Pérez Juste, quien se refiere a un “proceso sistemático, diseñado intencional y técnicamente, de recogida de información, que ha de ser valorada mediante la aplicación de criterios y referencias como base para la posterior toma de decisiones de mejora, tanto del personal como del propio programa”. La evaluación de un ambiente virtual tiene que estar orientada a valorar la calidad del mismo, en el sentido de las acciones formativas que a través de él se implementan y se ponen a disposición de los usuarios finales del mismo (estudiantes). Mediante la evaluación se puede determinar su filosofía pedagógica, su flexibilidad didáctica, sus funcionalidades y usabilidad.

## 2.Revisión del estado del arte

A continuación, se presentan algunos trabajos relacionados con las definiciones y modelos para determinar la interactividad en diferentes ambientes.

En Coyle & Thorson (2001) se citan varios autores que muestran un panorama del inicio e importancia de la interactividad: Fazio y Zanna en (1981), indican que las actitudes basadas en la experiencia directa resultan del comportamiento anterior hacia un objeto de actitud e indican que “se han proporcionado pruebas que indican que las experiencias directas conducen a una mayor coherencia entre actitudes y comportamientos que las experiencias indirectas”.

En Greiner & Ball (1999), se refleja un trabajo importante sobre la interactividad llamado “understing interactivity” o entendiendo la interactividad, donde se plantea que la relación entre interactividad e interacción se convierte en lo mismo entre radioactividad y radiación. Las computadoras modernas son interactivas y la interactividad puede usarse tanto para significar un fenómeno general como para significar una propiedad, como "la interactividad de la computadora moderna". Ahora en Estebanell (2002) citando a Vygotsky se señalaba que las personas desarrollan formas de interpretar las estrategias para relacionarse con su mundo que está estrechamente vinculadas con el tipo de interacciones que pueden establecer con las herramientas y sistemas de signos externos (códigos de comunicación que emplean signos externos con significados).Cuanto mayor sea el nivel de interactividad, se logra un mayor compromiso del usuario (Nam et al., 2009).

En Stokes (2012) se propone que la interactividad, como característica de los ambientes en línea, ha abierto vías para el aprendizaje en colaboración, el establecimiento de comunidades profesionales de aprendizaje en línea, y el intercambio de información y



---

opiniones. Tal intercambio puede ser abierto, fluido, y puede extender las fronteras de la instrucción planificada y presentada por expertos. Con ello propone un modelo de la interactividad, pero solo en propuestas de educación a distancia.

A continuación, como resultado de la búsqueda de iniciativas para evaluar la interactividad en las tecnologías de información, y principalmente en los ambientes educativos, se presentan algunas investigaciones y artículos sobre el tema.

En la evaluación de la interactividad se encuentran trabajos que se cuestionan sobre las características que se pueden medir como lo hace Sims (1997), citando a diversos autores con los cuales sustenta las preguntas sobre el cómo medir y dar un significado a la interactividad, al igual que plantea un modelo para la interactividad donde detalla un modelo tridimensional (metodología, orientación y resultados) de exploración de la información para tener un contexto más lógico basado en la gama de actividades que puedan ocurrir durante el encuentro de un alumno con material didáctico, describiendo la interacción entre un usuario y el sistema. Este mismo modelo tridimensional es nombrado por Greiner & Ball (1999).

Sádaba (2000), presenta una descripción de interactividad y da ejemplos con algunos niveles de interactividad como guía para implementarlos en la Web. Coyle & Thorson, (2001), en su trabajo sobre los efectos de los niveles progresivos de interactividad y vivacidad en los sitios web de marketing se plantea que al manipular los niveles de interactividad, aumenta la experiencia de los participantes de la tele presencia, y mejora las actitudes hacia el sitio web y su consistencia con los comportamientos del usuario-ambiente.

En el trabajo de Belkin et al. (2003) sobre las oportunidades y retos en la evaluación de información interactiva se centra en cuestiones de recuperación, basado en que las motivaciones y comportamientos son más variados y difíciles de medir que en la recuperación de la información tradicional. Los trabajos revisados demuestran el interés en la evaluación y medición de la interactividad en diversas disciplinas.

Evans & Sabry (2003), en su propuesta sobre un modelo de evaluación de interactividad en sistemas de aprendizaje en Web, resaltan las ventajas potenciales de los sistemas de aprendizaje basados en la Web y su potencial provisión de interactividad. Este trabajo considera el proceso de evaluación de la interactividad, pero solo desde una perspectiva heurística o de expertos, utilizando la evaluación de usabilidad, sobre tres vías, sin tener en cuenta la diferencia entre usabilidad e interactividad tal como lo plantean (Asunción & Fernandez, 2006).

En Domagk et al.(2010)se presenta un modelo completo, donde describen la interactividad en multimedia incluyendo aspectos como la orientación cognitiva y motivacional en los aspectos que influyen la interactividad, con la salvedad que excluyen conscientemente tratar los niveles de la interactividad, para darle más importancia a las actividades cognitivas del alumno, afirmando que son las que marcan la diferencia por las características y estados afectivos del alumno.

En Aparici & Silva (2012a) se buscan modelos pedagógicos interactivos desde la óptica del modelo transitivo de la educación. El modelo de distancia transaccional educativo de Zangara & Sanz(2012), aporta conceptos importantes en el tema. En Evans & Sabrá, (2003), se hace propuesta orientada solo a los sistemas de aprendizaje en la red, donde se resalta que integran una primera idea de un modelo basado en la retroalimentación y realizan una evaluación, pero desde la perspectiva y herramientas de la usabilidad como la heurística para manejar la interactividad. También se encuentra en Chang (2015) el modelo de cuatro niveles de aprendizaje electrónico, donde el cuarto nivel se refiere al aprendizaje interactivo, en especial en línea de simulación, donde no sólo se combinan todos los beneficios de los tres primeros niveles, sino que también se fortalece en gran medida la creación y el intercambio de conocimientos mediante presentaciones y conversaciones cara a cara, debates y discusiones en línea. El modelo contiene aspectos de aprendizaje interactivo ya que hace uso de software, Internet y videoconferencias para ayudar al aprendizaje, en presencia de profesores y tutores.

En (Guevara et al., 2015)se expone un trabajo donde se plantean cuáles son los niveles y efectos de la interactividad en el aprendizaje de los estudiantes de tecnología como

muestra práctica. A su vez se muestra que en el estándar IEEE 1484.12.3 se propone una categorización, pero se limita a mencionarla sin dar criterios claros que permitan evaluar un contenido como interactivo.

En (Álvarez & Tamayo, 2017) se plantea que las acciones investigativas han permitido determinar con regularidad que existen insuficiencias en los modelos de evaluación de la interactividad y la utilización eficiente de los Ambientes Virtuales de Enseñanza Aprendizaje(AVEA), dadas por la escasa preparación de los docentes y poca exigencia para utilizar los AVEA; la insuficiente preparación de los estudiantes para el uso de los mismos debido a que los planes de estudio no son exigentes hacia el uso de los mismos; el bajo aprovechamiento de las potencialidades de la interactividad; la inexistencia de estrategias para las diferentes formas de organización del proceso, entre otras, que limitan la gestión del conocimiento. Todas estas insuficiencias y problemáticas requieren ser atendidas y resueltas desde la investigación científica en el contexto académico, de manera que permitan una eficiente interactividad de los actores dentro de los AVEA.

Como se aprecia en esta revisión, el tema es de interés, debido a la necesidad de garantizar la interactividad en los entornos de aprendizaje. Hay diversas visiones y algunos acercamientos a su medición, pero las propuestas encontradas se aplican a casos específicos dentro de la educación asistida por tecnologías, dejando abierto un espacio para esta tesis, orientada a proponer un modelo Integrado de evaluación de la interactividad en ambientes educativos.

## 3. Modelos de interactividad

Un alto número de definiciones y cambios ha tenido el concepto de interactividad a través del tiempo, al igual que los acercamientos a modelos sobre la interactividad. En esta sección se muestran algunos de los más representativos encontrados en la revisión y se exponen las características significativas en la propuesta final del modelo integral, que servirá de referencia para evaluar la interactividad en los ambientes de enseñanza y aprendizaje.

### 3.1 Modelos base de referencia sobre la interactividad

Los modelos encontrados sobre la interactividad son los siguientes:

#### 3.1.1 Modelo transaccional de la interactividad

El modelo de distancia transaccional de Zangara & Sanz(2013), permite comprender el fenómeno de la enseñanza mediada como un espacio de comunicación, en el que la distancia geográfica o física de los docentes y los alumnos no es un elemento fundamental a la hora de planificar e implementar una propuesta de enseñanza. Describe tres elementos, presentes en toda propuesta de enseñanza, que se redefinen en los espacios de educación mediada con tecnología.

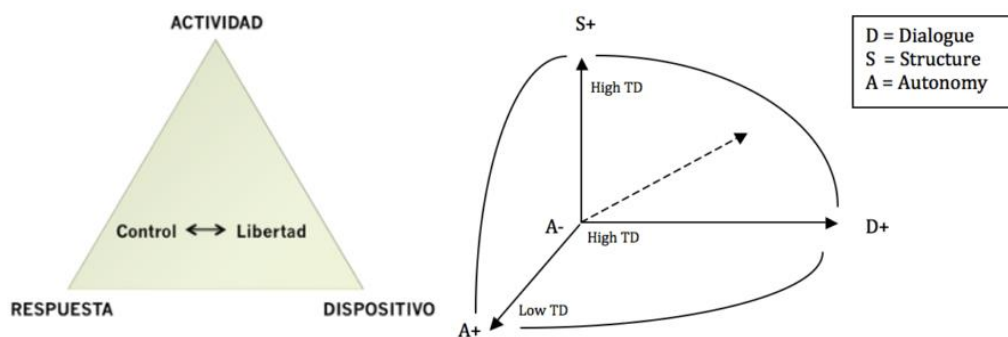
**Estructura**, como espacio de prefiguración, de diseño en los niveles de curso, materiales, actividades y evaluación.

**Diálogo**, como elemento transaccional de interacción entre personas e interactividad con los materiales.

**Autonomía**, como competencia metacognitiva de autorregulación del estudiante que le permite, entre otras cosas, hacer uso óptimo de los dos elementos que le proporciona la propuesta.

El modelo transaccional representado en la figura 3-1 de Zangara & Sanz (2013), se basa principalmente en el equilibrio entre el control y la libertad que tiene el alumno limitado por las actividades que realiza, la respuesta que se reciba de las dos partes, y los dispositivos que se utilizan para realizar el proceso. Este modelo está orientado al material y las herramientas donde se realiza la interactividad.

**Figura 3-1:** Modelo transaccional de la interactividad y sus dimensiones.



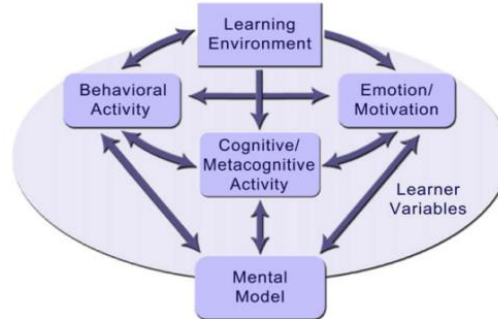
La anterior grafica muestra el equilibrio entre los tres elementos, los cuales son la respuesta o dialogo, el dispositivo o estructura y la actividad o autonomía dentro de la interactividad en un ambiente de aprendizaje.

### 3.1.2 Modelo integral de multimedia interactiva

El modelo integral representado en la figura 3-2 de Domagk et al. (2010), incluye varios de los aspectos que intervienen alrededor de un ambiente de aprendizaje basado en la concepción de las habilidades y contexto del alumno. Se basa principalmente en el alumno más que en la herramienta y no incluye la concepción de clasificar los niveles o grados de interactividad y se aleja del factor humano de la interactividad. Se asocia el ambiente de aprendizaje con las actividades que

promueven la conducta, emoción/motivación y los procesos de meta-cognición, lo que conjuntamente determina el modelo mental relacionado con el aprendiz.

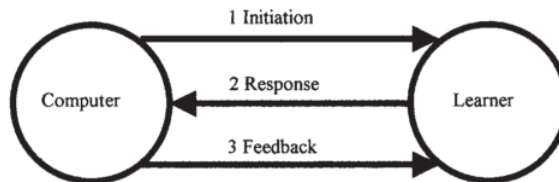
**Figura 3-2:** Modelo integrado de interactividad multimedia.



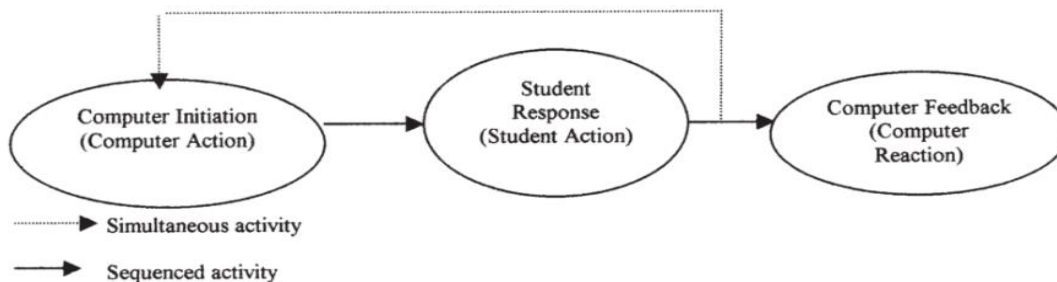
### 3.1.3 Modelo de interactividad de los tres caminos

El modelo de los tres caminos de Evans & Sabry (2003), el cual muestra la relación entre el computador y el aprendizaje, en el cual ocurren eventos como la inicialización de la comunicación, la respuesta y la retroalimentación; se puede ver en las figuras 3-3 y 3-4, que representa principalmente una de las características de la interactividad: como es la retroalimentación, se muestra el modelo, su ciclo, y su evaluación en un proceso de diálogo con el ambiente de aprendizaje y el alumno.

**Figura 3-3:** Modelo de los tres caminos de la interactividad.

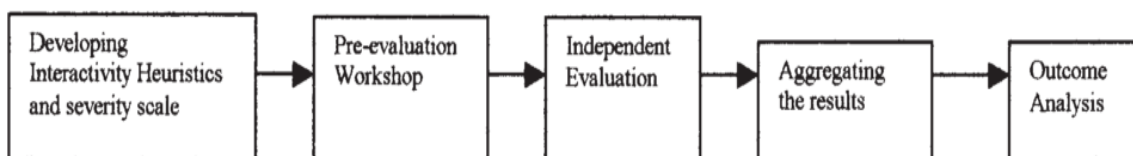


**Figura 3-4:** Ciclo o retroalimentación de la interactividad.



Ahora bien, dada la necesidad de realizar un acercamiento a la evaluación de la interactividad en un ambiente de aprendizaje con un modelo como en el de la figura 3-4, en la figura 3-5 donde Evans & Sabry (2003) proponen un proceso de evaluación, pero solo se tiene en cuenta la característica de la retroalimentación como principal elemento para evaluar la condición de interactividad.

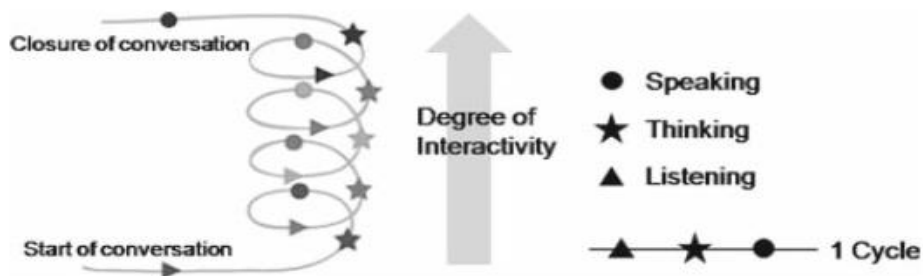
**Figura 3-5:** Las cinco fases para el proceso de evaluación interactiva.



### 3.1.4 Modelo conceptual de interactividad.

El modelo conceptual de la interactividad propuesto, y que se puede visualizar en la figura 3-6, muestra el proceso comunicativo de la interactividad como parte de una verdadera comunicación verbal, en el cual se evidencian las fases de habla, pensamiento y escucha, al igual que los ciclos que se dan entre estos, y como apoyan el nivel de interactividad.

**Figura 3-6:** Representación visual del modelo conceptual de interactividad (MCI).



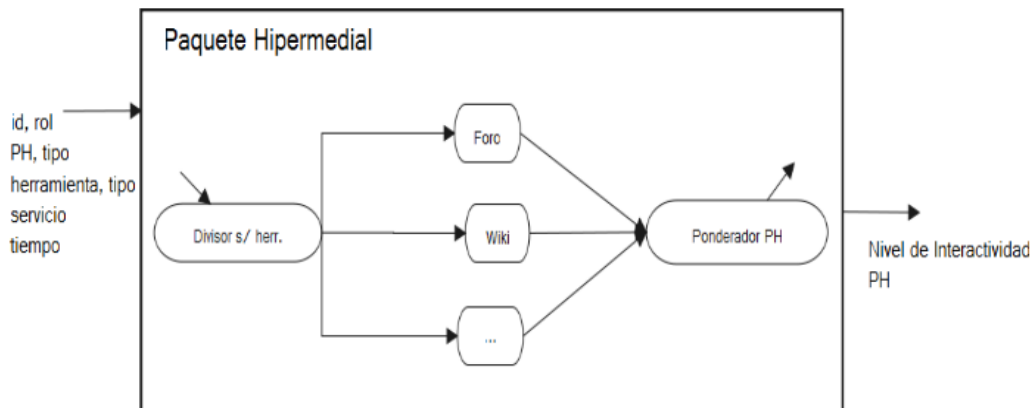
### 3.1.5 Modulo DEVS (Discrete EVent System specification)

El modelo DEVS procesa una trayectoria de eventos de entrada y, según esta trayectoria y sus propias condiciones iniciales, produce una trayectoria de eventos de salida como se muestra en la Figura 3-7 propuesta por (Luján Rodríguez et al., 2011), con el objetivo que con mediciones y métricas que captura con las herramientas de interacción, se puedan generar paquetes hipermedia (PH) que permitan la participación, que en este trabajo es la medición fundamental para dar un resultado sobre el nivel de interactividad como se ve en las figuras 3-7 y 3-8.

**Figura 3-7:** Modelo general de DEVS.



**Figura 3-8:** Modelo descriptivo de los módulos acoplados que integran un PH.



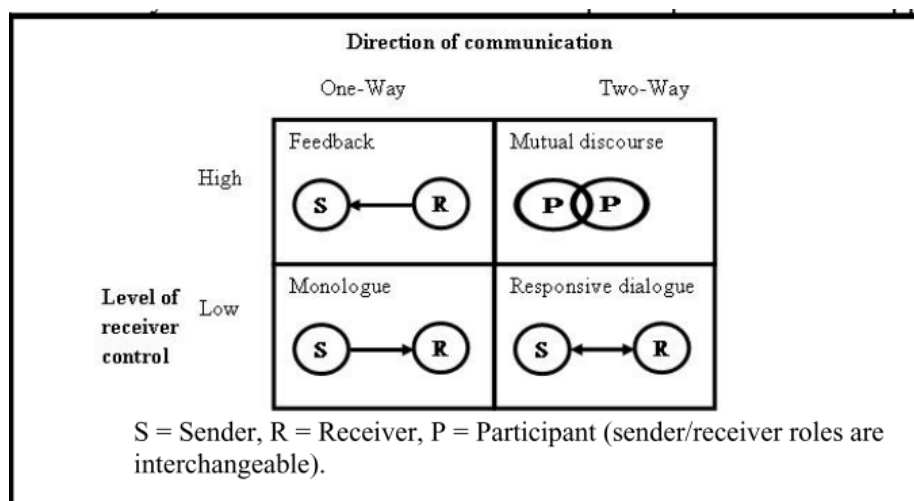
Se postula que los paquetes hipermediales son los componentes conceptuales básicos del Dispositivo Hipermedial Dinámico, entonces se deben integrar para obtener el nivel total de interactividad de cada participación.



### 3.1.6 Cuatro modelos de interactividad de usuario a usuario

En el diagrama de los 4 modelos de la interactividad de usuario a usuario (El, Mahmoud, & Auter, 2009), presenta un esquema donde retoma otros trabajos y autores y propone determinar el nivel de interactividad de forma simple, a partir de las direcciones de la comunicación y del nivel del control que tenga el receptor y se clasifica la interactividad como de feedback, discurso mutuo, dialogo responsivo o monologo, como se muestra en la figura 3-9.

**Figura 3-9:** Cuatro modelos de interactividad de usuario a usuario.



A partir de los modelos presentados en este capítulo y el resumen condensado en la tabla 3-1, sobre propuestas de medición de las características de la interactividad, se puede inferir las necesidades de la interactividad en el contexto educativo soportado en TIC, se notan importantes iniciativas para solventar la necesidad de un instrumento o modelo que pueda proporcionar la interactividad conseguida en las plataformas o ambientes de aprendizaje, buscando dotar la evaluación de la interactividad de criterios objetivos. Pero como se observa en trabajos como los de Zangara & Sanz (2013), Luján Rodríguez et al. (2011), Nam et al., (2009), entre otros, hay abiertos puntos importantes en este camino para recoger características esenciales en la evaluación y la determinación de la forma de medir la interactividad, dado que la mayoría de los trabajos reflejan modelos específicos para cada

plataforma y en la mayoría solo se incluyen calificaciones cualitativa o cuantitativa exclusivamente y casi nunca se integran los dos criterios para la evaluación de la interactividad.

Este trabajo se orienta a la integración de elementos de los modelos propuestos por estas investigaciones y otros trabajos sobre el tema y se plantea la creación de un modelo como herramienta para la evaluación de la interactividad en los ambientes de enseñanza y aprendizaje, incorporando métricas tanto cuantitativas como cualitativas, además de un acercamiento a los mecanismos para el cálculo automático o semiautomático.

**Tabla 3-1:** Cuadro comparativo de medición de características de la interactividad en los diferentes modelos.

#	Característica	medición	Autor	Revisión
1	El grado de interactividad (con respecto a la retroalimentación)	$\text{Grado de interactividad} = \sum_{n=1}^s \sum_{m=1}^{cy} (f_l(n, m) * f_t(n, m) * f_s(n, m))$ (Retroalimentación) <p>cy = El número de ciclos en cada proceso.            fS () = Función determina el grado de speaking o hablado.            fT () = Función determina el grado de thinking o pensamiento            fL () = Función determina el grado de listening o escucha            s = El número de situaciones.</p>	(Nam et al., 2009)	Muestra una medición precisa de la retroalimentación, pero esta es solo un aspecto de la interactividad, falta también una clasificación de los resultados de la función presentada
2	La densidad de la red	$\Delta = \frac{\sum x_{ij}}{n(n-1)/2}$ <p>Densidad = (Número de relaciones efectivas / Número de relaciones o lazos posibles)</p> <p>En el caso de los grafos no orientados  <b>Densidad= 2R/(N*(N-1))</b>            N: Número de nodos</p>	(Sohn & Lee, 2005)	Da una propuesta de la utilización del ambiente de aprendizaje, pero solo indica la cantidad de individuos que interactúan.
3	El nivel de la participación en la herramienta Hipermedia	Nivel de interactividad de la participación en H = C1*C2*C3*C4 Tipo de herramienta De formato transmisor (ej.: links, recursos). C1 = 1	(Luján Rodríguez et al.,	Muestra de manera más formal y amplia una medición de varias de las características de la interactividad, y arrojan

#	Característica	medición	Autor	Revisión
		<p>De formato interactivo (ej.: foros, wiki). C1 = 2</p> <p>Tipo de servicio utilizado            Crear. C2 = 2            Consultar. C2 = 1            Editar. C2 = 2            Borrar. C2 = 1</p> <p>Rol del participante            Docentes. C3 = 1            Alumnos. C3 = 2</p> <p>Usuarios que utilizan la herramienta            Uno o dos participantes. C4 = 1            Tres o más participantes. C4 = 2</p>		<p>un valor cuantitativo medible y replicable, pero no hay clasificación o valoración de este resultado (No se puede concluir si dado un valor este es bueno o malo y que implicaciones o características nos arroja). Deja por fuera varios aspectos propuestos por otros autores</p>
4	Métrica del ponderador del PH (Paquete hipermedia)	<p>Nivel Interactividad de la participación en el PH = <math>B1 \cdot B2 \cdot B3</math></p> <p>Nivel Interactividad de la participación en la herramienta  <math>B1 = C1 \cdot C2 \cdot C3 \cdot C4</math></p> <p>Tiempo entre la última participación y la actual            Si es menos de un día. B2 = 3            Si es menos de una semana. B2 = 2            Si es más de una semana. B2 = 1</p> <p>Cantidad de herramientas utilizadas            Si utiliza tres o más herramientas. B3 = 3            Si utiliza dos. B3 = 2            Si utiliza una. B3 = 1</p>		
5	El nivel de interactividad (comparación cualitativa, cuantitativa)	<p>Niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 – Lineal</li> <li>1 – Acción</li> <li>2 – Elección</li> <li>3 – Multidireccionalidad</li> <li>4 – Dialogo</li> <li>5 – dialogo simulado</li> </ul>	(Salinas, 1988)	<p>Muestra una escala que permite concluir un valor o nivel con respecto al tipo de comunicación. Pero no ofrece medir automáticamente estas características para arrojar el valor cuantitativo que se propone</p>

#	Característica	medición	Autor	Revisión
6	El control	<p>           D = Dialogue            S = Structure            A = Autonomy         </p>	(Zangara & Sanz, 2013)	Muestra las dimensiones de la estructura entre el control que se le da al estudiante, la estructura que da el contenido, y el dialogo que ocurre. Pero son conceptos de la interactividad muy generales como para medirlos a través de una herramienta, se requiere detallar para su medición.

## 4. Propuesta para evaluación de la interactividad en ambientes virtuales de aprendizaje.

El modelo presentado recoge la definición adoptada por esta Tesis sobre la interactividad como:

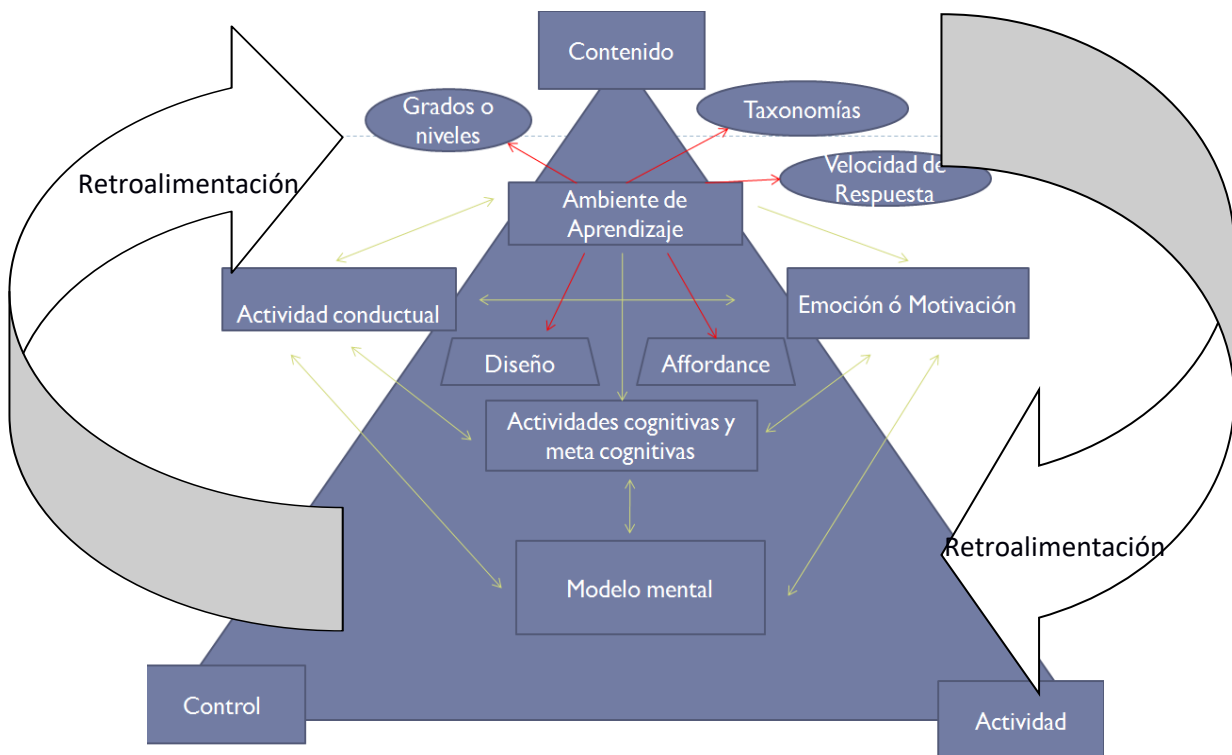
*Característica de un proceso de comunicación entre mínimo dos actores, (alumno y ambiente) que tiene lugar a través de un circuito de mensajes coherentes, separados y conste de diálogo o conversación, los cuales cumplan con: a) La posibilidad de Control sobre el contenido, el cual se ve involucrado por la participación e intervención del alumno b) Retroalimentación: la comunicación es la producción conjunta de la emisión y la recepción, es la cocreación, los dos polos de codificar y decodificar se conjugan en uno solo. Se debe intercambiaren el rol entre emisor y receptor, al igual que generar respuestas relacionadas unas con otras c) Multidireccionalidad: Permitir múltiples opciones en el sistema da la posibilidad de elegir el camino de aprendizaje, sin perder el objetivo del mismo, relacionado con un diseño que permite varias posibilidades en el camino del aprendizaje. (Fuente propia).*

El modelo incluye elementos de varias de las propuestas relacionadas con la interactividad, principalmente aquellos que han abordado el tema en los ambientes de aprendizaje. La propuesta es expuesta gráficamente en la figura 4-1 y adapta la propuesta inicial en Uribe et al., (2018); basado en los modelos de Domagk et al., (2010), y Zangara & Sanz, (2013) y los conceptos de las características de la interactividad de Rafaeli & Ariel (2012b), Greiner & Ball (1999), Sims (1997), Veraszto et al. (2009) y Guevara et al. (2015); esta

propuesta determina características que permitan evaluar la interactividad en ambientes educativos.

La propuesta se recoge en el modelo de la interactividad integral presentado en la figura 4-1, donde se evalúan diferentes características de la interactividad y se da una guía para indicar cuan interactivo puede ser un ambiente de aprendizaje, buscando ofrecer mecanismos que se puedan implementar, en lo posible, para que se obtengan en forma automática o semiautomática los valores de las métricas y preferiblemente integrados al sistema de aprendizaje.

**Figura 4-1:** Modelo para evaluar la interactividad integral.



Para la evaluación de cada una de las características relacionadas con la interactividad se definen elementos que faciliten su medición y posteriormente se validan en un caso particular.

## 4.1 Velocidad de respuesta promedio (VR)

En el trabajo de Estebanell en (2002), se indica que la interactividad tiene una doble vertiente. Por una parte, implica la capacidad técnica de conceder el máximo de posibilidades de comunicación entre el usuario con la máquina y, por otra, implica conseguir que el tiempo de respuesta de un ambiente, en relación a las acciones realizadas por el usuario, sea reduzcan.

Para medir el tiempo de respuesta de un ambiente dedicado a la enseñanza y aprendizaje, se propone usar mecanismos y herramientas de logs o registros del sistema, el cual debe tener por lo menos un campo que indique algún registro de tiempo y con ello obtener un lapso de tiempo de la actividad y comparar el valor de un usuario con el promedio de todos los usuarios en el ambiente de aprendizaje, con base en la propuesta presentada en (Estrada, 2014) y como se muestra en las fórmulas 4-1 y 4-2.

$$TR = \frac{\sum_{i=0}^n (Tf_i - Ti_i)}{nn} \quad (4-1)$$

$$VR = \frac{nn}{\sum_{i=0}^n (Tf_i - Ti_i)} \quad (4-2)$$

**TR** = (tiempo promedio por registro).

**VR** = (registros por tiempo).

**Tf** = Tiempo final de un registro.

**Ti** = Tiempo inicial de un registro.

**nn** = cantidad de registros de usuario en el sistema.

El tiempo de respuesta TR, es el promedio de los tiempos de respuesta de cada uno de los registros de los usuarios o alumnos en el ambiente de enseñanza y aprendizaje. La medición de la velocidad y el tiempo de respuesta, con relación a si existe crecimiento de aprendizaje en el desarrollo de una actividad, radica en que esta se realice más rápido (velocidad) o en el menor tiempo posible (mejor tiempo de respuesta), como ocurre en el concepto de curva de aprendizaje. Dado que en el proceso de aprendizaje pueden ocurrir situaciones en que los valores de las interacciones cambien con respecto al tiempo, estas mediciones son el promedio que tiene el ambiente de aprendizaje. La evaluación del crecimiento de aprendizaje

en el alumno por medio de la interactividad, está por fuera del alcance de esta tesis, pero se plantea como una posible consecuencia positiva de la buena interactividad que ofrezca el ambiente de enseñanza y aprendizaje.

Ahora, la sola velocidad de respuesta VR debe de estar referenciada por un tiempo máximo en la que las actividades deben de ser desarrolladas para que se pueda cumplir con su realización, lo vemos en los exámenes de admisión, talleres, presentaciones y demás actividades académicas presenciales, y no es diferente en los ambientes de aprendizaje que, aunque dan mayor flexibilidad deben garantizar un tiempo adecuado para la realización de las actividades en pro de garantizar el aprendizaje. Esto se debe incluir en la característica de la velocidad mínima de respuesta VMR y debe poder ser una característica a tener en cuenta en la formulación de este aspecto dentro de la interactividad. De ¿dónde obtener este VMR?, la opción automática es tomar el dato de la velocidad con mayor tiempo, o velocidad más baja, en el que se tiene registrado la realización de un tipo de actividad y que este sea el referente de VMR, la otra opción es tener un valor fijo definido por actividad para su realización o finalización de la actividad en el ambiente, lo importante es que entre ambientes se utilice el mismo referente de VMR para evitar subjetividad en esta característica. Con el VMR se garantiza que la medición de la velocidad de respuesta se encuentre en un rango de 0 a 1, ¿cómo?, dividiendo VMR por VR, y garantizando que al ser VRM la velocidad mínima, (Por lo que en la proporción VRM será más pequeño  $VMR \leq VR$ , por lo que si VMR es cercano a 0 la velocidad V será de cercana 0, cualquier otro resultado será entre 0 y 1, ver tablas 4-1 y 4-2.

Así mismo se debe garantizar que a mejor tiempo que se realicé una actividad, debe obtenerse una mejor medición para los procesos de cálculo de la interactividad, por lo que en la fórmulas 4-4 y 4-5, se tendrá encuentra tanto el VMR como el control para darle importancia al menor tiempo de realización de una actividad representado en restarle uno (-1) al resultado de todo lo anterior solo teniéndole en cuenta el |valor absoluto|.



$$"VMR = Min(VR)" \quad (4-3)$$

$$V = |(VMR/Vr) - 1| \quad (4-4)$$

$$V = \left| \left( \frac{VMR}{\frac{nn}{\sum_{i=0}^n (Tf_i - Ti_i)}} \right) - 1 \right| = \left| \left( \frac{VMR * nn}{\sum_{i=0}^n (Tf_i - Ti_i)} \right) - 1 \right| \quad (4-5)$$

**Tabla 4-1:** Tabla de prueba de velocidad esperada con nn (1 usuario) y tf-ti (tiempo) consecutivo.

	1t	2t	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	
nn	12	13	6	3	12	9	2	5	20	3	registros
tf-ti	727	735	463	103	20	461	378	125	729	340	segundos
vr	0,017	0,018	0,013	0,029	0,600	0,020	0,005	0,040	0,027	0,009	registros/segundo
VMR	0,01										registros/segundo
V	0,39	0,43	0,23	0,66	0,98	0,49	0,89	0,75	0,64	0,13	

**Tabla 4-2:** Tabla de prueba de velocidad esperada con nn (usuario) y tf-ti (tiempo) aleatorios.

	1t	2t	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t
nn	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
tf-ti	25	18	22	22	1	6	14	22	46	50
vr	0,04	0,06	0,05	0,05	1,00	0,17	0,07	0,05	0,02	0,02
VMR	0,02									
V	0,50	0,67	0,60	0,60	0,98	0,88	0,71	0,60	0,00	0,00

Un ejemplo de las estimaciones que se tiene de este tiempo máximo por actividad o velocidad mínima es lo que presenta (Martinic, 2015) en la tabla 4-3 en el que nos muestra como en las actividades académicas en este caso presenciales desde su estudio se tiene un tiempo estimado máximo para la realización de ciertas actividades:

**Tabla 4-3:** Cuadro de porcentaje en horas que se tienen presupuestado para realizar ciertas actividades en un periodo de 8 horas.

Tipo de actividad complementaria a principales sectores y subsectores	Establecimientos que realizan la actividad (%)	Promedio de horas pedagógicas realizadas en la semana	En el tiempo total de libre disposición (%)
Taller lenguaje y matemáticas (LEM)	27,6	1,7	12,7
Reforzamiento (en general)	25,6	1,5	10,4
Lenguaje y comunicación	76,7	1,6	33,3
Matemáticas	56,6	1,7	26,1
Estudio y comprensión de la naturaleza	20,4	1,8	10,0
Estudio y comprensión de la sociedad	5,9	1,6	2,6
Idioma extranjero	10,3	1,4	3,9
Religión	2,3	1,4	0,9
<b>Total</b>	---	<b>1,6</b>	<b>100,0</b>

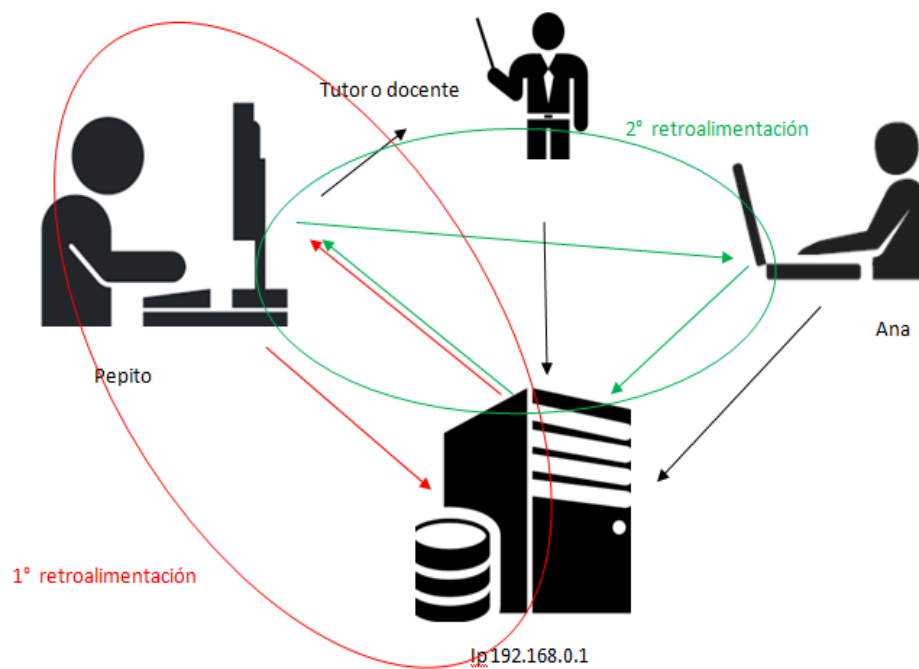
## 4.2 La retroalimentación o “feedback” (R)

Para el cálculo de este factor también se utiliza la información de los logs del ambiente de aprendizaje, pero con base en el campo que representa al usuario o por la dirección IP de conexión del usuario. Ver la tabla 4-4, y las figuras 4-2 y 4-3.

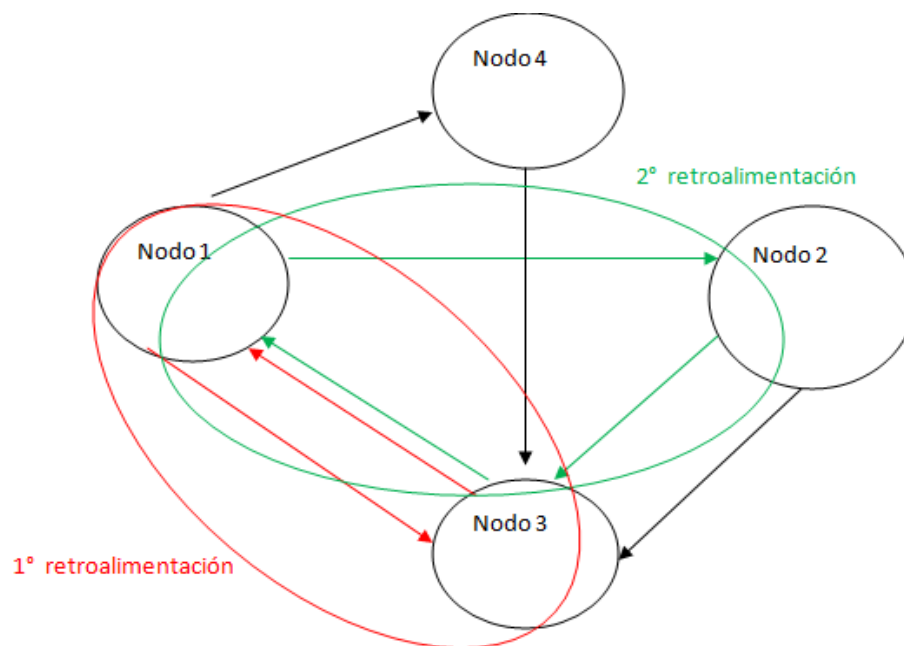
**Tabla 4-4 :** Registro de logs en un sistema de información.

#	USUARIO	FECHA Y HORA	CONTENIDO	ACCIÓN
1	Tutor o docente	22/08/2017 11:29:00 am	Programación 1	Crear
2	Pepito	22/08/2017 2:00:03 pm	Programación 1	Consultar
3	Ip 192.168.0.1	22/08/2017 2:05:18 pm	Programación 1	Actualizar
4	Ana	22/08/2017 2:05:18 pm	Programación 1	Actualizar
5	Pepito	22/08/2017 2:00:03 pm	Programación 1	Compartir
6	Ana	22/08/2017 2:05:18 pm	Programación 2	Crear
7	Tutor o docente	22/08/2017 3:30:03 pm	Programación 2	Consultar
8	Tutor o docente	22/08/2017 3:30:59 pm	Programación 1	Eliminar

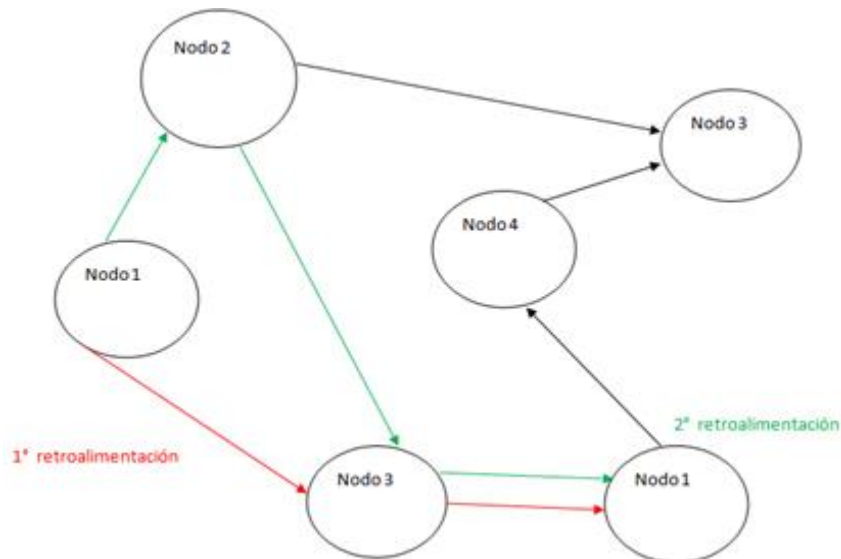
**Figura 4-2** :Comunicación entre actores (usuarios y maquinas) en el sistema de aprendizaje.



**Figura 4-3**: Comunicación entre usuarios en el sistema de aprendizaje.

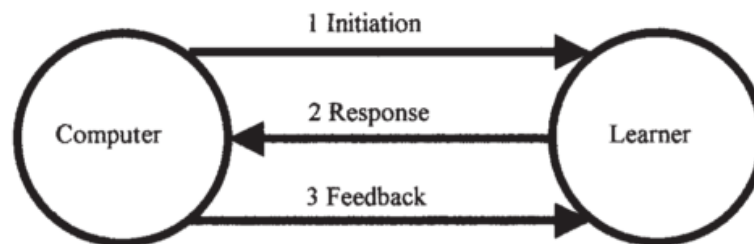


**Figura 4-4:** Comunicación entre usuarios (representados en nodos) en el sistema de aprendizaje.



Los autores Evans & Sabry (2003), plantean un modelo sobre la retroalimentación que se da entre el computador o ambiente de aprendizaje y el estudiante, en el cual se da una iniciación sobre la actividad a desarrollar, después el estudiante da una respuesta, y el ambiente genera una retroalimentación con este usuario frente a la respuesta generada. Ver Figura 4-5.

**Figura 4-5:** Modelo de los tres caminos de la interactividad.



A partir del anterior modelo, se asocia lo siguiente:

**n:** Son las emisiones del sistema o ambiente hacia el alumno incluyendo la retroalimentación.

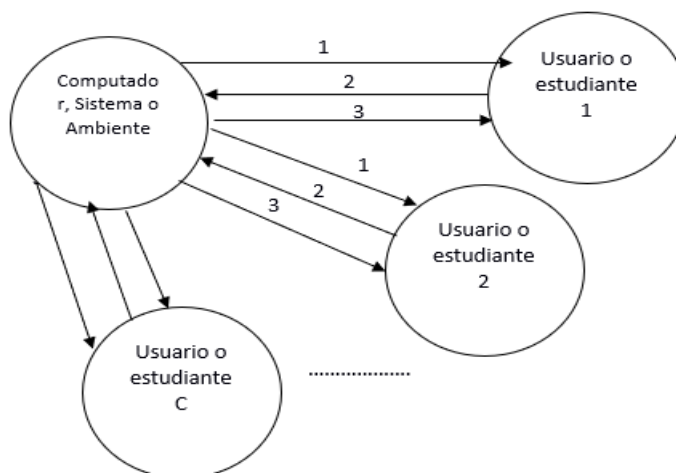
**nn:** Son las respuestas de los alumnos con respecto a las emisiones del sistema.

**N:** Son todas las emisiones tanto del sistema como del alumno.

**C:** Cantidad de nodos o participantes

Así mismo el modelo de la Figura 4-5, se puede representar de la siguiente forma:

**Figura 4-6:** Modelo de los tres caminos de la interactividad con múltiples usuarios o estudiantes.



Para los modelos de las figuras 4-5 y 4-6, si se mantiene el planteamiento de los tres caminos por estudiante tendríamos los siguientes valores por cantidad de nodos o participantes, descritos en la tabla 4-5.

**Tabla 4-5.** Datos de proyección modelo de los tres caminos.

Nodos (C)	Emisión de salidas (n)	Respuestas (nn)	Cantidad de registros (N)
2	2	1	3
3	4	2	6
4	6	3	9
5	8	4	12
.....	.....	.....	.....
C	n	nn	N

Con los datos anteriores se expresan las siguientes fórmulas 4-7, 4-6, y 4-8; que se dan sí se cumple perfectamente el modelo:

$$n = (C - 1) * 2 \quad (4-6)$$

$$nn = C - 1 \quad (4-7)$$

$$R = (N - (n/2 + nn))/(C - 1) \quad (4-8)$$

Dado en que en las salidas de la variable n se encuentra el dato de la retroalimentación, procedemos a remplazar la n por su equivalente de (C-1) \* 2 y quedaría la siguiente fórmula:

$$R = (N - ((C - 1) + nn))/(C - 1) \quad (4-9)$$

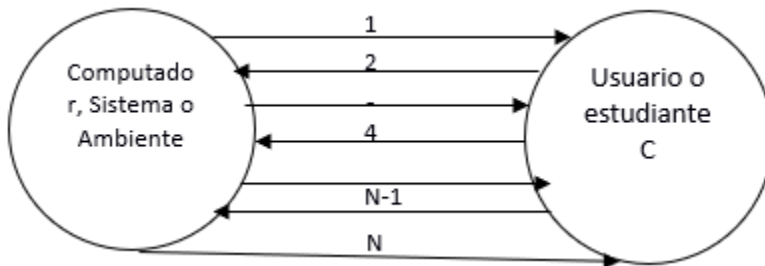
Donde sí N es la cantidad total de los registros dentro del ambiente de aprendizaje, lo que se le resta solo la emisión de inicio de la actividad representado en n/2 ó C-1 y la emisión de la respuesta representado por la variable nn; adicionalmente se divide por la cantidad de nodos totales, restándole el nodo del sistema quedando en C-1. Ya con ello se buscan los resultados de dicha fórmula como se muestra en la tabla 4-6.

**Tabla4-6:** Datos de proyección modelo de los tres caminos.

Nodos (C)	(n)	(nn)	(N)	R	Resultado R
2	2	1	3	$R = (3 - ((2 - 1) + 1))/(2 - 1)$	1
3	4	2	6	$R = (6 - ((3 - 1) + 2))/(3 - 1)$	
4	6	3	9	$R = (9 - ((4 - 1) + 3))/(4 - 1)$	
5	8	4	12	$R = (12 - ((5 - 1) + 4))/(5 - 1)$	
.....	.....	.....	.....	.....	
C	n	nn	N	$R = (N - ((C - 1) + nn))/(C - 1)$	1

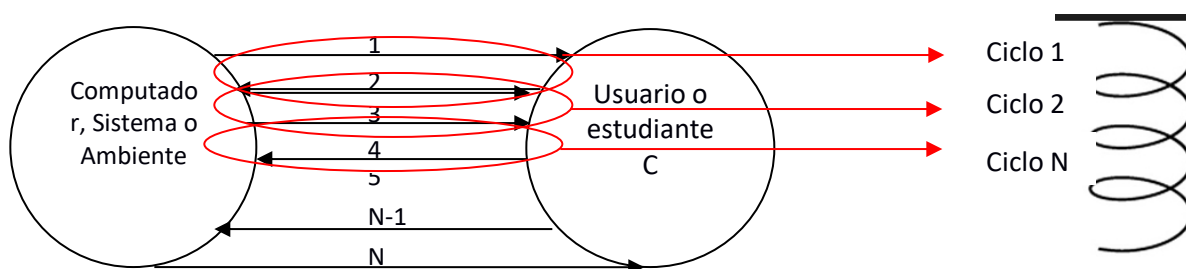
Ahora dentro del modelo de los tres caminos el paso de la respuesta del alumno y la retroalimentación del sistema se puede seguir dando, como se muestra en la figura 4-7.

**Figura 4-7:** Participación continua sobre el modelo de los tres caminos.



Con base en la figura anterior, se ven los ciclos de comunicación tal y como se proponen en el modelo de Nam et al. (2009), en donde se propone la concepción de los ciclos en el proceso de interacción entre ambiente y estudiante. Para soportar ello se incluye el concepto y variable de ciclo como se muestra en la figura 4-8.

**Figura 4-8:** Participación continua sobre el modelo de los tres caminos, con ciclos.



Para tratar el tema de los ciclos se propone la siguiente fórmula (4-10):

$$Ciclos (Cy) = (N - (C - 1))/2 \quad (4-10)$$

Donde N es el total de los registros, a estos se les resta por cada usuario o estudiante, los mensajes de inicio que emitió el sistema que son representados por C-1, y como el ciclo se compone por respuesta y feedback, se divide entre dos para saber cuántos ciclos se tienen en el ambiente de aprendizaje.

Ahora bien, dentro de la fórmula de la retroalimentación se reemplaza el divisor C-1, por el de la fórmula del ciclo Cy para que esta quede mucho más completa por los usuarios, ver fórmula 4-11 y tablas 4-7, 4-8.

$$R = (N - ((C - 1) + mn))/Cy \quad (4-11)$$

**Tabla 4-7:** Datos esperados de la retroalimentación de 2 a 10 usuarios o estudiantes (C).

C	n	Nn	N	Cy	R
2	2	1	3	1	1
3	4	2	6	2	1
4	6	3	9	3	1
5	8	4	12	4	1
6	10	5	15	5	1
7	12	6	18	6	1
8	14	7	21	7	1
9	16	8	24	8	1
10	18	9	27	9	1

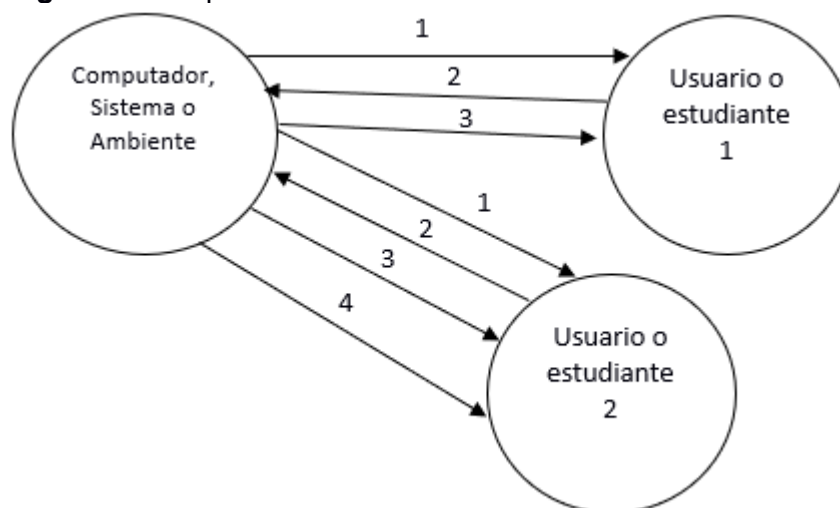
Cuando se da la retroalimentación, esta dará entre 0 y 1, siguiendo el modelo de los tres caminos como se muestra en la figura 4-9 y figura 4-10.

**Tabla 4-8:** Datos esperados de la retroalimentación de 2 a 10 usuarios o estudiantes (C).

C	n	nn	N	R	
2	1	1	3	1	Hay retroalimentación
	2	1	3	1	Hay retroalimentación
	1	2	3	0	No Hay retroalimentación
3	3	2	5	0,666	Hay algo de retroalimentación
	4	2	6	1	Hay retroalimentación
	5	2	7	1,2	Hay retroalimentación, pero en este caso se contó más de una vez la retroalimentación
					
	4	2	6	1	Hay retroalimentación, contando bien la retroalimentación



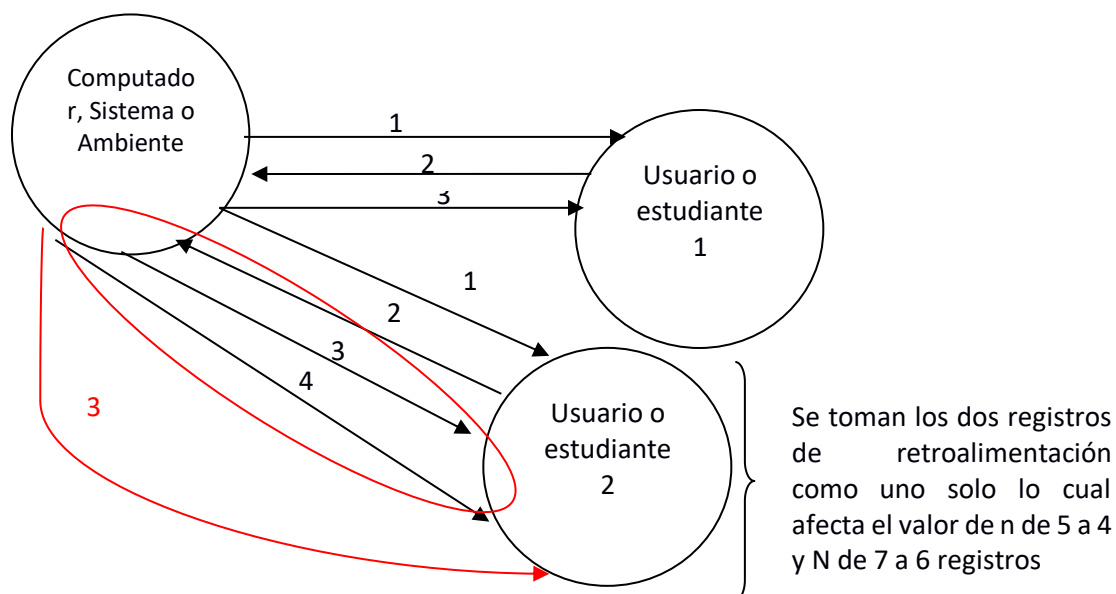
**Figura 4-9:** Representación de caso de medición de retroalimentación mayor a 1.



C	n	nn	N	R	
3	5	2	7	1,2	Hay retroalimentación, pero en este caso se contó más de una vez la retroalimentación

A partir de la Figura 4-9, se ve que la retroalimentación con el estudiante 2 se repite en la flecha 3 y 4, lo cual afecta el resultado para que dé mayor a 1, pero esta repetición se puede representar como una sola retroalimentación del sistema al alumno, tal como se muestra en la figura 4-10:

**Figura 4-10:** Representación de caso de medición de retroalimentación normalizado.



(continuación figura 4-10)

C	n	non	N	R	
3	5	2	7	1,2	Hay retroalimentación, pero en este caso se contó más de una vez la retroalimentación



C	n	nn	N	R	
3	4	2	6	1	Hay retroalimentación

### 4.3 Nivel de Participación (NP)

En Aparici & Silva (2012) se indica que “participar no es solo responder «sí» o «no» o elegir una opción determinada, supone interferir, intervenir en el contenido de la información o modificar un mensaje”. Con los nuevos medios, se cuenta con un ecosistema comunicativo e informacional de otra naturaleza donde todos los individuos potencialmente son emisores, están en una situación continua de crear contenidos y de interrelacionarse a partir de la participación conversacional que establecen los participantes en y con las diferentes herramientas de la comunicación.

Estos fundamentos pueden inspirar una ruptura de la lógica de la transmisión y abrir un espacio para el ejercicio de una participación genuina, verdadera, es decir, participación sensomotora y semántica y no solo mecánica (Silva, 2005; Aparici, 2010).

El modelo «uno-todos» que ponen en práctica los medios de comunicación convencionales y que en el sistema educativo va a persistir por mucho tiempo, abre paso al modelo dialógico «todos-todos» en los medios digitales y redes.

Para la propuesta del modelo de evaluación, se utiliza en este caso puntual los logs o registros del sistema para ver la participación, calculando la cantidad de usuarios,

en un tiempo específico, dentro del ambiente de aprendizaje actuando sobre un contenido en específico.

Para medir la participación dentro del modelo de evaluación de la interactividad en ambientes de aprendizaje se requiere centrarse en los usuarios (en este caso representados en nodos), midiendo por cada nodo los caminos o enlaces presentes. Entre más caminos aparezcan y más veces se tenga presencia más participación se tendrá. El cálculo puede ser realizado como se muestra en la ecuación 4-12:

$$NP = nn/n \quad (4-12)$$

Donde

**nn**: participación del nodo o usuarios,

**n**: emisiones del sistema.

En esta medición no se tienen en cuenta los grupos a los cuales pertenecen los usuarios ni su contexto específico y la influencia en la evaluación de la interactividad está dada por la participación en el sistema.

#### 4.4 El Nivel interactividad (NI):

Algunos autores usan el término grado de interactividad en lugar de nivel de interactividad.

Aunque en (Koolstra & Bos, 2009), se expresa que su dificultad radica en la inclusión de todos los elementos que parecen ser cruciales para el nivel de interactividad; el grado o nivel de interactividad es una de las características principales que se tiene en cuenta en diferentes trabajos a la hora de medir la interactividad. Esto se da gracias a que el NI tiene una descripción o criterio cualitativo, el cual se debe cumplir en un ambiente para clasificarse en una escala numérica específica, que sería su referente al criterio de medición cuantitativa.

El nivel de interactividad del sistema viene definido por la existencia de recursos que permiten que el usuario establezca un proceso de actuación participativa-comunicativa con los materiales. Un elevado nivel de intervención-decisión concedido al usuario, la existencia de un amplio abanico de opciones de acceso a la información, una gran sencillez en el modo de comunicarse con el producto, y una

gran rapidez en la realización de los procesos (a nivel técnico), aumentaran el nivel de interactividad de la herramienta (Estebanell, 2002).

Después de consultar las diferentes propuestas sobre el grado o nivel de la interactividad como (Guevara et al., 2015), (Gilbón y Contijoch, 2005), entre otros, y con el objetivo de incluir el nivel como una característica dentro del modelo a presentar, que pueda ser medible por un instrumento tecnológico, se propone asociar los niveles de interactividad al contenido que ofrece un ambiente y a la manipulación que el usuario puede ejercer sobre este, dado a que, basados con la descripción cualitativa propuesta por diferentes autores sobre el nivel de interactividad, esto se puede lograr con el contenido, y específicamente por formato, se puede identificar su nivel de interactividad.

Por ejemplo, al comparar varios contenidos textuales se encuentran diferencias puesto que no tienen todas las mismas posibilidades de manipulación. Un texto, un .pdf o un .doc., en el caso de usar un editor de texto convencional, dado que algunos de ellos permitirán editar el contenido y otros no; uno permitirá manejar imágenes y referencias y otro de ellos no, etc.). Para su cálculo se debe contar con mecanismos de consulta de los logs o registros que generan los sistemas de aprendizaje y donde se almacene la extensión o tipo de contenido que interviene en un momento en el sistema y poder evaluar el nivel potencial para la interactividad. La tabla 4-9 compara lo propuesto en (Guevara et al., 2015) y con los propuestos en (Gilbón y Contijoch, 2005) y recoge algunos elementos para su evaluación.

**Tabla 4-9:** Niveles de interactividad propuestos.

Valor	Nivel	Apelativo	Guevara (Descripción)	Ian Graham (sf) (sitio en red)	Gilbón y Contijoch (actividades en línea)
1	I	Pasivo	El usuario actúa como un simple receptor de información. Puede leer texto en la pantalla, así como ver gráficos o imágenes. Lógica interactuar simplemente usando los botones de navegación para desplazarse hacia adelante o hacia atrás a través del programa. O puede navegar por los vínculos del hipertexto.	Pasa páginas	El aprendiente sólo tiene opción de retroceder o avanzar. El diseño del material es lineal. La interactividad puede ser adecuada si el contenido suscita habilidades superiores de pensamiento.
2	II	limitado	El usuario puede dar respuestas simples según las indicaciones de la instrucción, interacción.	Selección simple entre una lista de enlaces.	El aprendiz elige los enlaces que desea consultar entre los que se proponen en el sitio para la tarea a realizar. Para ello el aprendiente debe hacer un análisis crítico de los sitios. - El aprendiz realiza operaciones simples como envío de respuestas a cuestionarios prediseñados. Obtiene retroalimentación inmediata.

3	III	Complejo	El usuario realiza múltiples respuestas como respuestas a las instrucciones. Se posibilita la entrada en cuadros de texto y la manipulación de objetos gráficos para probar la evaluación de la información presentada.	Posibilidad de selección de una ruta definida por el usuario	El aprendiente determina libremente una ruta de navegación conforme a un objetivo.
4	IV	En tiempo real	El usuario participa en una simulación que refleja exactamente la situación de trabajo.	Posibilidad de elección múltiple en varios menús o motores de búsqueda	El aprendiente utiliza el computador para elegir acciones que desencadenan diferentes resultados (simuladores). El desarrollo de este tipo de actividades es complejo y se realiza por un equipo interdisciplinario.
	V			Posibilidad de elección casi sin límites, mundo virtual	El aprendiente tiene la posibilidad de crear y recrear situaciones virtuales El costo de desarrollo de estas situaciones es alto, pero resulta altamente motivante para los aprendientes.

**Nivel:** es el número asignado por el sistema al encontrar extensión de actividades con los criterios de los autores en la tabla de nivel o grado de interactividad.

Para obtener el valor de esta característica en el modelo se determina el nivel según cada caso y con el fin de normalizar este valor, el resultado que arroje el cuadro se debe dividir entre 4, que son los posibles valores, después de ello se hace lo mismo con todas las actividades del sistema y se divide por la misma cantidad de actividades, ver fórmula 4-13.

$$NI = \frac{\sum_{i=1}^{N-(n+nn)} \frac{Nivel}{4}}{N-(n+nn)} \quad (4-13)$$

Donde,

**n**: Son las emisiones del sistema o ambiente hacia el alumno incluyendo la retroalimentación.

**nn**: Son las respuestas de los alumnos con respecto a las emisiones del sistema.

**N**: Son todas las emisiones tanto del sistema como del alumno.

**C**: Cantidad de nodos o participantes.

$N - (n + nn)$ : Cantidad de actividades en el sistema.

El nivel de interactividad está pensado para evaluar uno o más recursos que componen el sistema y clasificarlos en el nivel correspondiente, basados en las características de las actividades que estos soportan para saber que funciones se pueden realizar y así estimar su interactividad potencial.

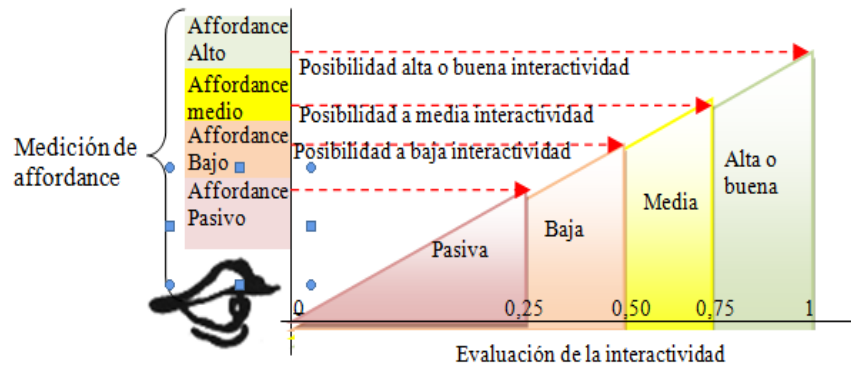
## 4.5 Affordance (A)

Entendida como la cualidad de un ambiente para permitir a un usuario realizar una acción. Una definición sería la capacidad de un objeto para invitar a utilizarlo. Dependiendo del tipo de controles o contenidos, se pueden tener diferentes affordance o acciones que se podrían realizar por parte del usuario o las opciones de encontrar nuevas formas para utilizarlo.

Para evaluar estrictamente el affordance en el sistema se debe poder conocer el potencial del sistema para permitir diversas rutas y generar enlaces sinérgicos, donde el todo es mayor que la suma de sus partes. Este cálculo es complicado y como referencia para la medida se determina que “el sistema puede alcanzar o utilizarse con el potencial del eslabón más fuerte de la cadena” (Axwell, 2001).

Para el potencial o affordance que tiene el ambiente de aprendizaje con respecto a la característica de la interactividad, se permite que con las demás características de la interactividad se realice la medición correspondiente, y con respecto al resultado se podrá sugerir cual sería el valor cualitativo y cuantitativo del affordance (que en este caso sería la posibilidad del ambiente de aprendizaje para alcanzar una medición más alta en su evaluación de la interactividad) como se muestra en la figura 4-11.

**Figura 4-11:** Medición propuesta de los affordance con respecto a la evaluación de la interactividad.



Se mostrará con un ejemplo: Sí ve que la medición de la interactividad se encuentra en una escala de entre 0 y 0,25 que es una interactividad pasiva, como puede ocurrir con una página web informativa, dado a que posiblemente no se dé una buena comunicación, los mensajes sean planos para solo dar información, o no se tenga participación se pregunta cuál es el potencial cercano que puede tener este ambiente para mejorar su interactividad.

## 4.6 Control vs Libertad (C):

La interactividad dependerá, en gran medida del dilema de cuánto se intente controlar la actividad de la persona y/o qué grado de libertad se le ofrecerá (que es similar a decir qué grado de control tendrá la persona sobre el programa versus qué grado de control tendrá el programa sobre la actividad de la persona) (Zangara & Sanz, 2013). La interactividad definida como el control, la interacción social y el medio se puede subdividir en tres niveles: bajo, medio y alto, según el control que los usuarios sean capaces de imponer en su acción. Esto significa que, dentro de cada tipo de control, se puede identificar y analizar los varios niveles de la interactividad (Milojevic et al., 2013). Se pueden registrar los limitantes dentro del sistema respecto a las posibilidades como resultado o participación del usuario en el ambiente de aprendizaje, propuesto por Zangara y Sanz (2012) como se muestra en la figura 4-12.

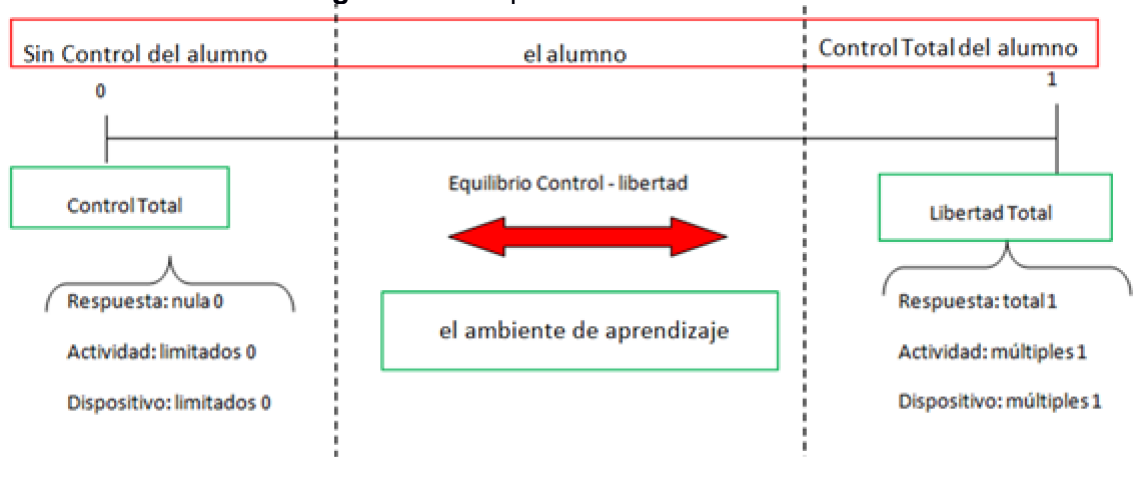
**Figura 4-12:** Componentes iniciales de interactividad, en la tensión libertad-control.





Para determinar el control, se debe evaluar la libertad que hay dentro del sistema. En la figura 4-13, se plantea el enfoque de la medición.

**Figura 4-13: Equilibrio Control vs libertad**



La medición del control vs libertad se resume en calcular la respuesta que se dé dentro del ambiente de aprendizaje, la actividad que se realice dentro del mismo, y el dispositivo que se utilice. Esto se realiza así:

$$C = (respuesta + actividad + dispositivo)/3 \quad (4-14)$$

$$respuesta = (N - n)/Cy \quad (4-15)$$

$$actividad = (N - (n + nn))/((C - 1) * Ta) \quad (4-16)$$

$$dispositivo = nn/Cy \quad (4-17)$$

Donde,

**n:** Son las emisiones del sistema o ambiente hacia el alumno incluyendo la retroalimentación.

**nn:** Son las respuestas de los alumnos con respecto a las emisiones del sistema.

**N:** Son todas las emisiones tanto del sistema como del alumno.

**C:** Cantidad de nodos o participantes.

**$N - (n + nn)$ :** Cantidad de actividades en el sistema.

**Cy:** Ciclos

**Ta:** Total de actividades.

## 4.7 Nivel Cognitivo (T)

La taxonomía, es entendida como la clasificación u ordenación en grupos de elementos que comparten características comunes (Veraszto et al., 2009). Su aplicación en la propuesta se asocia a la clasificación de los sistemas dependiendo de la acción registrada y a partir de allí clasificar los niveles cognitivos asociados como se muestra en la tabla 4-12 y la figura 4-14.

En Veraszto et al., (2009), citando a Bloom, se señala que el desarrollo del aprendizaje se produce en al menos tres áreas: cognitiva, afectiva y psicomotriz. Sin embargo, para esta tesis se toma solamente el dominio cognitivo.

Dentro de la taxonomía de Bloom (1948), se tienen varios niveles, dependiendo de la acción que se realice dentro del sistema de aprendizaje, como se puede ver en las tablas 4-10, 4-11, 4-12 y la figura 4-14 propuesto por (Veraszto et al., 2009).

**Tabla 4-10:** Ejemplo de registro de logs en el sistema de información.

USUARIO	FECHA Y HORA	CONTENIDO	EXTENSIÓN
Pepito	22/08/20172:00:03 pm	Programación 1	Consultar
Ip 192.168.0.1	22/08/20172:05:18 pm	Programación 1	Actualizar
Ana	22/08/20172:05:18 pm	Programación 1	Actualizar
Pepito	22/08/20172:00:03 pm	Programación 1	Compartir
Ana	22/08/20172:05:18 pm	Programación 2	Crear

**Tabla 4-11:** Registro de acciones para poder utilizarlos en la taxonomía.

#	USUARIO	FECHA Y HORA	CONTENIDO	ACCIÓN
1	Tutor o docente	22/08/2017 11:29:00 am	Programación 1	Crear
2	Pepito	22/08/2017 2:00:03 pm	Programación 1	Consultar
3	Ip 192.168.0.1	22/08/2017 2:05:18 pm	Programación 1	Actualizar
4	Ana	22/08/2017 2:05:18 pm	Programación 1	Actualizar
5	Pepito	22/08/2017 2:00:03 pm	Programación 1	Compartir
6	Ana	22/08/2017 2:05:18 pm	Programación 2	Crear
7	Tutor o docente	22/08/2017 3:30:03 pm	Programación 2	Consultar
8	Tutor o docente	22/08/2017 3:30:59 pm	Programación 1	Eliminar

**Figura 4-14:** Resumen de la clasificación de nivel de cognoscitivas de Bloom.

Habilidades cognitivas de nivel inferior			Habilidades cognitivas de nivel superior		
Recordar	Comprender	Aplicar	Analizar	Evaluar	Crear
<b>Reconocer (identificar)</b>	<b>Interpretar</b> (clarificar, parafrasear, representar, traducir)	<b>Ejecutar</b> (llevar a cabo) <b>Implantar</b> (utilizar)	<b>Diferenciar</b> (discriminar, distinguir, focalizar, seleccionar) <b>Organizar</b> (encontrar la coherencia, integrar, esbozar, analizar sintácticamente, estructurar) <b>Atribuir</b> (deconstruir)	<b>Comprobar</b> (coordinar, detectar, monitorizar, examinar) <b>Criticar</b> (juzgar)	<b>Generar</b> (hipotetizar) <b>Planificar</b> (diseñar) <b>Producir</b> (construir)
<b>Recordar (recuperar)</b>	<b>Ejemplificar</b> (ilustrar, representar) <b>Clasificar</b> (categorizar, subsumir) <b>Resumir</b> (abstraer, generalizar) <b>Inferir</b> (concluir, extrapolar, interpolar, predecir) <b>Comparar</b> (contrastar, mapear, emparejar) <b>Explicar</b> (construir modelos)				

**Tabla 4-12:** Análisis cualitativo y cuantitativo de los niveles cognitivos de la taxonomía de Bloom.

Niveles Cognitivos					
<b>Conocimiento</b>	<b>Compresión</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Análisis</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Crear</b>
Recordar Información	interpretar información poniéndola en sus propias palabras	Usar el conocimiento o la generalización en una nueva situación	Dividir el conocimiento en partes y mostrar relaciones con ellas	Juntar o unir, partes o fragmentos de conocimientos para formar un todo y construir relaciones para situaciones nuevas	Hacer juicios en base a criterios dados
Valor de 1	Valor de 2	Valor de 3	Valor de 4	Valor de 5	Valor de 6

En la siguiente fórmula para el valor de la taxonomía se primero se busca dependiendo de la acción o nivel cognitivo que se haya desarrollado (Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, evaluación o crear), el valor que le corresponde. Este valor se divide entre 6 para que quede en un rango de 0 a 1, y así con todas las actividades, las cuales se suman, y al finalizar se dividen por la cantidad de tareas  $Ta$ , para saber el resultado. Ver fórmula 4-18.

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{Ta} \text{ValorNivelcognitivo}}{6} \quad (4-18)$$

Donde,

$Ta$ : Cantidad de actividades.

## 4.8 Fórmula de evaluación de la interactividad global

A partir de las medidas anteriores y en el marco del modelo integral de interactividad en ambientes de enseñanza y aprendizaje, se plantea la siguiente de evaluación de la interactividad con la suma de los indicadores de las características de la interactividad, ver fórmula 4-19.

$$\text{Formula de evaluación de la interactividad} = ((V + R + NP + NI + C + T))/6 \quad (4-19)$$

Con la anterior fórmula todas las características toman un peso de 1/6, pero el peso quiere cambiarse para darle mayor relevancia a cada característica.

Se plantea la siguiente forma de la fórmula para que con una suma de pesos igual a 1 puedan decidir el valor correspondiente a asignarle:

$$\text{Formula} = (W_v * V + W_R * R + W_{NP} * NP + W_{NI} * NI + W_C * C + W_T * T) \quad (4-20)$$

Donde,

$W_i$ : es el peso de cada característica


En la tabla 4-13 se muestra los cuatro niveles según el resultado de la fórmula de la interactividad (Pasiva, baja, media, y Alta), tanto en su medición cuantitativa y cualitativa, así como también el affordance propuesto para cada uno dependiendo el resultado, si el nivel es pasivo el affordance o potencial apuntara a bajo, si el nivel es bajo el affordance es medio, y si es nivel medio y activo el affordance o potencial será activo.

**Tabla 4-13:** Escala cualitativa y cuantitativa de la fórmula de evaluación de la interactividad.

Si está entre 0 y 0.25	Si está entre 0.26 y 0.50	Si está entre 0.51 y 0.75	Si estas entre 0.76 en adelante
Interactividad pasiva	interactividad Baja	Interactividad media	interactividad Activa

Affordance Bajo	Affordance medio	Affordance Activo
-----------------	------------------	-------------------

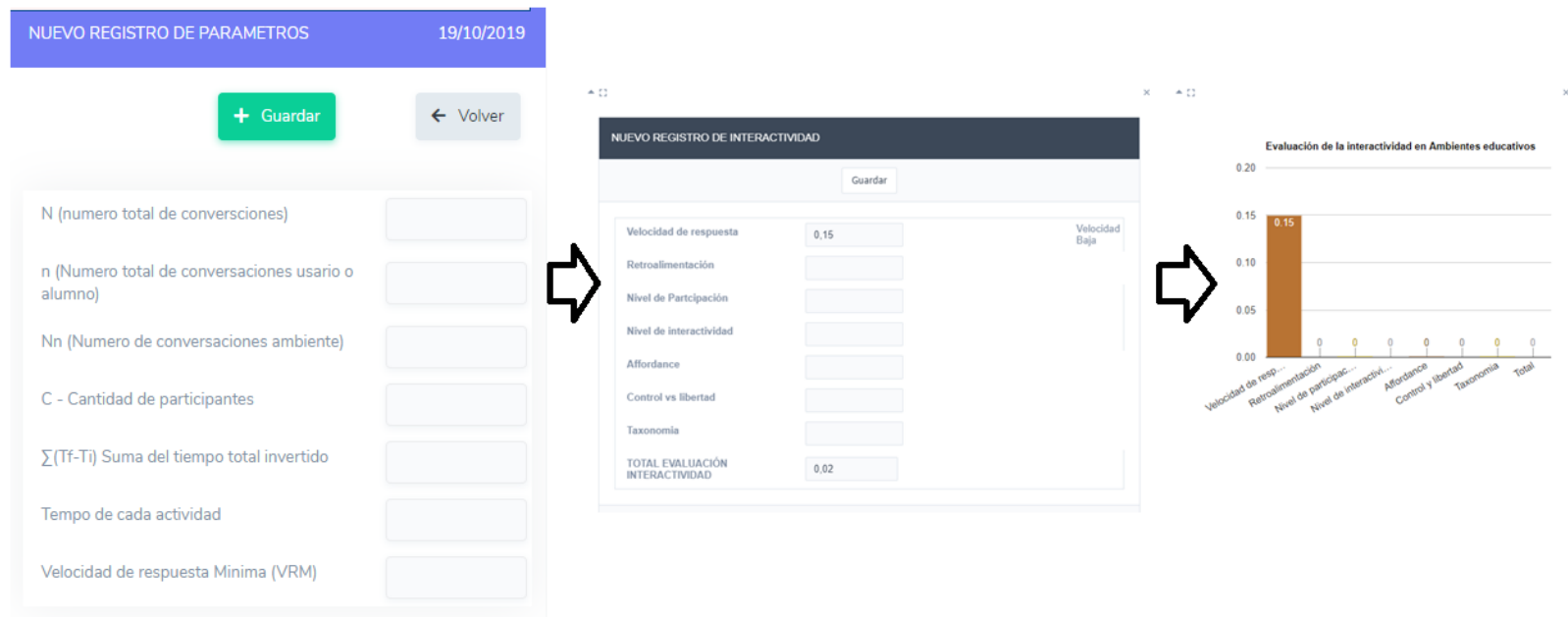


Una muestra visual de la fórmula planteada y de la escala tanto cualitativa como cuantitativa propuesta para su resultado, se muestra las figuras 4-15, 4-16 y 4-17, donde se muestra un formulario básico que solicita los datos de las características de interactividad planteadas, y a partir de ello grafica su resultado y muestra su evaluación cuantitativa propuesto en este modelo.

**Figura 4-15:** Formulario de aplicativo web para medir la interactividad de ambientes de aprendizaje.

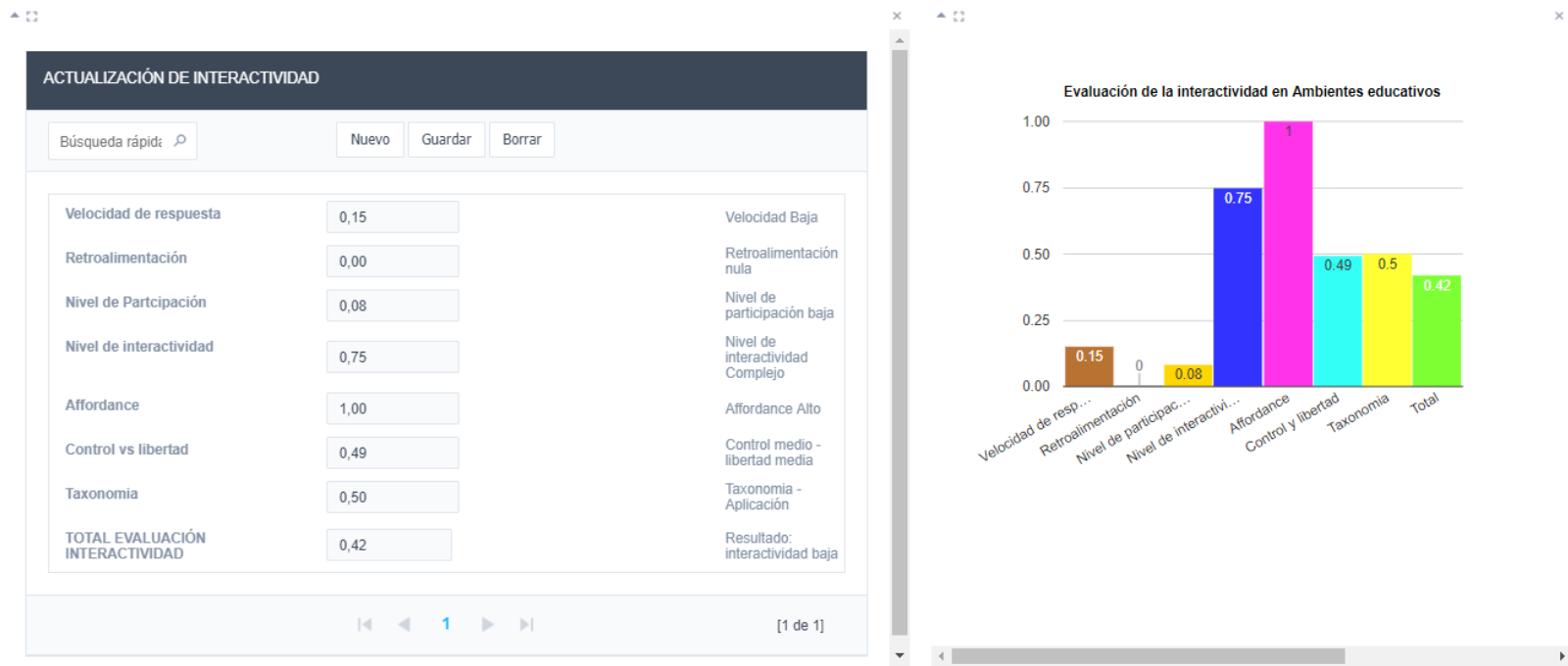
**Nota:** Podrán encontrarlo en <http://interactividad.com.co/>

**Figura 4-16:** Proceso de ingreso de los datos y resultados que va arrojando el beta.



**Nota:** Se podrá encontrar en <http://interactividad.com.co/>

**Figura 4-17:** Formulario de aplicativo web para medir la interactividad diligenciado.



Nota: Se podrá encontrar en <http://interactividad.com.co/>



## 5. Validación y casos de estudio

### 5.1 Caso de prueba de la medición de la interactividad – Ambiente de aprendizaje empresarial (EAD)

Aprovechando el enfoque propuesto en Ackad, Wasinger, Gluga, Kay, & Tomitsch (2013), para medir la interactividad a través de las tecnología, realizada en medios orientados a la información publicitaria; a continuación se presenta el primer caso de prueba para validar la propuesta, mediante un ejemplo en un sistema de aprendizaje empresarial llamado EAD, el cual es utilizado para ejercicios de aprendizaje en empresas y sus áreas en diferentes temas organizacionales y cursos en tecnología. En este sistema se ha logrado tener acceso al beta o versión de prueba donde tienen datos recopilados de dichas empresas sobre el uso de la plataforma por parte de sus aprendices. Ver figuras 5-1 y 5-2.

**Figura 5-1:** Logs del ambiente EAD caso de prueba.

CONSULTA DEL LOG DE ACCESO AL SISTEMA							29/09/2017
<input type="text" value="1"/> <input type="button" value="Ver"/> <input type="button" value="Búsqueda Avanzada"/> <input type="button" value="XLS"/> <input type="button" value="XML"/> <input type="button" value="CSV"/> <input type="button" value="Imprimir"/> <input type="button" value="Resumen"/> <input type="button" value="Clasificación"/> <input type="button" value="Columnas"/> <input type="button" value="Ayuda"/>							
consecutivo	nombre	ip	fecha	hora			
fecha ..... 09/29/2017 Total accesos al sistema..... 6							
1	RECEPALNEIRA	190.107.17.35	09/29/2017	14:23:31			
2	seogonei	190.107.17.35	09/29/2017	14:39:42			
3	seogonei	190.107.17.35	09/29/2017	09:17:32			
4	PLANEI	190.107.17.35	09/29/2017	11:55:44			
5	PLANEI	190.107.17.35	09/29/2017	08:21:01			
6	pgc	188.176.145.65	09/29/2017	16:37:47			
fecha ..... 09/28/2017 Total accesos al sistema..... 37							
7	recepalneira	190.107.17.35	09/28/2017	10:15:25			
8	recepalneira	190.107.17.35	09/28/2017	13:08:20			
9	PLANEI	190.107.17.35	09/28/2017	09:26:49			
10	VETERINARIO	191.102.70.49	09/28/2017	08:07:40			

El sistema toma los datos de los usuarios de la plataforma, en su versión básica recoge datos como el nombre del usuario o id de usuario, la IP desde donde se conectó, la fecha y la hora. Adicionalmente registra las acciones que el usuario va realizando en el sistema, como por ejemplo ingresar un dato identificado como “I”, actualizar una actividad o contenido, identificado con “U”; eliminar un dato o contenido en particular etiquetado como “E”. En la figura 5-2 se muestra información en logs sistema.

**Figura 5-2:** Resultados búsqueda de información en log sistema para medición de la interactividad.



**Tabla 5-1:** Valor de las variables encontradas en el sistema EAD.

Variable	Descripción	valor	unidad
N	cantidad de registros del sistema	4298	# registros del sistema
n	cantidad de registros insertados(I) por el sistema	2773	# registros de respuestas del sistema
nn	cantidad de registros de respuesta de actualización(U) o Edición (E) de un usuario en el sistema	1564	# registros de respuestas del usuario
C	cantidad de usuarios en el sistema	42	# registros de usuarios
$\sum_{i=0}^n (Tf_i - Ti_i)$	Sumatoria de la diferencia entre el tiempo inicial y el tiempo final de un registro.	10211	minutos
Ta	Número de actividades totales dentro del ambiente	81	# de actividades
VRM	Velocidad mínima de respuesta	1/60	#registros/minutos

Valor cognitivo	Dado a que las actividades de este ambiente tienen como objetivo la tarea de comprender la información que se les ofrece el valor de este es de 2	2	
-----------------	---	---	--

**Tabla 5-2:** Valor de las características de la interactividad en EAD.

#	Característica	Valor	Fórmula	Detalle
1	Velocidad	1	$VR = \frac{nn}{\sum_{i=0}^n (Tf_i - Ti_i)}$ $V = \left  \left( \frac{VMR}{Vr} \right) - 1 \right $	$VR = \frac{1564}{10211}$ $VR = 0,048 \text{ \#registros / minutos}$ $V = \left  \left( \frac{0,016}{0,048} \right) - 1 \right $ $V =  0,333 - 1 $ $V = 0,666 \frac{\text{\#registros/minutos}}{\text{\#registros/minutos}}$
2	Retroalimentación	1	$R = (N - ((C - 1) - nn))/Cy$	$R = (4298 - ((42 - 1) - 1564))/((4298 - (42 - 1))/2)$ $R = (4298 - ((41) - 1564))/2129$ $R = 2693/2129$ $R = 1,26 \approx 1 \text{ registros/Ciclos}$
3	Participación	0,56	$NP = nn/n$	$NP = (1564 \text{ \#registros}) / (2773 \text{ \#registros})$ $NP = 0,56 \text{ nivel de participación}$
4	Nivel de interactividad	0,5	$NI = \frac{\sum_{i=1}^{N-(n/2+nn)} \frac{Nivel}{4}}{N - (n/2 + nn)}$	$NI = \frac{\sum_{i=1}^{4298-(2773/2+1564)} \frac{2}{4}}{4298 - (2773/2 + 1564)}$ $NI = \frac{\frac{2}{4} * 2951}{2951}$ $NI = \frac{2}{4}$ $NI = 0,5 \text{ nivel interactividad}$
5	Control y libertad	0,76	$C = (\text{respuesta} + \text{actividad} + \text{dispositivo})/3$ $\text{Respuesta} = (N - n)/Cy$	$\text{Respuesta} = (4298 - 2773)/((4298 - (41))/2)$

			$\text{actividad} = (N - (n/2 + nn))/((C - 1) * Ta)$	$\text{Respuesta} = (1525 \text{ #registros}) / (2129 \text{ ciclos})$ $\text{Respuesta} = 0,71 (\text{# registros}) / \text{ciclos}$ $\text{actividad} = (N - (n/2 + nn)) / ((C - 1) * Ta)$ $\text{actividad} = (4298 - (2773/2 + 1525)) / ((42) * 81)$ $\text{actividad} = 2911/3402$ $\text{actividad} = 0,85 (\text{#registros}) / \text{minuto}$ $\text{Dispositivo} = nn / Cy$ $\text{Dispositivo} = (1564 \text{ registros}) / (2129 \text{ ciclo})$ $\text{Dispositivo} = 1564 / 2129$ $\text{Dispositivo} = 0,73 \text{ registros/ciclo}$ $C = (\text{respuesta} + \text{actividad} + \text{dispositivo}) / 3$ $C = (0,71 + 0,85 + 0,73) / 3$ $C = 0,76 \text{ control/libertad}$
6	Nivel cognitivo	0,33	$T = \frac{\sum_{i=1}^{Ta} \text{Valor Nivel cognitivo}}{6 Ta}$	$T = \frac{\sum_{i=1}^{81} \frac{2}{6}}{81}$ $T = \frac{\frac{2}{6} * 81}{81}$ $T = 0,333 \frac{\text{nivel Cognitivo esperado}}{\text{Tiempo de actividad}}$

Según el cuadro de nivel o niveles de interactividad, de la tabla 4-2, se clasifica en nivel 2 debido a que el “usuario puede dar respuestas simples según las indicaciones de la instrucción” dado a que tiene actividades en los que el usuario puede dar respuestas e ingresar información adicional al que le da su instructor dentro del ambiente.

$$\text{Fórmula de evaluación de la interactividad} = (V + R + NP + NI + C + T) / 6$$

$$= (0,833 + 1 + 0,56 + 0,5 + 0,76 + 0,333) / 6$$

$$= 3,983/6 = \mathbf{0,65\% \text{ de interactividad}}$$

La fórmula de la interactividad, usando la fórmula sin peso (4-19), equivalente a la fórmula con peso en el que se le asigna a esta en el promedio ponderado de 1/6 (4-20), muestra que para este sistema es posible hacer un cálculo de interactividad y se obtiene una evaluación del 65% de interactividad.

## 5.2 Ambiente de aprendizaje Erudito

Erudito más que un juego online, es una herramienta de autoría para crear y monitorear juegos educativos de tipo MMOG (siglas en inglés de Massively Multiplayer Online Game), siendo su meta principal recrear de manera interactiva el proceso de enseñanza y aprendizaje en un aula de clase virtual en forma desafiante, colaborativa y divertida. Para esto, Erudito cuenta con un motor 2D implementado desde cero en AS3 y posee una amplia variedad de recursos y herramientas para facilitar la labor de los profesores, así como para mejorar la experiencia de los jugadores (los estudiantes). Otra característica relevante de Erudito es que tiene una licencia Creative Commons, lo que significa que se puede usar de forma libre y gratuita. El proyecto Erudito es desarrollado y dirigido por el Grupo de Investigación en Informática Educativa (GUIAME) de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. En alianza con el programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Facultad de Ciencias, la herramienta es utilizada por docentes de educación básica y media para la enseñanza de ciencias, apuntando a mejorar el aprendizaje de niños y jóvenes entre los años 5 y 18 (Moreno, Montaña, & Duque, 2015).

Se tomó este ambiente de aprendizaje aprovechando que este sistema busca ofrecer servicios de enseñanza y aprendizaje a través de las TIC, buscando garantizar la mejor experiencia educativa dentro del mismo, además de la facilidad con que se atendió la solicitud de apoyo y la aprobación que se dio por parte del grupo de investigación GUIAME, suministrando algunas aplicaciones de consulta para realizar el proceso de Web Scraping, en la evaluación de la interactividad en Ambientes Educativos.

### 5.3 Validación con Erudito

En el caso de la validación con el ambiente Erudito, a diferencia del caso anterior, no se tuvo acceso a las bases de datos, por lo que fue necesario utilizar otro método para acceder a las consultas del sistema y extraer la información correspondiente para la medición de la interactividad.

El método que se utilizó fue Web Scraping o raspado, Que según (Vargiu & Urru, 2013), “es el conjunto de técnicas utilizadas para obtener automáticamente cierta información de un sitio web en lugar de copiarla manualmente. El objetivo de un raspador web es buscar cierto tipo de información, extraerla y agregarla a nuevas páginas web. En particular, los raspadores se centran en transformar datos no estructurados y guardarlos en bases de datos estructuradas”, y consiste en utilizar la estructura de la aplicación web, en su conjunto llamada DOM (Document Object Model o Modelo de Objetos del Documento), que es una interfaz neutral de plataforma y lenguaje que permite que los programas y scripts accedan y actualicen dinámicamente el contenido, la estructura y el estilo de documentos. DOM proporciona un conjunto estándar de objetos para representar HTML y documentos XML, un modelo estándar de cómo se pueden combinar estos objetos y una interfaz estándar para acceder a los datos.

En las figuras 5-3 y la 5-4 se muestran las consultas suministradas para utilizar el método de raspado en Erudito.

**Figura 5-3:** Aplicación de logs de un estudiante en el ambiente Erudito.

(ver en la siguiente página)

localhost/erudito\_interactividad/Erudito(Estadísticas\_de\_estudiante).html

Módulos

Nombre	Aprobado	Materiales obtenidos	Preguntas resueltas
Bosque de los conceptos previos ::: O bosque dos c	Si	4 de 6 (66.67%)	14 de 16 (87.5%)
Desierto de los múltiplos y los divisores ::: Dese	Si	2 de 2 (100%)	10 de 12 (83.33%)
Selva de los comunes ::: Selva dos comuns	Si	2 de 4 (50%)	13 de 15 (86.67%)
Tundra de las sumas y restas ::: Tundra das somas	No	0 de 6 (0%)	6 de 18 (33.33%)
Pantano de las aplicaciones ::: Pantano das aplica	No	0 de 4 (0%)	0 de 11 (0%)

Materiales educativos

Concepto	Nombre	Tipo	Valoración	Fecha de adquisición
Términos, lectura, y representación de fracciones	port - Video 2	videoYoutube		2015-06-08 17:41:50
Términos, lectura, y representación de fracciones	esp - Video 2	videoYoutube		2015-06-08 17:41:50
Amplificación, simplificación, equivalencia y orde	port - Video 3	videoYoutube		2015-06-08 17:46:07
Amplificación, simplificación, equivalencia y orde	esp - Video 3	videoYoutube		2015-06-08 17:46:07
Múltiplos y Divisores ::: Múltiplos e Divisores	port - Video 4	videoYoutube		2015-06-11 10:47:04
Múltiplos y Divisores ::: Múltiplos e Divisores	esp - Video 4	videoYoutube		2015-06-11 10:47:04
M.C.M. ::: M.M.C.	port - Video 5	videoYoutube		2015-06-11 11:04:27
M.C.M. ::: M.M.C.	esp - Video 5	videoYoutube		2015-06-11 11:04:27

Preguntas evaluadas

Concepto	Formulación	Tipo	Intentos	Aciertos	Último intento
Motivación ::: Motivação	¿Cómo se llama este juego? / Como chama-se este jogo?	OpcionMultipleRespuestaUnica	7	6	2015-06-05 07:56:05
Términos, lectura, y representación de fracciones	Las fracciones se componen de dos términos que son _____ y _____ / As frações são compostas de d...	OpcionMultipleRespuestaUnica	1	1	2015-06-04 18:34:19
Términos, lectura, y representación de fracciones	¿Cuál es el número que NO puede ser denominador? / Qual é o número que não pode ser denominador?...	OpcionMultipleRespuestaUnica	2	1	2015-06-04 18:36:02
Términos, lectura, y representación de fracciones	¿Qué fracción representa la imagen? / Que fração representa a imagem?	OpcionMultipleRespuestaUnica	4	1	2015-06-08 16:51:20
Términos, lectura, y representación de fracciones	El número que indica el total de partes en que fue dividida la unidad, se llama _____ / O número...	TextoAsistido	2	2	2015-06-04 18:56:29
Términos, lectura, y representación de fracciones	El nombre de las fracciones está determinado por el _____ / O nome das frações está determinado pe... Empareja cada fracción con la lectura correspondiente / Emparalha	TextoAsistido	2	2	2015-06-05 08:02:58

Figura 5-4: Aplicación del registro de alumnos un curso en el ambiente Erudito.

localhost/erudito\_interactividad/Erudito(Beta).html

CURSOS MINIJUEGOS RECURSOS NOTICIAS DESARROLLO

Prueba Editar Información | Salir

### Clasificación Curso Naturalandia

Clasificación personal

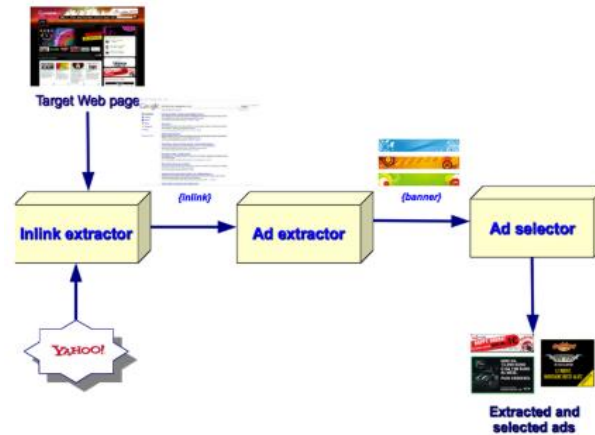
Puesto	Usuario	Afiliación	Puntuación	Matricula
276	prueba	Unidad Educativa San Marcos	0	2018-05-05 13:19:48

Clasificación de los estudiantes

Puesto	Usuario	Afiliación	Puntuación	Matricula
1	mpalacio	I.E. Concejo de Bello	14000	2016-06-16 08:39:15
2	Edwar3C	I.E. Concejo de Bello	13900	2017-04-06 14:49:55
3	mariafeman	I.E. Concejo de Bello	13900	2016-06-28 16:08:59
4	lorenamora	I.E. Centenario de Bello	13600	2016-06-17 15:59:55
5	cquintero	I.E. Concejo de Bello	13600	2016-06-09 19:41:35
6	pillymania	Colegio Calasanz	13500	2017-09-29 21:19:38
7	mariaferna	I.E. Concejo de Bello	13500	2016-07-06 16:12:57
8	jcalle	I.E. Centenario de Bello	13500	2016-06-07 14:28:18
9	smacevedo	I.E. Concejo de Bello	13500	2016-06-07 12:05:03
10	vertifer	I.E. Centenario de Bello	13400	2016-08-27 20:16:58

Con las salidas proporcionadas se utiliza el método web Scraping desarrollado en php, usando la función `simple_html_dom` de la librería `simple_html_dom.php`, que permite crear aplicaciones con datos que se extraen o raspan del documento web o la aplicación. El proceso se aprecia en la Figura 5-5 de (Vargiu & Urru, 2013). Se hace un reconocimiento de la estructura de la página en el DOM de la aplicación, como se aprecia en la Figura 5-6 (Borne et al., 2000), y de allí se guarda el código en estructuras de almacenamiento como variables, arreglos, etc., como se muestra en la Figura 5-7.

**Figura 5-5:** Método Web scripting.



(Byrne et al., 2000) representa el Scripting en la siguiente estructura de la figura 5-6 donde muestra como a partir de ella se puede empezar a realizar un proceso de raspado.

**Figura 5-6:** Representación del DOM o estructura de una página con HTML.

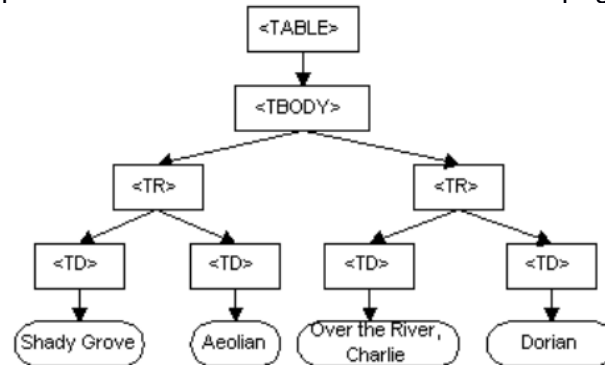




Figura 5-7: Muestra del código Scraping utilizado para el ambiente Erudito.

```

37 </head>
38 <body>
39 <?php
40 require "libs/simple/simple_html_dom.php";
41
42
43 $url=('Erudito(Beta)_a.html');
44 $url1=('Erudito(Estadisticas_del_curso).html');
45 $url2=('Erudito(Estadisticas_de_estudiante).html');
46
47 $html = file_get_html($url);
48 $html1 = file_get_html($url1);
49 $html2 = file_get_html($url2);
50
51 $u=array();
52 $a=array();
53 $s=array();
54 $d=array();
55 $p=array();
56 $u1=array();
57 $e2=array();
58 $t=array();
59 // $posts = $html->find('div[class=rowRanking]');
60 // $posts = $html->find('div[class=rankingColumn]');
61 $users = $html->find('div[id=userColumn]');
62 $users1 = $html1->find('div[class=td1Student]');
63 $enlaces2=$html2->find('tr[class=marcoTable] td');
64 $afiliaciones = $html->find('div[id=afiliacionColumn]');
65 $scores = $html->find('div[id=scoreColumn]');
66 $dates = $html->find('div[id=dateColumn]');
67 $puntajes = $html->find('div[id=scoreColumn]');
68 $tiempos = $html2->find('tr[bgcolor=#FFFFFF] td p',2);
69 // $tiempos = $html2->find('tr[class=marcoTable]');
70 // $user = $html->find('div[id=userColumn]');
71 // $posts = $html->find('div[id=userColumn]');
72 $i=0; // Para obtener la cantidad de usuarios de todos los us

```

libreria en php para convertir estructura html en datos

Aplicaciones de Erudito

Función para subir los archivos al sistema y trabajar con la libreria

Arreglo para usuarios

Arreglo para medir: cantidad de registros, información de actividades, cantidad de enlaces, puntajes, etc.....

Arreglo para medir los tiempos

Función find para encontrar datos dentro de la estructura html de aplicaciones de Erudito

En la figura 5-7, se ve en el primer cuadro resaltado, como dentro del código php se realiza un llamado a la librería simple\_html\_dom.php, el cual convierte la estructura de la aplicación en un formato editable según la estructura html del ambiente virtual de aprendizaje Erudito como se muestra en la figura 5-8.

**Figura 5-8:** Vista de la consulta de erudito, en comparación estructura HTML como será convertida con el DOM con Scraping.

The screenshot shows a web browser at the URL `localhost/erudito_interactividad/Erudito(Beta)_a.html`. The page content includes a navigation menu (CURSOS, MINIJUEGOS, RECURSOS, NOTICIAS, DESARROLLO) and a main heading: **Clasificación Curso La Copa fraccionaria ::: A copa fraccionaria**. Below this, there are two sections: 'Clasificación personal' and 'Clasificación de los estudiantes'. The 'Clasificación de los estudiantes' section contains a table with the following data:

uesto	Usuario	Afiliación	Puntuación	Matricula
1	gominola08	Colegio Calasanz	22000	2017-08-30 14:59:00
2	jerogamer	Colegio Calasanz	22900	2017-08-11 18:40:42
3	jerogopi2	Colegio Calasanz	22300	2017-08-15 17:33:12
4	jerogopi	Colegio Calasanz	22100	2017-08-15 14:12:53
5	cebolin	Colegio Calasanz	21800	2017-08-03 09:33:20
6	dyfmatifico	Colegio Calasanz	21300	2017-08-02 15:15:55
7	smsdog	Colegio Calasanz	20900	2016-07-21 16:25:05
8	Calasanz2004	Colegio Calasanz	20800	2015-08-10 07:33:43

The browser's developer tools are open, showing the DOM tree. The selected element is `<div id="21176" class="rowRanking"></div>`, which corresponds to the first row of the 'Clasificación de los estudiantes' table. The DOM tree also shows the overall structure of the ranking page, including the header and the table's columns.

Ahora bien en la misma figura 5-7, en su segundo recuadro dentro del código, se muestra cómo se envía con la variables php `$url`, las aplicaciones de la plataforma Erudito facilitadas, con la función `file_get_html` que las envía al tratamiento o conversión de la librería en cuestión para después, como se muestra en el segundo recuadro, almacenarlas en una estructura de datos, en este caso en particular en algunos arreglos, donde al final de los recuadros se ve como la función `find()` encargada de realizar las búsquedas dentro de la estructura de datos anteriores, encontrar los datos que se necesitan capturar mediante raspado o Scraping.

**Figura 5-9: Bitácora del alumno en el ambiente Erudito, relacionando variables de la interactividad.**

localhost/erudito\_interactividad/Erudito(Estadísticas\_de\_estudiante).html

Cursos dictados: La Copa fraccionaria :: A copa fraccionaria [Estudiante: Nicolas Montoya Orozco](#)

mc

Módulos

Nombre	Aprobado	Materiales obtenidos	Preguntas resueltas
Bosque de los conceptos previos :: O bosque dos c	Si	4 de 6 (66.67%)	14 de 16 (87.5%)
Desierto de los múltiplos y los divisores :: Dese	Si	2 de 2 (100%)	10 de 12 (83.33%)
Selva de los comunes :: Selva dos comuns	Si	2 de 4 (50%)	13 de 15 (86.67%)
Tundra de las sumas y restas :: Tundra das somas	No	0 de 6 (0%)	6 de 18 (33.33%)
Pantano de las aplicaciones :: Pantano das aplica	No	0 de 4 (0%)	0 de 11 (0%)

mc

Materiales educativos

Concepto	Nombre
Términos, lectura, y representación de fracciones	port - Video 2
Términos, lectura, y representación de fracciones	esp - Video 2
Amplificación, simplificación, equivalencia y orde	port - Video 3
Amplificación, simplificación, equivalencia y orde	Video 3
Múltiplos y Divisores :: Múltiplos e Divisores	port - Video 4
Múltiplos y Divisores :: Múltiplos e Divisores	esp - Video 4
M.C.M. :: M.M.C.	port - Video 5
M.C.M. :: M.M.C.	esp - Video 5

mc

Preguntas evaluadas

Concepto	Formulación	Tipo	Intentos	Aciertos	Último intento
Motivación :: Motivação	¿Cómo se llama este juego? / Como chama-se este jogo?	Opcion\MultipleRespuestaUnica	7	6	2015-06-05 07:56:05
Términos, lectura, y representación de fracciones	Las fracciones se componen de dos términos que son _____ y _____ / As frações são compostas de d...	Opcion\MultipleRespuestaUnica	1	1	2015-06-04 18:34:19
Términos, lectura, y representación de fracciones	¿Cuál es el número que NO puede ser denominador? / Qual é o número que não pode ser denominador?...	Opcion\MultipleRespuestaUnica	2	1	2015-06-04 18:36:02
Términos, lectura, y representación de fracciones	¿Qué fracción representa la imagen? / Que fração representa a imagem?	Opcion\MultipleRespuestaUnica	4	1	2015-06-08 16:51:20
Términos, lectura, y representación de fracciones	El número que indica el total de partes en que fue dividida la unidad, se llama _____ / O número...	TextoAsistido	2	2	2015-06-04 18:56:29
Términos, lectura, y representación de fracciones	El nombre de las fracciones está determinado por el _____ / O nome das frações está determinado pe...	TextoAsistido	2	2	2015-06-05 08:02:58
Términos, lectura, y representación de fracciones	Empareja cada fracción con la lectura correspondiente / Emparelhe cada fração com a leitura correspo...	Emparejamiento	2	2	2015-06-04 18:39:37
Términos, lectura, y representación de fracciones	Analizando el valor de cada fracción agrúpelas según sean PROPIAS o	Agrupamiento	9	2	2015-06-08 17:27:28

En el proceso de Scraping realizado al ambiente de aprendizaje, arroja los resultados que se muestran en la figura 5-10 y la figura 5-11.

La tabla 5-3 muestra los valores de las variables involucradas en el cálculo de cada uno de los términos que determinan la medida de la interactividad en la plataforma Erudito.

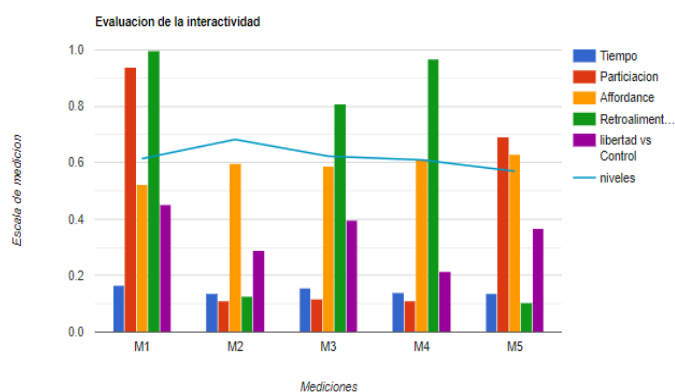
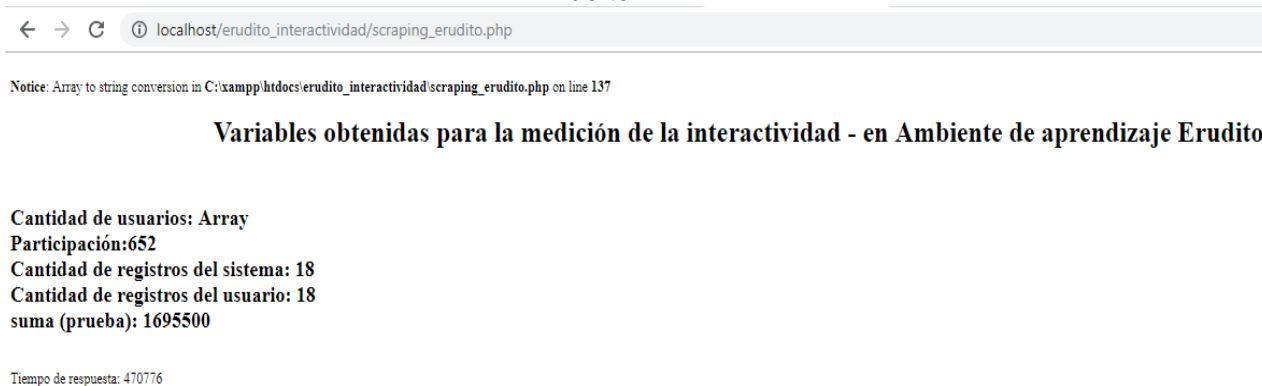
**Tabla 5-3:** Tabla de la medición de la interactividad en Erudito.

Característica	Variable	Medición cualitativa	Detalles
Cantidad usuarios	C-1	1	En la aplicación de consulta de Erudito el sistema detecto 652 registros de los usuarios, pero dado a que solo se cuenta con la información de entradas y salidas de un solo usuario, se va a realizar esta medición con un C-1=1 registro
Respuesta de usuario	nn	52	De la información del estudiante tomado como nodo, este emitió 52 registros de respuestas
Respuestas recibidas	n	52	De la información del estudiante tomado como nodo, este recibió 52 registros de mensajes
Cantidad de comunicaciones totales en el sistema	N	104	La cantidad de entradas y salidas de todo el sistema o ambiente 104 registros, dado a que solo se proporcionó la información de un usuario.
Tiempo de registro usuario	$\sum_{i=1}^n (TF_i - Ti_i)$	343	Es la suma del tiempo de respuestas de un usuario:  Se mostró que en total del curso el usuario proporcionado fue de 343 minutos en total.
Velocidad de respuesta	VR	0,151603	Se tiene que el tiempo del usuario es de 343, y se tienen 52 repuestas, por lo que para sacar el promedio de velocidad es de 52 repuestas/343 minutos  "VR = " (52 registros)/"343 minutos"  "VR = " 0,15 registros/minuto
Velocidad de respuesta mínima	VMR	0,15160	En general se estimó que una actividad toma alrededor de 20 minutos máximo para ser realizada en la plataforma "VMR = " (1 registros)/"20 minutos"  "VMR = " 0,04 registros/minuto
Velocidad	V	1	$V =  (VMR/Vr) - 1 $  $V =  (0,04/0,15) - 1 $  $V =  0,266 - 1 $  $V = 0,733 \text{ (registros/minuto)}/(\text{registros/minuto}) = \text{velocidad}$

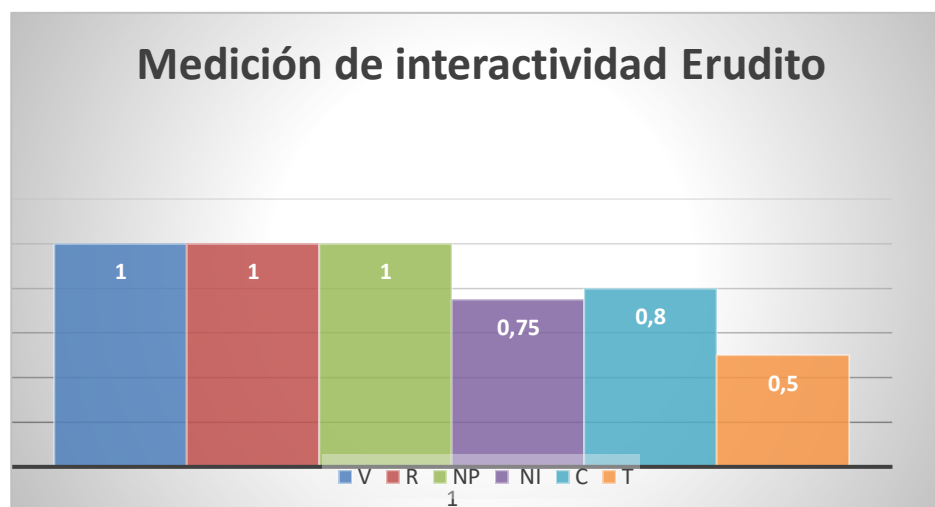
Tiempo de respuesta	TR	6,596153846	Se tiene que el tiempo del usuario es de 343, y se tienen 52 repuestas, por lo que para sacar el promedio del tiempo de respuesta es de 343 minutos/52 repuestas $TR = (343 \text{ minutos}) / (52 \text{ registros de actividad})$ $TR = 6,59 \text{ minutos por actividad}$
Retroalimentación	R	1	La cantidad total de comunicaciones en el sistema son 52 y la cantidad de usuarios es 1, lo que da una retroalimentación en el sistema de 1. $R = (104 - ((1 - 1) + 52)) / ((104 - (1 - 1)) / 2)$ $R = (104 - 52) / (104 / 2)$ $R = 52 / 52 = 1 \text{ registros/ciclos}$
Nivel de participación	NP	1	La cantidad de respuestas es 52, y la cantidad de usuarios registrados es de 1 Esto es dado a que un solo usuario contesto las 52 veces en el sistema $NP = nn/n$ $NP = 52/52$ $NP = 1 \text{ nivel de participación alto}$
Nivel de interactividad	NI (Normalizado)	0,75	Para el nivel de interactividad se demuestra que Erudito tiene la siguiente calificación cualitativa: - El usuario realiza múltiples repuestas como resultado a Las instrucciones. Se posibilita La entrada de cuadros de texto y la manipulación de objetos gráficos para probar la evaluación de la información presentada. - Posibilidad de selección de una ruta definida por el usuario. - El aprendiente determina libremente una ruta de navegación conforme a un objetivo. Lo que da un nivel de 3 o una interacción compleja en esta característica Y al normalizarlo con la fórmula $NI = (\sum_{i=1}^3 (i - 1) * (104 - (52/2 + 52))) / ((3/4) * (52 - (52/2 + 52)))$ $NI = (3/4 * 104 - (26 + 52)) / (52 - (26 + 52))$ $NI = (3/4 * 26) / 26$ $NI = 3/4$ $NI = 0,75$ nivel de participación alto
Control vs Libertad	C vs L	0,8	$Respuesta = (N - n) / Cy$ $Respuesta = (104 - 52) / 52$ $Respuesta = 52 / 52$ $Respuesta = 1 \text{ registros/ciclos}$

			$actividad = (104 - (52/2 + 52))/((1) * 1)$ $actividad = (104 - (52/2 + 52))/((1) * 65)$ $actividad = 0,4 (registro) / (U de tiempo)$ $Dispositivo = m/Cy$ $Dispositivo = 52/52 \quad Dispositivo = 1$ $Equilibrio Control - libertad = (respuesta + Actividad + dispositivo) / 3$ $Equilibrio Control - libertad = (1 + 0,4 + 1) / 3 = 0,8$ <p>Lo que indica que se le da un nivel intermedio al alumno, pero sin perder el control del contenido presentado, en la realización de las respuestas de aprendizaje impartido.</p>
Nivel cognitivo	T	0,50	<p>En este ambiente de aprendizaje, basado en la clasificación de la taxonomía de Bloom se ubica en las acciones de poder aplicar, ejecutar y llegar a cabo actividades, implementar conocimientos, y utilizarlos en un contexto en específico lo cual le da un nivel de cognitivo de 3, que normalizado da</p> $T = (\sum_{i=1}^3 (i)^65) / 65$ $T = (3/6 * 65) / 65 \quad T = 3/6 = 0,5 (nivel cognitivo) / actividad$
<b>Interactividad</b>	<b>Activa</b>	0,797	<p>La evaluación da una medición entre 0.75 y 1 lo cual según el modelo muestra una interactividad cualitativa alta</p> <p>Fórmula de evaluación de la interactividad = <math>(V + R + NP + NI + C + T) / 6</math></p> <p>Fórmula de evaluación de la interactividad = <math>(0,733 + 1 + 1 + 0,75 + 0,8 + 0,5) / 6</math></p> <p>Fórmula de evaluación de la interactividad = 0,797</p>

**Figura 5-10:** Interfaz de resultado con la medición de la interactividad en el ambiente Erudito.



**Figura 5-9:** Grafica de la medición de la interactividad en Erudito con todas sus características medibles.



## 5.4 Validación con Erudito con reporte de la BD

En el proceso de validación del modelo de interactividad, y después de los anteriores procesos de validación, se logró obtener una consulta desde la base de datos de Erudito de entre el 2015 y el 2016, con el fin de obtener las variables o características planteadas, y comparar con todos los integrantes del curso la medición de la interactividad tanto en el resultado de su fórmula, como mostrar que se puede realizar esta medición ya también con la información de todo un curso dentro de la plataforma.

En lo proporcionado está el reporte de la base datos de un curso en particular, entregado en formato Excel con tres grupos de datos, uno con los datos de login de un curso, otro con la información de los recursos o actividades utilizadas por alumno en dicho curso, y la siguiente el proceso de evaluación realizado por los alumnos con los acertijos o actividades del curso dentro de la plataforma ver las figuras 5-1, 5-2 y 5-3.

Dentro de los datos del login se proporcionaban datos como el identificador o idlog, el identificador del usuario o idUsuario, el identificador del curso o idCurso, la fecha de ingreso, la fecha de finalización, y una columna de tiempo transcurrido basado en los anteriores dos campos, ver figura 5.1.



Figura 5-1: Datos del login consulta plataforma Erudito.

Microsoft Excel - Consultas Erudito

	A	B	C	D	E	F	G
1	idLog	idUsuario	idCurso	fechaIngreso (TI)	fechaSalida (TF)	tiempoTranscurrido(TF-TI)	
2	83715	11741	1469	9/09/2015 13:11	9/09/2015 13:11	0	
3	83799	11696	1469	9/09/2015 14:39	9/09/2015 14:39	0	
4	86983	12358	1469	14/10/2015 18:23	14/10/2015 18:23	0	
5	87283	12425	1469	16/10/2015 12:56	16/10/2015 12:56	0	
6	87323	12353	1469	16/10/2015 14:52	16/10/2015 14:52	0	
7	87440	12449	1469	16/10/2015 18:20	16/10/2015 18:20	0	
8	87455	12454	1469	16/10/2015 18:57	16/10/2015 18:57	0	
9	87463	12460	1469	16/10/2015 19:13	16/10/2015 19:13	0	
10	87464	12457	1469	16/10/2015 19:14	16/10/2015 19:14	0	
11	87466	12462	1469	16/10/2015 19:17	16/10/2015 19:17	0	
12	87469	12463	1469	16/10/2015 19:25	16/10/2015 19:25	0	
13	87471	12467	1469	16/10/2015 19:29	16/10/2015 19:29	0	
14	87472	12455	1469	16/10/2015 19:30	16/10/2015 19:30	0	
15	87473	12458	1469	16/10/2015 19:30	16/10/2015 19:30	0	
16	87474	12466	1469	16/10/2015 19:31	16/10/2015 19:31	0	
17	87475	12468	1469	16/10/2015 19:36	16/10/2015 19:36	0	
18	87476	12469	1469	16/10/2015 19:39	16/10/2015 19:39	0	
19	87477	12471	1469	16/10/2015 19:45	16/10/2015 19:45	0	
20	87478	12456	1469	16/10/2015 19:46	16/10/2015 19:46	0	
21	87480	12470	1469	16/10/2015 19:47	16/10/2015 19:47	0	
22	87484	12474	1469	16/10/2015 19:53	16/10/2015 19:53	0	
23	87487	12478	1469	16/10/2015 20:04	16/10/2015 20:04	0	
24	87489	12475	1469	16/10/2015 20:15	16/10/2015 20:15	0	

Sheet: Login Recursos Evaluaciones

En los datos de Recursos, se encuentra la información de la identificación de usuarios o idUsuario, el identificador del acertijo o iditen, posición, fecha de Adquisición, y valoración tal como en la figura 5-2.

**Figura 5-2:** Datos de Recursos consulta plataforma Erudito.

Consultas Erudito - Micros

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Complementos Nitro Pro 10

Cortar Copiar Copiar formato Portapapeles Fuente Alineación Ajustar texto Combinar y centrar General Número

F1 fechaAdquisicion

	A	B	C	E	F	G
1	idUsuario	idItem Este es el idItem independiente si es nativo o de curso. Como no hay relación con las dos tablas (on_delete cascade) toca programar esta operación desde el editor	idCurso	posicion	fechaAdquisicion	valoracion
2	8400		14691	1469	3	21/10/2015 10:22 NULL
3	8584		14691	1469	5	31/10/2015 11:38 NULL
4	8635		14691	1469	3	27/10/2015 23:34 NULL
5	12407		14691	1469	8	22/10/2015 20:57 NULL
6	12417		14691	1469	2	20/10/2015 19:04 NULL
7	12444		14691	1469	3	30/10/2015 8:11 NULL
8	12448		14691	1469	1	18/10/2015 22:20 NULL
9	12449		14691	1469	3	20/10/2015 4:16 NULL
10	12450		14691	1469	4	20/10/2015 19:28 NULL
11	12451		14691	1469	4	26/10/2015 8:04 NULL
12	12452		14691	1469	3	21/10/2015 5:55 NULL
13	12454		14691	1469	2	19/10/2015 20:58 NULL
14	12455		14691	1469	3	19/10/2015 20:04 NULL
15	12456		14691	1469	4	19/10/2015 7:49 NULL
16	12457		14691	1469	8	21/10/2015 16:43 NULL
17	12458		14691	1469	5	19/10/2015 5:04 NULL
18	12460		14691	1469	1	18/10/2015 19:02 NULL
19	12462		14691	1469	3	18/10/2015 19:35 NULL
20	12466		14691	1469	1	20/10/2015 23:01 NULL
21	12467		14691	1469	4	22/10/2015 8:13 NULL

Login Recursos Evaluaciones

En los datos de Evaluaciones, se encuentran los campos: idUsuario, idAcertijo, Cantidad de intentos, cantidad de aciertos y fecha de último intento, ver figura 5-3.

**Figura 5-3:** Datos de Evaluaciones consulta plataforma Erudito.

Consultas Erudito - Microsc

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Complementos Nitro Pro 10

Calibri 11 Fuente Alineación General

Portapapeles Cortar Copiar Pegar Copiar formato

Ajustar texto Combinar y centrar

General \$ % 000 00

Número

K4 = CONTAR(A670:A12025)-CONTAR(A5346:A6013)-CONTAR(A6682:A7349)

	A	B	C	D	E
1	idUsuario	idAcertijo	cantidadInte	cantidadAciertos	fechaUltimoIntento
2	5604	14690	0		0 NULL
3	8400	14690	3		1 20/10/2015 16:23
4	8584	14690	3		2 30/10/2015 13:03
5	8598	14690	0		0 NULL
6	8635	14690	1		1 19/10/2015 21:51
7	11696	14690	0		0 NULL
8	11741	14690	0		0 NULL
9	11923	14690	0		0 NULL
10	12353	14690	0		0 NULL
11	12358	14690	0		0 NULL
12	12407	14690	2		1 21/10/2015 17:58
13	12410	14690	0		0 NULL
14	12417	14690	3		3 19/10/2015 8:50
15	12421	14690	0		0 NULL
16	12425	14690	0		0 NULL
17	12444	14690	9		1 23/10/2015 19:06
18	12448	14690	2		1 18/10/2015 19:00
19	12449	14690	1		1 18/10/2015 12:49
20	12450	14690	6		6 19/10/2015 7:42
21	12451	14690	6		3 22/10/2015 16:30
22	12452	14690	2		2 19/10/2015 19:33
23	12454	14690	2		2 18/10/2015 20:16
24	12455	14690	4		4 19/10/2015 9:37
25	12456	14690	9		9 18/10/2015 18:23

Login Recursos Evaluaciones

Con los anteriores datos, y antes de realizar los cálculos correspondientes, se incluyeron: En los datos de Recursos, el dato de nivel de interactividad de cada actividad o acertijo basado en el cuadro, el cual para el total de actividades se ubicó en el 3, y en evaluaciones se calcularon también la cantidad de actividades y se le asignó el valor cognitivo a cada una según el cuadro de Bloom que para una acción de evaluación se le asignara un 5. Como en la tabla 5-4.

**Tabla 5-4:** Actividades en el sistema relacionado con su nivel cognitivo y su nivel de interactividad.

Actividad	Cantidad de veces	Valor cognitivo	Nivel de interactividad
14691	668	5	3
14692	668	5	3
14693	668	5	3
14694	668	5	3
14695	668	5	3
14696	668	5	3
14697	668	5	3
14698	668	5	3
14699	668	5	3
146910	668	5	3
146911	668	5	3
146912	668	5	3
146913	668	5	3
146914	668	5	3
146915	668	5	3
146916	668	5	3
146917	668	5	3
<b>Total de veces</b>	11356		

Teniendo estos resultados, se calculan las variables necesarias para las fórmulas de las características de la interactividad como se muestra a continuación tabla 5-5:

**Tabla 5-5:** Variables utilizadas en las fórmulas de las características de la interactividad.

Variabes	Valor	Observaciones
<b>N</b>	15883	Calculado contando la cantidad de registros del log, y sumándole a este la cantidad de respuestas de los usuarios
<b>n</b>	10020	Cantidad de respuestas del sistema al realizar una actividad, en este caso las evaluaciones de los acertijos asociados en recursos con los usuarios.
<b>nn</b>	5196	Cantidad de respuestas de los usuarios al realizar las actividades
<b>Cy</b>	15546	Ciclos entre respuesta y retroalimentación de los usuarios en las actividades
<b>Ta</b>	15	Cantidad de aplicaciones realizadas por los usuarios, desde el acertijo 14691 a la 146917, sin contar la 14698 y la 146910.
<b>C</b>	675	Cantidad de usuarios que en los logs se muestran que ingresaron en el curso.
<b>VRM</b>	1/20= 0,04	En general se estimó que una actividad toma alrededor de 20 minutos máximo para ser realizada en la plataforma
<b><math>\Sigma</math> (TF-TI) en minutos</b>	329572	Cantidad de <b>minutos</b> totales utilizados en el curso

Ahora bien, con estos datos se obtuvieron los resultados de la tabla 5-6:

**Tabla 5-6:** Resultados de características de la interactividad con su peso (w) para dar el valor de la interactividad.

Características	Pesos (W)	Medición	
VR	0,167	0,015	$VR = \frac{nn}{\sum_{i=0}^n (Tf_i - Ti)}$ $VR = \frac{5196}{329572}$ $VR = 0,015 \frac{\text{registros}}{\text{minutos}}$
V		0,83	$V =  (VMR/Vr) - 1 $ $V =  (0,04/0,15) - 1 $ $V =  0,2666 - 1 $ $V = (0,833) \text{ registros/minutos}$
R	0,167	0,64	$R = (N - ((C - 1) + nm))/Cy$ $R = (15883 - ((675 - 1) + 5196)) / 15546$ $R = (15883 - (674 + 5196)) / 15546$ $R = (15883 - 5.870) / 15546$ $R = 10013 / 15546$ $R = 0,644 \text{ registros/ciclos}$
NP	0,167	0,51	<p>El nivel de participación es dado por 5196 respuestas de los alumnos frente a 10020 emisiones del sistema:</p> $NP = nn/n \quad NP = 5196/10020$ <p>0,51 nivel de participación</p>
NI	0,167	0,69	<p>El nivel de interactividad da compleja, lo que indica que el usuario realiza múltiples respuestas a las instrucciones. Se posibilita la entrada en cuadros de texto y la manipulación de objetos gráficos para probar la evaluación de la información presentada.</p>
C	0,167	0,80	<p>Dado a que permite tener múltiples caminos dado su implementación de la gamificación en las actividades que se plantean en el ambiente.</p>
T	0,167	0,83	<p>Realizan una actividad cognitiva de nivel alto</p>
<b>Interactividad</b>	<b>1</b>	<b>0,71</b>	<b>Promedio Ponderado entre los anteriores resultados</b>

En este caso un valor de interactividad es de 0,71, lo cual ubica a Erudito con interactividad media, muy cerca de interactividad alta.

## 5.5 Comparación resultado y manejo de los pesos (W)

Con las 3 validaciones anteriormente realizadas, se obtiene para todas las 6 características y con el mismo valor de peso W, ver la tabla 5-7, la comparación de las 3 validaciones por característica entre particulares y la calificación general entre estas.

Según el consolidado de la tabla 5-7, la plataforma Erudito tiene las características del nivel de interactividad, actividades cognitivas muy desarrolladas, y una libertad y control moderado. La calificación de la interactividad general y las variables que dependen de ello como la retroalimentación, el nivel de participación fue muy alto.

La primera validación tiene buenos puntajes, excepto el nivel cognitivo que propone, y la interactividad media que disminuyen su calificación.

**Tabla 5-7:** Resultados comparativos en validaciones de interactividad.

	V	W1	R	W2	NP	W3	NI	W4	C	W5	T	W6	TOTAL
Val 1	0,333	0,17	1	0,17	0,56	0,17	0,5	0,17	0,76	0,17	0,33	0,17	0,58
Val 2	0,83	0,17	1	0,17	1	0,17	0,75	0,17	0,8	0,17	0,5	0,17	0,84
Val 3	0,83	0,17	0,64	0,17	0,51	0,17	0,69	0,17	0,8	0,17	0,83	0,17	0,72

Ahora bien, muchos de los interesados en medir la interactividad, pueden indicar la relevancia de una característica más que otra, lo cual el modelo lo permite a través de la fórmula como se plantea a continuación, en la cual se ve que no necesitan estar uniformes los pesos entre características, pero si se van a comparar los pesos si deben ser iguales entre todas las características:

**Tabla: 5-8:** Resultados comparativos en validaciones de interactividad con diferentes pesos entre características.

	VR	W1	R	W2	NP	W3	NI	W4	C	W5	T	W6	TOTAL
Val 1	0,333	0	1	0,25	0,56	0,25	0,5	0,25	0,76	0,15	0,33	0,1	0,66
Val 2	1	0	1	0,25	1	0,25	0,75	0,25	0,8	0,15	0,5	0,1	0,86
Val 3	0,83	0	0,64	0,25	0,51	0,25	0,69	0,25	0,8	0,15	0,83	0,1	0,66





## 6. Conclusiones y trabajo futuro

El resultado de este trabajo es un acercamiento a la posibilidad de realizar una evaluación de la interactividad en Ambientes de Aprendizaje, definiendo diferentes características involucradas y proponiendo mecanismos para su medición, preferencialmente en forma automática he intentado ofrecer cálculos objetivos. Este modelo puede ser una herramienta útil no solo para obtener resultados cuantificados del nivel de interactividad global de un sistema, sino fundamentalmente para comparar diversas plataformas y evaluar las ventajas y mejoras requeridas en cada caso. La mayor dificultad encontrada está relacionada con los diversos enfoques sobre esta importante característica y sobre la cantidad de aspectos subjetivos involucrados, además de los datos disponibles desde las plataformas para realizar cálculos de otras variables relevantes.

Para cada uno de las 6 características se toman datos generales basados en los datos suministrados, que en efecto permitieron obtener los datos necesarios, pero no para datos específicamente de cada actividad de un curso como podría ser de mayor utilidad para realizar comparaciones más precisas, lo cual se espera afinar en próximas validaciones y se alienta a trabajos futuros a realizarlo para dar muchas más herramientas que puedan ayudar a mejorar estas actividades en específico por separado.

Se plantea con este trabajo la discusión de las características planteadas (de su medición, utilidad, manejo, y medida), poniendo de ejemplo una actividad particular en el ambiente de aprendizaje virtual en este caso se planteara con una actividad tipo examen, para ello se concluye la importancia para la interactividad de: la **retroalimentación** que es fundamental en cada curso o actividad para ver los resultados positivos y negativos en el objetivo de aprendizaje (Si en el examen el usuario o estudiante no recibe retroalimentación de lo en que fallo y que acertó, este no podrá distinguir que aprendió y

que debe mejorar) ; la **participación** como herramienta de ser constantes para reforzar el conocimiento que se quiere transmitir, y no solo se orienta a entregar información que se olvida con el tiempo, esto referenciando la frase que “con la practica o en este caso la participación constante hace al maestro” (Esto se ve en que a medida que un alumno practica lo que se le comunico, este convierte la información en conocimiento); de la **velocidad** con que se lleva cada vez el aprendizaje, como un síntoma de que se mejoran habilidades y se obtienen los conocimientos para realizar las actividades planteadas; Con la **libertad** que se debe tener para poder explorar la obtención del conocimiento a través de la comunicación con los ambientes, sin dejar de lado de controlar que se quiere enseñar y de tener objetivos claros (En el caso del examen de poder demostrar el conocimiento adquirido sin dejar que se pierda el objetivo de aprendizaje); El **nivel cognitivo** que este exige, dado a que este nos da una mirada de que tan complejo es lo que se pretende transmitir y por ende exige mayor puntaje en las otras características de la interactividad que lo complementan (En el caso de un examen responder un sí o un no es mucho más sencillo cognitivamente , que indicarle que adicionalmente sustente la respuesta); El **nivel de interactividad** que se le da desde antiguos trabajos sobre el tema que indican bajo características puntuales, una clasificación de los ambientes o sus actividades en la interactividad, y después de todo ello las capacidades que no se tenían en cuenta o **affordance** que pueda encontrarse en la interactividad que se va generando en el proceso de comunicación con entre ambiente y usuarios.

Como trabajo futuro se plantea fortalecer las métricas y los mecanismos de medición de las diferentes variables e incluir otros elementos que reflejen la efectividad del proceso de aprendizaje, como una condición esperada de la interactividad en los ambientes educativos. Igualmente incluir variables relacionadas con aspectos emocionales o afectivos, que juegan un papel fundamental en la relación del estudiante con el sistema. Finalmente, se espera avanzar en mecanismos que apoyen la evaluación de la interactividad en diferentes plataformas tecnológicas.

## Bibliografía

- Ackad, C., Wasinger, R., Gluga, R., Kay, J., & Tomitsch, M. (2013). *Measuring Interactivity at an Interactive Public Information Display*. 329–332.
- Al-Nuaimi, I. T., Mahmood, A. K., & Jebur, H. H. (2014). *Proposed Conceptual Model for E-Service Quality in Malaysian Universities*.
- Álvarez, G., & Tamayo, A. (2017). *Characterization of the evaluation of interactivity in virtual environments of teaching learning at the university of Holguin*.
- Aparici, R., & Silva, M. (2012a). Pedagogía de la interactividad. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana ...*, 19(38), 51–58.  
<https://doi.org/10.3916/C38-2011-02-05>
- Aparici, R., & Silva, M. (2012b). Pedagogía de la interactividad Pedagogy of Interactivity. *Comunicar*, 7. <https://doi.org/10.3916/C38-2011-02-05>
- Appert, C., & Bezerianos, A. (2018). *The Evaluation of Interactive Systems The why , what , where , and when of evaluation The Language of Evaluation*.
- Asunción, H., & Fernandez, J. (2006). Ciudades en la web: usabilidad e interactividad de las páginas oficiales de los destinos turísticos. *IV Congreso “Turismo y Tecnologías de La Informacion y Las Comunicaciones,”* (October). Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3955764>
- Axwell, M. (2001). *J c. m.*
- Barcellos, L. I., & Botura, G. (2019). Usability , Interactivity and Cognition of a Multicampi University Website. *Springer International Publishing AG*, 1, 60–71. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-93888-2>
- Belkin, N., Ave, H., Scholtz, J., Dumais, S., Wilkinson, R., & Cmis, C. (2003). *Opportunities and Challenges in Evaluating Interactive Information Retrieval Systems*. 1–2.
- Bevan, N., & Macleod, M. (1994). Usability measurement in context. *Behaviour and Information Technology*, 13(1–2), 132–145.  
<https://doi.org/10.1080/01449299408914592>
- Bloom, B. (1948). *La taxonomía de bloom y sus actualizaciones*. 1–7.
- Brajnik, G., & Udine, U. (2016). Measuring Interaction Design before Building the System : a Model-Based Approach. *Proceedings of the 8th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, 183–193.  
<https://doi.org/10.1145/2933242.2933246>
- Buchanan, R. (2001). Design Research and the New Learning. *Design Issues*, 17(4), 3–23. <https://doi.org/10.1162/07479360152681056>
- Byrne, S., Champion, M., Isaacs, S., Jacobs, I., Nicol, G., & Eps, I. (2000). *Document Object Model ( DOM ) Level 1 Specification ( Second Edition )*. 1–

212.

- Caballé, S., Mora, N., Feidakis, M., Gañán, D., Conesa, J., Daradoumis, T., & Prieto, J. (2014). *CC – LR : providing interactive , challenging and attractive Collaborative Complex Learning Resources*. 51–67. <https://doi.org/10.1111/jcal.12021>
- Chen, M. P., & Wang, L. C. (2009). The effects of type of interactivity in experiential game-based learning. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 5670 LNCS, 273–282. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-03364-3\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03364-3_33)
- Coyle, J. R., & Thorson, E. (2001). The Effects of Progressive Levels of Interactivity and Vividness in Web Marketing Sites. *Journal of Advertising*, 30(3), 65–77. <https://doi.org/10.1080/00913367.2001.10673646>
- Domagk, S., Schwartz, R. N., & Plass, J. L. (2010). Interactivity in multimedia learning: An integrated model. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 1024–1033. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.03.003>
- El, A., Mahmoud, B., & Auter, P. J. (2009). The Interactive Nature of Computer - Mediated Communication. *American Communication Journal*, 11(4), 36.
- Enrique, W., Borja, M., Guarnieri, G., & Rodríguez, G. L. (2019). *Análisis y evaluación de procesos de interactividad en entornos virtuales de aprendizaje*. 11, 63–99.
- Estebanell, M. (2002). Interactividad e interacción. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 1(1), 15–25. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1252603&info=resumen&idoma=POR>
- Evans, C., & Sabry, K. (2003). Evaluation of the Interactivity of Web-Based Learning Systems: Principles and Process. *Innovations in Education and Teaching International*, 40, 89–99. <https://doi.org/10.1080/1355800032000038787>
- Gilbón y Contijoch. (2005). La interacción y la interactividad en cursos en línea: Su evaluación. *Virtual Educa*, 10.
- Green, W., Ruyter, B., & de Ruyter, B. (2009). The design and evaluation of interactive systems with perceived social intelligence: five challenges. *Ai & Society*, 25(2), 203–210. <https://doi.org/10.1007/s00146-009-0252-z>
- Greiner, T. M., & Ball, K. a. (1999). Understanding Interactivity. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 12(2), 185–195. <https://doi.org/10.1080/10255840802372060>
- Guevara, R., Botero, R., & Castro, C. A. (2015). *Una revisión a los niveles de interactividad de los contenidos digitales* Guevara, R., Botero, R., & Castro, C. A. (2015). *Una revisión a los niveles de interactividad de los contenidos digitales*, 469–473. 469–473.
- Gutiérrez, M. C., & López, G. A. (2011). La interactividad en la construcción del conocimiento escolar. *Innovar: Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 21(41), 5–18. Retrieved from

- <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3903218&info=resumen&idoma=SPA>
- Keskinen, T. (2015). *Evaluating the User Experience of Interactive Systems in Challenging Circumstances*. Retrieved from <http://tampub.uta.fi>
- Koolstra, C. M., & Bos, M. J. W. (2009). *THE DEVELOPMENT OF AN INSTRUMENT TO DETERMINE DIFFERENT LEVELS OF*. 71(5), 373–391. <https://doi.org/10.1177/1748048509104980>
- Luján Rodríguez, G., Silvana San Martín, P., Carlos Gómez, J., Di Liscia, O. P., Pascual Leone, H., & Azucena Medina, M. (2011). *La teoría de los sistemas complejos aplicada al modelado del dispositivo hipermedia dinámico*. 152. Retrieved from [http://rephip.unr.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/2133/4226/Tesis Doctoral Rodríguez G L Libro.pdf?sequence=3](http://rephip.unr.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/2133/4226/Tesis%20Doctoral%20Rodríguez%20G%20L%20Libro.pdf?sequence=3)
- Marín Giraldo, Y., Posada Silva, W. Y., García Duque, B., & Munévar Molina, R. A. (2015). Metodología para la creación de micromundos interactivos. *Kepes*, 12(11), 61–81. <https://doi.org/10.17151/kepes.2015.12.11.4>
- Martinic, S. (2015). El tiempo y el aprendizaje escolar la experiencia de la extensión de la jornada escolar en Chile. *Revista Brasileira de Educacao*, 20(61), 479–499. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782015206110>
- Milojevic, A., Kleut, J., & Ninkovic, D. (2013). Methodological Approaches to Study of Interactivity in Communication Journals/Propuestas metodológicas para el estudio de la interactividad en revistas de comunicación. *Comunicar*, 21(41), 93–102.
- Moreno, J., Montaña, E. A., & Duque, N. D. (2015). *Redalyc. Herramienta de autor para la creación de juegos multijugador masivo en línea educativos*.
- Nam, T., Park, S., & Verlinden, J. (2009). *A model to conceptualize interactivity*. 147–156. <https://doi.org/10.1007/s12008-009-0069-5>
- Rafaeli, S., & Ariel, Y. (2012a). Assessing interactivity in computer-mediated research. In *Oxford Handbook of Internet Psychology*. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199561803.013.0006>
- Rafaeli, S., & Ariel, Y. (2012b). Assessing interactivity in computer-mediated research. *Oxford Handbook of Internet Psychology*. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199561803.013.0006>
- Rafaeli, S., & Sudweeks, F. (2006). Networked Interactivity. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 2(4), 0–0. <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00201.x>
- Robinson, H. A., Sheffield, A., Phillips, A. S., & Moore, M. (2017). *B Introduction to Teaching Online ^: Usability Evaluation of Interactivity in an Online Social Constructivist Course*. <https://doi.org/10.1007/s11528-017-0187-z>
- Sádaba, M. R. (2000). Interactividad y comunidades virtuales en e entorno de la world wide web. *Comunicación y Sociedad*, Vol. 13, pp. 139–166.
- Salinas, J. (1988). Interactividad y diseño de vídeos didácticos. *Comunicación Presentada Al Interactive Video in Schools Seminar*.
- Sánchez, W. (2011). La usabilidad en Ingeniería de Software : definición y

- características. *Ing-Novación. Reporte de Investigación*, (2), 7–21. Retrieved from <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/1937/1/2>. La usabilidad en Ingeniería de Software- definición y características.pdf
- Santos, E., & Terra, M. (2016). *The Importance of Timely Feedback to Interactivity in Online Education*. 488, 307–314. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51133-7>
- Sims, R. (1997). Interactivity: A forgotten art? *Computers in Human Behavior*, 13(2), 157–180. [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(97\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(97)00004-6)
- Sohn, D., & Lee, B.-K. (2005). Computer-Mediated communication and the public sphere: A critical analysis. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 7(1), 0. <https://doi.org/10.1111/j.1083>
- Stokes, H. (2012). La Interactividad En La Educacion a Distancia: Evaluacion De Comunidades De Aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 7(1–2), 147–162. <https://doi.org/10.5944/ried.7.1-2.1080>
- Uribe, R., Duque, N. D., & Moreno, J. (2018). Propuesta para la medición de la interactividad en ambientes de enseñanza-aprendizaje. *Revista Espacios*.
- USDOD - U.S. Department of Defense. (1999). *Handbook development of interactive multimedia instruction ( imi ) ( part 3 of 4 parts) This Handbook is for guidance only . Do not cite this document as a requirement .* (July).
- Vargiu, E., & Urru, M. (2013). *Exploiting web scraping in a collaborative filtering-based approach to web advertising*. 2(1), 44–54. <https://doi.org/10.5430/air.v2n1p44>
- Veraszto, E. V., García, F. G., & Silva, D. (2009). *La educación y la interactividad Posibilidades inovadoras Sérgio Ferreira do Amaral Resumen Palabras clave Key words Introducción La aparición de una nueva tecnología puede ser*. 655–665.
- Zangara, A., & Sanz, C. V. (2012). Aproximaciones al concepto de interactividad educativa. *I Jornadas Iberoamericanas de Difusión y Capacitación Sobre Televisión Digital Interactiva. RedAUTI*, 83–90. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10915/25943>
- Zangara, A., & Sanz, C. V. (2013). RUEDA - 6 ° Seminario Internacional Mendoza - Octubre 2013 Seminario Internacional Mendoza - Octubre 2013. *Red de Universidades de Educación a Distancia Argentina, Seminario Internacional*, 1–13.