



## **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR  
(QUÍMICA)  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

### **DISEÑO DE UN JUEGO DIDÁCTICO COMO MATERIAL AUXILIAR EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS PROCESOS DE OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN EN EL NIVEL DE EDUCACIÓN MEDIO SUPERIOR**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR  
(QUÍMICA)**

**PRESENTA:  
OMAR MARTÍNEZ DÍAZ**

**TUTOR PRINCIPAL:  
DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA**

**FES Cuautitlán**

**COMITÉ TUTORAL:  
DRA. YOLANDA MARINA VARGAS RODRÍGUEZ  
DR. RODOLFO GÓMEZ BALDERAS  
MTRA. ELVA MARTÍNEZ HOLGUÍN  
DR. PLINIO JESÚS SOSA FERNÁNDEZ**

**FES Cuautitlán  
FES Cuautitlán  
FES Cuautitlán  
Facultad de Química**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Llegar a la cima

No existe soberbio más grande que aquel que presume haber llegado a la cima solo con sus esfuerzos, sin la ayuda de nadie. “Yo solo me he ganado todo lo que tengo, no me ha ayudado nadie” se atreven a decir con todo el orgullo del que son capaces. Pero no es cierto, todos necesitamos ayuda para llegar a la cima, incluso necesitamos del escalón mismo que pisamos para subir hacia nuestra meta o la piedra que soportó nuestro peso para que no cayéramos de la montaña.

Y no solo se trata de subir y subir, sino de aprender cosas nuevas a medida que subimos, porque cada obstáculo, cada tropiezo, cada sorpresa en el camino, cada derrota nos enseña algo necesario para llegar a nuestra meta. Aunque no todo son tragedias, también las alegrías, las victorias, los logros y los tiempos de bonanza nos dan la motivación para seguir adelante y no rendirnos.

Y si algún soberbio me dijese que estoy equivocado, que nadie ayuda a nadie sin esperar nada a cambio, podría decirle que no es así, que si hemos llegado a la cima es gracias a la ayuda de otros y puedo probarlo.

La primera es que no podríamos emprender el viaje maravilloso del éxito sin la vida misma, y para eso necesitamos de la chispa poderosa que nos permite conocer este mundo, ya sea que quieras llamarlo Dios, cosmos, naturaleza o el universo mismo.

En segundo lugar, todos tenemos una familia que nos ha enseñado cómo afrontar la vida. Todos crecemos y empezamos nuestro viaje de vida en una familia. Ya sea grande o pequeña, buena o mala, entera o en partes, todos recibimos el apoyo, amor, educación, afecto y cobijo de una familia. Por eso agradezco la familia que me ha cobijado.

Nadie nace sabiendo y todo maestro necesita mentores que le enseñen las cosas importantes de su oficio. Tal vez pienses que tu solo has aprendido todo lo que sabes por ti solo, pero necesitas de un mentor para aprender a aprender. Agradezco por mis mentores, que más que profesores son mis amigos.

Por último, no siempre tienes la oportunidad de estar al cobijo de tu familia y por eso el universo te ayuda poniendo amigos en tu camino. Ellos te hacen pasar los mejores momentos y te dicen lo que necesitas escuchar aunque no quieras. Agradezco por los amigos que me han ayudado en el camino.

Si piensas que llegaste a la cima tu solo, piénsalo dos veces.

Omar Martínez Díaz

## Índice

Índice .....	1
Índice de figuras .....	4
Índice de tablas.....	4
INTRODUCCIÓN .....	5
GENERALIDADES.....	7
1. El juego como herramienta didáctica .....	7
1.1. Definición de juego.....	7
1.2. Breves registros históricos del juego.....	7
1.3. Algunas consideraciones psicológicas y pedagógicas del juego .....	10
1.4. Teorías sobre el juego .....	13
1.4.1. Teoría de la energía excedente .....	13
1.4.2. Teoría recreativa, de esparcimiento y recuperación .....	13
1.4.3. Teoría de la práctica del instinto.....	14
1.4.4. Teoría de la recapitulación o teoría atávica .....	14
1.4.5. Teoría de la catársis.....	14
1.4.6. Teoría de la autoexpresión.....	15
1.4.7. Teoría del juego como estimulante de crecimiento .....	15
1.4.8. Teoría del entretenimiento .....	15
1.4.9. Teoría del juego como ejercicio complementario .....	16
1.4.10. Teoría de crecimiento y mejoramiento.....	16
1.4.11. Teoría de reestructuración cognoscitiva.....	17
1.5. Los juegos de cartas .....	19
1.5.1. Origen del juego de cartas .....	19
1.5.2. El Juego de Cartas Intercambiables o Trading Card Game.....	21
1.5.3. Variantes del Trading Card Game: el Constructible Card Game y el Constructible Strategy Game.....	23
2. Reacciones Rédox: conceptos y problemática didáctica.....	25
2.1. Definición de reacción Rédox.....	25
2.2. La Oxidación y la Reducción: los procesos primordiales.....	26
2.3. Problemas en la enseñanza-aprendizaje de los conceptos relacionados con las reacciones Rédox.....	27

2.3.1. La Oxidación y la Reducción como procesos complementarios .....	27
2.3.2. Las concepciones alternativas sobre la estructura corpuscular de la materia .....	28
2.3.3. Problemáticas con la aplicación o identificación de los conceptos relacionados a las reacciones Rédox .....	30
3. La Educación Media Superior y la educación basada en competencias .....	33
3.1. La Educación Media Superior en México .....	33
3.2. El modelo educativo basado en competencias .....	35
4. METODOLOGÍA .....	39
4.1. Identificación del problema .....	39
4.2. Objetivo general .....	39
4.3. Objetivos particulares .....	39
4.4. Hipótesis .....	40
4.5. Descripción de la investigación .....	40
4.6. Diseño experimental .....	42
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	44
5.1. El juego didáctico: diseño, componentes y accesorios .....	44
5.2. Resultados obtenidos en la evaluación de la aplicación del juego .....	48
5.2.1. Resultados obtenidos en el primer reactivo .....	49
5.2.2. Resultados obtenidos en el segundo reactivo .....	51
5.2.3. Respuestas obtenidas en el tercer reactivo .....	52
5.2.4. Respuestas obtenidas en el cuarto reactivo .....	54
5.2.5. RESPUESTAS OBTENIDAS EN EL QUINTO REACTIVO .....	56
5.2.6. Opiniones y sugerencias expresadas por los alumnos del grupo piloto respecto al juego .....	57
5.3. Análisis de los resultados obtenidos en la evaluación de los grupos 514 y 518 .....	58
5.3.1. Análisis de los resultados del primer reactivo de la evaluación .....	58
5.3.2. Análisis de los resultados del segundo reactivo de la evaluación .....	60
5.3.3. Análisis de los resultados del tercer reactivo de la evaluación .....	62
5.3.4. Análisis de los resultados del cuarto reactivo de la evaluación .....	64
5.3.5. Análisis de los resultados del quinto reactivo de la evaluación .....	65
5.3.6. Modificaciones al juego con base en las sugerencias de los alumnos en el sexto reactivo y los resultados obtenidos en la evaluación .....	67

CONCLUSIONES.....	69
PROSPECTIVA.....	72
Referencias bibliográficas.....	73
Referencias electrónicas.....	76
Anexo A. Estructura de las secuencias didácticas .....	77
Secuencia didáctica del grupo 514.....	77
Secuencia didáctica del grupo 518.....	81
Anexo B. Instrumento de evaluación para obtención de resultados.....	85
Anexo C. Reglamento del juego didáctico.....	86
Anexo D. Tablero del juego y barajas creadas para el juego didáctico .....	92

## Índice de figuras

Figura 1.1: .....	8
Figura 1.2 .....	10
Figura 1.3 .....	17
Figura 1.4 .....	19
Figura 1.5 .....	20
Figura 1.6 .....	21
Figura 5.1 .....	46
Figura 5.2 .....	59
Figura 5.3 .....	61
Figura 5.4 .....	62
Figura 5.5 .....	64
Figura 5.6 .....	66

## Índice de tablas

Tabla 5.1 .....	49
Tabla 5.2 .....	51
Tabla 5.3: .....	53
Tabla 5.4: .....	55
Tabla 5.5: .....	56
Tabla 5.6: .....	58

## INTRODUCCIÓN

La química es una ciencia que con frecuencia se presenta como una materia difícil y aburrida en la enseñanza, de aquí la necesidad de transmitir este conocimiento de manera lúdica y divertida. Un punto muy importante para el aprendizaje es el "espíritu" con que uno se acerca al conocimiento. En términos actuales diríamos "los intereses", "las expectativas", "las actitudes". No debemos perder de vista que la educación más importante es la que uno se da a sí mismo, por ello muy diferente será el caso de quien considera que encarar los problemas de química o física es un juego intelectual, un reto y desafío, cuya aceptación es el primer paso para el aprendizaje.

Por otro lado, es innegable que la enseñanza de las ciencias es un campo donde la experimentación y el juego (por no decir "improvisación") rivaliza con las tradiciones más férreas como: memorización, oscuridad, ambigüedad, enciclopedismo, superficialidad, etcétera. Con ello, el hermoso templo de la ciencia se convierte en un montón de piedras, su lógica en dogma y su espíritu en aburrimiento. Lo aprendido con disgusto, con gusto se olvida ¿Y si el aprendizaje es una microinvestigación, no podrá verse también como un juego? (Córdova, 1994)

La definición de juego, basada en autores como Freud, Piaget y Vigotsky, se presenta como una actividad estimulante, placentera y voluntaria que en la vida del adolescente facilita su aprendizaje y potencia las diferentes facetas de su desarrollo físico, psíquico, social y emocional. (Plá y Capó, 2012)

Juego implica riesgo, jugar con un problema supone la capacidad de soportar la tensión de la búsqueda, la inquietud de la ausencia de estructura y orden, la desarmonía de los datos inconexos. Y, como todos los juegos, el del aprendizaje se basa en la confianza en uno mismo en las propias capacidades. (Córdova, 1994)

Hay ocasiones en las que los fenómenos químicos se presentan bajo un aspecto lúdico, la verdadera finalidad no es el puro entretenimiento sino el centrar la atención de los alumnos en el comportamiento y las propiedades químicas de las sustancias y los materiales que intervienen en una reacción. La aproximación bajo el aspecto recreativo es una metodología para atraer la atención, impresionar a veces, y crear la oportunidad de hacer reflexionar

científicamente. Estas estrategias son sencillas y fáciles de llevar a cabo, solo requieren un cambio de enfoque de las actividades que realizamos normalmente los profesores en las aulas (Corominas, 2011). Este tipo de materiales didácticos son especialmente efectivos para mostrarnos de forma efectiva propiedades o características de la materia que son difíciles de visualizar debido a su naturaleza nanoscópica y que su entendimiento requiere del desarrollo del pensamiento abstracto. (Bernal, Oliva y Franco, 2012)

En varios artículos publicados en revistas de educación química se exponen numerosos experimentos “espectaculares” para mostrar los procesos rédox (Corominas, 2011; García, 2010; Heredia, 2011; Lazo, Leontinas y Vera, 2013; López y Boronat, 2012); sin embargo, en algunos casos se requieren materiales y reactivos de alto costo, demostraciones de difícil montaje o no se cuenta con las instalaciones adecuadas para llevarlos a cabo. Por otro lado, los materiales lúdico-didácticos son en su mayoría baratos y su uso es factible dentro del aula de enseñanza. (Acuña *et al*, 2011)

A partir de estos puntos se propone la elaboración de un material lúdico-didáctico como un auxiliar para enseñar el tema de oxidación-reducción a los jóvenes que cursan el nivel medio superior de educación (preparatoria o bachillerato). El propósito de desarrollar dicho juego es ayudar en la comprensión por parte de los alumnos de un tema de suma importancia para el entendimiento de los cambios que suceden en una reacción química, que además recordaremos, es un elemento fundamental de la química en cualquiera de sus ramas.

El juego desarrollado en este proyecto se diseñó bajo la modalidad Trading Card Game (Juego de Cartas Intercambiables), en las que 2 alumnos se enfrentan entre sí para oxidar los reductores del contrincante con ayuda de las cartas. Además, se presenta la metodología de investigación a seguir y la secuencia didáctica para la enseñanza del tema reacciones rédox en la que se incluye el juego didáctico desarrollado. Por último, se presentan los resultados obtenidos y el análisis de los mismos para establecer diferencias entre un grupo sometido a una secuencia didáctica tradicional y un grupo que experimentó con el juego didáctico.

## GENERALIDADES

### 1. El juego como herramienta didáctica

#### 1.1. Definición de juego

La RAE (Real Academia Española) define juego como: *“Ejercicio recreativo sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde”*; por otra parte, define jugar como: *“Hacer algo con alegría y con el solo fin de entretenerse o divertirse”*. Estas definiciones son bastante subjetivas y limitadas al criterio de quien las utilice. Sin embargo, el juego como actividad o como rasgo característico del ser humano va más allá del simple esparcimiento o diversión.

El juego es un fenómeno inherente al ser humano y lo acompaña durante toda su vida. El juego ha estado presente desde el hombre primitivo y los animales hasta el hombre moderno. Además, es una actividad estructurada que consiste ya sea en el ejercicio de las funciones sensorio-motrices, intelectuales y sociales o en una reproducción ficticia de una situación vivida en la realidad. El juego se aprecia como una actividad fundamental, directa y plenamente vinculada al desarrollo infantil y que permite la armonía en el crecimiento del cuerpo, la inteligencia y la personalidad (aunque no es exclusiva de la etapa infantil). (Santiago y Reyes, 2007)

#### 1.2. Breves registros históricos del juego

El juego, al ser inherente al ser humano no se originó o se desarrolló en un momento histórico específico; sin embargo, existen algunos registros y huellas históricas que nos dan una idea de la evolución del simple juego recreativo hasta el complejo juego utilizado como herramienta para enseñar o desarrollar competencias específicas.

Los registros más antiguos sobre juegos datan de fechas aproximadas entre 3000 a.C. y 2300 a.C. hallados en Sumeria, en los vestigios de asentamientos cerca del Indo; en estos casos se han encontrado dados. Los pueblos y sociedades primitivas utilizaban el juego

con la finalidad de que los niños y jóvenes adquirieran habilidades y conocimientos para su supervivencia en la naturaleza y en la sociedad (Martínez, 2011). En los inicios de la civilización, los juegos de azar eran actividades religiosas, ya que se incluían en rituales egipcios, sumerios, griegos, asirios y romanos que permitían a los sacerdotes predecir el porvenir de sus pueblos. Con el paso del tiempo los juegos fueron adquiriendo un carácter lúdico y perdieron su sacralidad. (Ávila, 2000)

También los griegos eran aficionados a los dados, tanto que consideraban de buena fortuna que una persona sacara tres seises al tirarlos; y en época de la ocupación romana, el emperador Claudio escribió un libro acerca del juego de dados. (Martínez, 2011)

Los mayores avances en los juegos durante la era antigua se dieron en la sociedad griega. El ejemplo más evidente son los Juegos Olímpicos desarrollados en la Antigua Grecia, los cuales tenían connotaciones religiosas y sociales. No se tienen registros exactos de cuándo iniciaron los Juegos Olímpicos, pero se sabe que ya se realizaban periódicamente cada 4 años antes del año 776 a.C. Durante los Juegos Olímpicos, se reunían personas de todos los pueblos griegos para buscar a los mejores atletas y unir a todas las personas en una comunidad fraternal (durante este evento, todos los pueblos griegos estaban obligados a la amnistía, por lo que enemigos a muerte se podían reunir sin ningún peligro). En la figura 1.1 se aprecia una ilustración sobre la lucha grecorromana, una de las disciplinas que se practicaban en los primeros Juegos Olímpicos en la Grecia antigua y que perdura hasta los Juegos Olímpicos en la era moderna.



**Figura 1.1:** Imagen que representa la lucha grecorromana como una de las disciplinas más antiguas que se practican en los Juegos Olímpicos. (Getty imágenes / Archivo).

Por otro lado, los griegos fueron los pioneros en utilizar los juegos con fines didácticos. El filósofo griego Platón reconocía el valor práctico del juego y sugería la utilización de manzanas para que los niños aprendieran mejor las matemáticas básicas, además de que los niños que más tarde serían constructores utilizaran útiles auténticos solo que de tamaño reducido. Aristóteles (cit. En [vinculando.org](http://vinculando.org), 2009) pensaba que el juego es un factor importante en el desarrollo de hombres (niños) libres de la siguiente manera:

*“...Hasta la edad de 5 años, tiempo en que todavía no es bueno orientarlos a un estudio, ni a trabajos coactivos, a fin de que estos no impidan el crecimiento, se les debe, no obstante, permitir movimientos para evitar la inactividad corporal; y este ejercicio puede obtenerse por varios sistemas, especialmente por el juego [...] La mayoría de los juegos de la infancia, deberían ser imitaciones de las ocupaciones serias de la edad futura”.*

En América, el desarrollo de juegos no se quedó atrás. El juego de pelota desarrollado en Mesoamérica era una actividad sumamente importante en las civilizaciones prehispánicas. No se sabe exactamente donde tuvo su origen (aunque se piensa que fue creado por los Olmecas), se esparció por la gran mayoría de pueblos Mesoamericanos. El juego de pelota tenía una gran importancia social debido a que no solo tenía connotaciones lúdicas y de sociabilidad, sino un carácter más profundo. El juego de pelota mesoamericano tenía 4 características principales: 1) Importancia religiosa debido a que representaba el triunfo del dios solar sobre las fuerzas del inframundo; 2) Importancia social ya que permitía la unión de los pueblos amigos; 3) Importancia militar debido a que, los pueblos que se enfrentaban en la guerra, también lo hacían en el juego de pelota y en éste se jugaban territorios, tributos, esclavos, alimentos, etc.; y 4) Importancia cosmológica ya que, los guerreros perdedores del juego de pelota eran sacrificados y su sangre era ofrecida a las deidades para que la naturaleza continuara su orden normal y no se desataran calamidades sobre los pueblos (Roura, 2006). También en la sociedad mexicana, el juego tenía una importancia religiosa vital para mantener el orden cosmológico y poder predecir

el porvenir del pueblo; el juego era tan importante en la sociedad que debía ser medido para guardar el equilibrio cósmico; los jugadores que se excedían en el juego eran repudiados por la sociedad y considerados poco dignos, además existía la creencia que los dioses castigaban con enfermedades y desgracias a los que jugaban en exceso. (Ávila, 2009). En la figura 1.2 se muestra una foto del complejo de juego de pelota en la zona arqueológica de Chichén-Itzá, el estadio de juego de pelota mesoamericano más grande del mundo.



**Figura 1.2:** Estadio de Pelota Mesoamericano en la zona arqueológica de Chichén-Itzá. (Autor desconocido).

El juego siguió evolucionando a través de los años en nuevas tendencias más complejas (juegos de cartas, juegos con reglas específicas, juegos donde el pensamiento y la inteligencia eran primordiales para ganar). Fue hasta la segunda mitad del siglo XIX que surgieron las primeras teorías psicológicas del juego, esto originó la implementación del juego en la educación formal de los niños y adolescentes. (vinculando.org, 2009)

### **1.3. Algunas consideraciones psicológicas y pedagógicas del juego**

El juego como un aspecto propio del comportamiento social humano o como actividad de esparcimiento lúdico ha sido ampliamente abordado por grandes pensadores y pedagogos a lo largo del tiempo. En el campo del desarrollo humano en etapas como la niñez y la adolescencia, el juego es una actividad que va más allá del esparcimiento, sino que es parte importante del desarrollo óptimo del individuo tanto mental, físico y social. A continuación, veremos algunas consideraciones que la psicología y la pedagogía plantean acerca del juego.

Si hablamos del juego como material de apoyo en la enseñanza debemos tomar en cuenta referencias principales en los campos del desarrollo humano y pedagógico, por lo que es indispensable abordar las ideas e impresiones de autores como Vigotsky, Piaget y Freud.

Desde el punto de vista de Jean Piaget el juego desempeña un papel fundamental en el desarrollo cognitivo del niño. El juego es el principal medio de aprendizaje en la primera infancia. Los niños desarrollan gradualmente conceptos de relaciones causales, aprenden a discriminar (premisas), a establecer juicios, a imaginar, a analizar, a sintetizar, entre otros procesos mentales, por medio del juego (Santiago y Reyes, 2007). Piaget pensaba que el tipo de juego que jugamos va evolucionando y cambiando en función del desarrollo cognitivo de la persona, de este modo jugamos juegos más complejos conforme crecemos cognitivamente (Barrón, 2005). Como se puede apreciar, Piaget considera que el juego es una actividad indispensable para el desarrollo cognitivo del niño y del adolescente.

Por su parte, Sigmund Freud relaciona el juego con la necesidad de la satisfacción de impulsos instintivos de carácter erótico o agresivo, con la necesidad de expresión y comunicación de sus experiencias vitales y las emociones que acompañan estas experiencias. El juego ayuda al hombre a liberarse de sus conflictos y a resolverlos mediante la ficción que brinda esta actividad. Por lo tanto, las actividades lúdicas que el niño realiza le sirven de manera simbólica (Santiago y Reyes, 2007). Freud señala que el juego tiene 3 particularidades: a) se basa en el principio del placer; b) transforma lo pasivo en activo, en consecuencia el niño obtiene la vivencia de dominio de sus experiencias traumáticas; c) satisface la compulsión a la repetición por el aprendizaje que con él se logra y por el placer derivado de la repetición misma (Minerva, 2002). En resumen, Freud considera el juego como una forma de expresión con un aprendizaje incluido y, en cierto modo, como una actividad de desahogo de emociones necesaria para el sano desarrollo emocional del niño y el adolescente.

Lev Semenovich Vigotsky subraya que lo fundamental en el juego es la naturaleza social de los papeles representados por el niño, por lo que el juego es una actividad social, en la cual gracias a la cooperación con otros niños, se logran adquirir papeles o roles que son complementarios al propio (Santiago y Reyes, 2007). Desde una perspectiva psicopedagógica, Vigotsky afirma que: “El juego sirve para abordar el estudio desde una perspectiva histórico-cultural, tomando en cuenta nuestro entorno y poder crear a partir de él una teoría que refleje nuestra realidad para su mejor comprensión”. (1966, cit. En Acuña. *et al*, 2011)

Si se habla del juego es indispensable hablar de Johan Huizinga, primer catedrático que abordó el juego desde el punto de vista cultural. Huizinga, en su obra *Homo Ludens* describe la función del juego en el desarrollo de la cultura en las distintas sociedades, tribus, etnias, etc., sin involucrar la función biológica que el juego implica. De forma general, Huizinga propone el juego como el medio por el cual cada persona puede convivir con otros individuos, y a través de esta actividad los jugadores se culturizan dando origen a la sociedad (civilización). Minerva (2002) cita a Huizinga y su particular definición del juego de la manera siguiente:

*“El juego es una acción o una actividad voluntaria, realizada en ciertos límites fijos de tiempo y lugar, según una regla libremente consentida pero absolutamente imperiosa, provista de un fin en sí, acompañada de una sensación de tensión y de júbilo, y de la conciencia de ser de otro modo que en la vida real [...] Luego, si se relega el juego a un papel secundario ¿Qué pasará con los niños del futuro? ¿Dónde aprenden a acatar y a cumplir normas? ¿Cuándo establecen relaciones con sus homólogos? ¿Qué hacen durante esa etapa tan importante? Desde este punto de vista, el juego no puede tener un papel secundario”.*

Además de estos autores, un gran número de pensadores, psicólogos, pedagogos, filósofos y científicos han estudiado el juego desde distintos puntos de vista, le han dado

sus propias definiciones y por tanto, también han postulado sus propias teorías alrededor de este fenómeno.

#### **1.4. Teorías sobre el juego**

En este apartado se presentan las principales teorías sobre el juego, así como los autores que las postulan.

##### **1.4.1. Teoría de la energía excedente**

En el siglo XIX, el filósofo Herbet Spencer consideró que el juego se daba por la necesidad de liberar la energía corporal que se tenía en el cuerpo. Spencer inspiró su teoría en la idea de Freidrich von Schiller, quien afirmaba que cuando los animales satisfacían sus necesidades básicas, liberaban la energía excedente por medio de una serie de juegos placenteros e inofensivos. El pensamiento de Spencer era que para los niños que comen y descansan bien, y que no necesitan consumir sus energías para poder sobrevivir, el juego se convierte en un escape para su excedente de energía: a mayor energía excedente, mayor duración tendrá la actividad lúdica. (Meneses y Monge, 2001)

##### **1.4.2. Teoría recreativa, de esparcimiento y recuperación**

En 1883, Moritz Lazarus afirmaba que el propósito del juego es conservar o restaurar la energía cuando se está cansado. Lazarus establecía que el ser humano tiene 2 tipos de energía: energía física para el ejercicio físico y movimiento, y la energía nerviosa para los procesos mentales. Cuando el cerebro está cansado, es necesario un cambio de actividad hacia el ejercicio físico para restaurar la energía nerviosa. De acuerdo con esta teoría, los niños juegan frecuentemente debido a la enorme necesidad de esparcimiento que tienen dada la intensidad de energía que utilizan para aprender nuevos conocimientos y habilidades; sin embargo, esta teoría está más enfocada hacia los adolescentes y adultos quienes son los más necesitados de recreación para reponerse mentalmente para el trabajo posterior. (Meneses y Monge, 2001)

### **1.4.3. Teoría de la práctica del instinto**

Entre 1896 y 1899, Karl Gross publicó sus ideas acerca del rol del juego en animales y en el ser humano. Según Gross, el juego ayudaba a los animales a sobrevivir, pues por medio de él, aprendían las destrezas necesarias para la vida adulta. Un ejemplo de estas especies es la humana, en la que se practican roles sociales en la niñez a través de juegos. Gross veía el juego como un instinto generalizado y sencillo, además hacía diferencia entre trabajo y juego pero aceptaba que el trabajo puede tener elementos del juego. En pocas palabras, el niño (en el caso de la especie humana) nace con instintos y habilidades imperfectos que posteriormente se perfeccionan con el juego. (Meneses y Monge, 2001)

### **1.4.4. Teoría de la recapitulación o teoría atávica**

El psicólogo y pedagogo Stanley Hall publicó en 1906 su teoría acerca del juego. Hall creía que por medio del juego, los niños eran enseñados a revivir los instintos de sus ancestros relacionándose en actividades que fueron vitales para la supervivencia de la especie, tales como acampar, pescar, andar en canoas o cazar. Hall demostró que los juegos reflejan las distintas etapas de la historia humana: la “animal”, la “salvaje”, la “nómada” y la de “tribu”. En esta teoría se afirma que los niños y jóvenes se relacionan con la naturaleza a través de actividades que se realizan de generación en generación y no pierden vigencia. Esta teoría se llama atávica porque el término biológico “atavismo” se refiere a la reaparición de caracteres propios de los antepasados remotos en una especie. (Meneses y Monge, 2001)

### **1.4.5. Teoría de la catársis**

Esta teoría, inspirada en las ideas de Immanuel Kant, sostiene que el juego sirve como una válvula de escape para las emociones reprimidas y las emociones nocivas para el ser humano. Carr, un psicólogo estadounidense, establece que la catarsis es el “drenaje” de la energía que tiene posibilidades antisociales. Patrick, otro psicólogo, establece que el juego ayuda a restablecer el equilibrio emocional que se altera frente a emociones fuertes negativas como el miedo o la cólera. (Meneses y Monge, 2001)

#### **1.4.6. Teoría de la autoexpresión**

Elmer Mitchell y Bernard Mason consideraban el juego como el resultado de la necesidad de autoexpresión. Esta teoría establece 5 puntos principales alrededor del juego: 1) la estructura anatómica y fisiológica del hombre lo capacitan para correr, saltar, trepar, entre otras actividades; 2) el uso de estos movimientos provoca la perfección de la función anatómica, psicológica y física del cuerpo; 3) las características estructurales del organismo influyen en la elección de las actividades del juego; 4) la aptitud física del hombre determina sus preferencias hacia algunas actividades del juego; y 5) las inclinaciones psicológicas del hombre lo llevan a ejecutar ciertas actividades del juego. Para un hombre identificado con tradiciones culturales, sus hábitos se perfeccionan hasta el grado de que las formas de juegos de un grupo social tienden a constituir también sus hábitos. (Meneses y Monge, 2001)

#### **1.4.7. Teoría del juego como estimulante de crecimiento**

En 1902, Probst y Cark promulgaron la Ley Biológica de que la función hace al órgano. A medida que el hombre desarrolla actividad física a través del juego prepara su organismo y lo habilita para obtener mayor o menor rendimiento. En pocas palabras, el juego ayuda al crecimiento físico y biológico del ser humano. (Meneses y Monge, 2001)

Esta teoría es fundamental para el uso del juego como actividad primordial en el desarrollo de habilidades motoras en niños, además de utilizar actividades físicas lúdicas en clases de educación física para niveles de educación básica para el desarrollo físico óptimo de los alumnos.

#### **1.4.8. Teoría del entretenimiento**

Esta teoría considera al juego como un mero pasatiempo o diversión, que no tiene mayor significado en la vida. Es una forma de perder el tiempo. En este caso, el juego es un motivo de reunión festiva, con fines de esparcimiento para entretener y divertir a la gente. (Meneses y Monge, 2001)

Esta teoría explica el juego sin una utilidad didáctica o de desarrollo físico e intelectual, sin embargo también permite entender el juego como una actividad de recreo. Desde este punto de vista podemos agregar que, el juego al ser una actividad recreativa, puede ser atractivo para niños y adolescentes, motivo por el cual los juegos didácticos pueden ser tan efectivos como herramienta auxiliar en la enseñanza-aprendizaje de temas complejos en la escuela.

#### **1.4.9. Teoría del juego como ejercicio complementario**

En esta teoría, H. Carl expresa que: 1) el juego conserva y renueva los conocimientos, habilidades y destrezas del niño o adolescente; 2) el juego crea nuevos hábitos y perfecciona los ya existentes hasta automatizarlos. En educación, el juego viene a ser un ejercicio elevado a un grado superior de habilidad y destreza. (Meneses y Monge, 2001)

Aplicado a la enseñanza, el juego viene a ser un ultraejercicio físico: un ejercicio elevado a un grado superior de habilidad y destreza. El educador físico tiende a perfeccionar los hábitos y costumbres del individuo. (Vargas, 1995 cit. en Meneses y Monge, 2001)

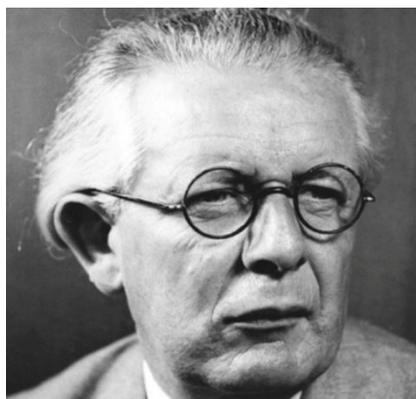
#### **1.4.10. Teoría de crecimiento y mejoramiento**

Appleton postuló en 1910 que el juego es un modo de aumentar las capacidades de los niños y los jóvenes. Lo definía como el tiempo donde los infantes y los adolescentes descubren y ensayan sus capacidades. Consideraba que el juego dirige al ser humano hacia una actitud más madura y afectiva. (Meneses y Monge, 2001)

Analizando la idea de Appleton, el juego no siempre implica el desarrollo de capacidades físicas sino también afectivas e intelectuales, coincidiendo con Huizinga en que la sociedad y los individuos pueden evolucionar con el juego. Adicionalmente, Appleton comienza a tomar en cuenta el desarrollo del pensamiento a través del juego, que podría considerarse un antecedente para la teoría de reestructuración cognoscitiva de Piaget que toma en cuenta el nivel de desarrollo cognitivo del individuo, así como sus facultades intelectuales.

#### 1.4.11. Teoría de reestructuración cognoscitiva

Jean Piaget en 1951 partió de que el juego es una forma de asimilación. Desde la infancia y a través de la etapa del pensamiento operacional concreto, el niño usa el juego para adaptar los hechos de la realidad a esquemas que ya tiene. Además, Piaget considera el juego como un fenómeno que decrece en importancia en medida en que el niño adquiere las capacidades intelectuales que le permiten entender la realidad (Meneses y Monge, 2001). En la figura 1.3 se muestra la fotografía de Jean Piaget, biólogo que dedicó sus investigaciones en descubrir cómo ocurre el desarrollo cognitivo del ser humano en las primeras etapas de la vida y autor de la Teoría de la Reestructuración Cognoscitiva del juego.



**Figura 1.3:** Jean Piaget.

Piaget relaciona el juego directamente con la génesis de la inteligencia. El juego está regulado por la “asimilación”, es decir a través del juego el niño adapta la realidad y los hechos a sus posibilidades y esquemas, teniendo en cuenta las imágenes, los símbolos y las acciones que le resultan familiares y conocidas. Además, Piaget plantea que el juego evoluciona y cambia a lo largo del desarrollo en función de la estructura cognitiva, del modo de pensar concreto de cada estadio evolutivo.

De este modo, el autor detecta 4 categorías principales de juego, con características propias y funciones específicas para cada etapa de desarrollo.

- Juego funcional: implica actividades que incluyen, tanto las acciones que el niño realiza sobre su propio cuerpo como sobre los objetos, caracterizadas por ausencia de simbolismo. Son acciones que carecen de normas internas y se realizan por el placer que produce la acción por sí misma, sin que exista otro objetivo distinto al de la propia acción. Este tipo de juegos son ejecutados por niños entre los 0 y los 2 años de edad durante la etapa de desarrollo sensoriomotora. Ejemplo de estos juegos son cuando los niños mueven los brazos y piernas, se llevan los objetos que toman a la boca, gatear, etc.
- Juego simbólico: en estos juegos predomina el descubrimiento, y por lo tanto la imaginación. Lo importante en este tipo de juego no son las cosas o los objetos sino más bien lo que el niño pueda hacer con ellos, por lo que el juguete en este tipo de juego vendría a ser cualquier objeto que el niño pueda transformar con su imaginación. Estos juegos son desarrollados por niños en la etapa preoperacional del pensamiento entre los 2 y los 7 años de edad. Ejemplo de estos juegos es jugar con una rama pensando que es una espada, cuando los niños piensan que una caja grande puede ser una casa o cuando las niñas imaginan que sus muñecas son sus amigas o hijas, etc.
- Juegos de construcción: son todas aquellas actividades que conllevan la manipulación de objetos con la intención de crear algo. Estos juegos están presentes en la etapa preoperacional entre los 2 y los 7 años de edad, en la etapa de operaciones concretas entre los 7 y 11 años de edad, y la etapa de operaciones formales a partir de los 11 años de edad de niños y adolescentes. Ejemplos de este tipo de juegos es construir castillos de arena, construir “edificios” o cosas con bloques de construcción, apilar ollas y cacerolas para construir una “batería musical”, etc.
- Juego de reglas: estos juegos están constituidos, como su nombre lo indica, por un conjunto de reglas y normas que cada participante debe conocer, asumir y respetar si quieren realizar sin tantas interferencias u obstáculos la actividad. Aquí, el niño inicia formas de juego predominantemente sociales en las que comparte la

tarea con otras personas. Estos juegos se presentan durante las etapas de operaciones concretas entre los 7 y 11 años de edad como juegos de reglas simples y sencillas, y en la etapa de operaciones formales en niños y adolescentes a partir de los 11 años de edad como juegos de reglas complejas. Ejemplos de estos juegos son los juegos de mesa, juegos de rol, juegos de estrategia, el fútbol, o cualquier juego que siga normas y reglas (Barrón, 2005). En la figura 1.4 se presenta una tabla que muestra los tipos de juegos que desempeñan los niños y los adolescentes en función de lo propuesto por Jean Piaget.

ETAPA <sup>20</sup>	TIPOS DE JUEGO			
Sensoriomotora (0-2 años)	Funcional	Funcional	Funcional	Funcional
Preoperacional (2-6/7 años)	Funcional	Funcional	Simbólico	Construcción
Operaciones Concretas (6/7-11 años)	Funcional	Simbólico	Reglas (simple)	Construcción
Operaciones Formales (11-adelante años)	Funcional	Simbólico	Reglas (complejo)	Construcción

**Figura 1.4:** La tabla representa la propuesta de Jean Piaget acerca de los juegos que son adecuados para que los niños y adolescentes tengan un desarrollo óptimo. (Barrón, 2005)

## 1.5. Los juegos de cartas

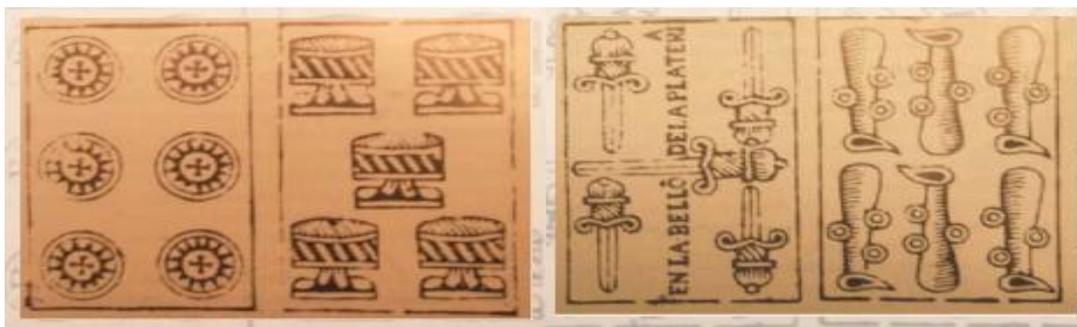
En este trabajo de tesis, se diseña y desarrolla un juego didáctico con base en cartas intercambiables. En este apartado se hablará sobre el origen de este tipo de juegos así como su evolución a lo largo de los siglos hasta los tiempos actuales. Además, se abordarán sus características principales y sus variantes.

### 1.5.1. Origen del juego de cartas

El origen de las cartas o tarjetas impresas coleccionables está en la antigua China, gracias al desarrollo de su tecnología de impresión. Las primeras tarjetas impresas contenían escenas de la vida cotidiana, personajes de la realeza o imágenes de la naturaleza; estas tarjetas estaban impresas en papel pesado. Estas primeras cartas se imprimieron alrededor de los siglos IX y X.

La referencia más temprana que se tiene sobre un juego de cartas se da en el año 969 d.C., cuando el emperador Mu-Tsung y su esposa jugaron en un balcón la noche vieja de ese año; a partir de entonces inició la historia de jugar y coleccionar tarjetas.

En la época de las Cruzadas, la influencia oriental sobre Europa provocó que se conociera el método de impresión de las tarjetas, las reglas de los juegos y su posterior práctica. Las nuevas cartas europeas contenían diseños religiosos y del tradicional juego de naipes. Estas nuevas tarjetas se imprimían en textiles o papel; además de que el juego de naipes se volvió tan popular en el siglo XIV que provocó que se hicieran leyes que regularan el juego de cartas para evitar las apuestas. En la figura 1.5 se muestran algunas de las primeras tarjetas del juego de naipes español con el diseño actual.



**Figura 1.5:** Primeras impresiones del juego de naipes europeo con el estilo que actualmente se conoce en la baraja española, ya que contiene los 4 “palos” característicos de esta baraja: los oros, las copas, las espadas y los bastos. (Imágenes extraídas de Martínez-Díaz, 2008)

A lo largo del tiempo, las tarjetas chinas que llegaron a Europa, cambiaron drásticamente sus símbolos de acuerdo con la cultura que imprimía el juego de naipes (se utilizaban sistemas de símbolos franceses, germanos y latinos). El sistema de símbolos que aún prevalece hasta nuestros días, es el sistema francés cuyos palos (símbolos de las cartas) representaban a la sociedad de aquellos días: los corazones representaban al clero, las espadas representaban a la nobleza, la hoja de trébol simbolizaba a los aldeanos, y los diamantes hacían lo propio con los burgueses.

Desde los años 1400 hasta el siglo XIX, el juego de naipes sufrieron cambios como los materiales en los que se imprimían o grababan (láminas de plata, planchas de marfil, bloques de madera, papel ordinario, láminas de cobre, etc.) dependiendo de la clase social

a la que se perteneciera. Además, durante del Renacimiento, algunos artistas famosos pintaban obras al reverso de las cartas de naipes de las clases aristocráticas (antes, las tarjetas de juego tenían el reverso en blanco). Se imprimieron naipes con temáticas históricas con dibujos que representaban un evento significativo relativo al título de la baraja. En la figura 1.6 se muestra un ejemplo de baraja española del año 1817 con el diseño clásico que perdura hasta nuestros días.



**Figura 1.6:** Baraja española para el juego de naipes del año 1817, elaborada en tinta sobre papel y pigmento a la acuarela. Estilo de baraja muy popular en la Nueva España en aquella época, incluso personajes como Miguel Hidalgo y Costilla eran aficionados al juego de naipes. Baraja en exhibición en el museo Castillo de Chapultepec, Ciudad de México. (Imagen de Martínez, O.; 2015)

Cuando las cartas llegaron a Estados Unidos, cerca del siglo XIX, comenzaron a innovar algunas cosas del juego de cartas, como la carta “El bromista” (Jocker) que se incorporó al juego de naipes; así como números pequeños en la parte superior izquierda de las cartas para que fuera más fácil clasificar el juego de mazos o paquetes. Las cartas llegaron a ser tan populares, que se realizaron barajas con motivos políticos o de temáticas particulares del momento (Martínez-Díaz, 2008).

### **1.5.2. El Juego de Cartas Intercambiables o Trading Card Game**

En un tiempo relativamente reciente, comenzó una nueva modalidad de jugar cartas fuera de las tradicionales reglas del juego de naipes, dando un giro total a la clásica baraja, agregando una temática real o de ficción, poderes a las cartas, incluso diseños o ilustraciones exclusivas del juego, introduciendo una estrategia de juego compleja, y despertando el gusto por la interacción y el coleccionismo a través de las cartas. Esta

nueva modalidad es llamada Juego de Cartas Intercambiables o TCG (por sus siglas en inglés Trading Card Game) (Martínez-Díaz, 2008).

Dado que no hay una definición estricta del TCG en la RAE ni en algún diccionario formal, la definición propuesta por la enciclopedia electrónica Wikipedia (s.f.) es la siguiente:

*“Los Juegos de Cartas Coleccionables o TCG son un tipo de juego de cartas no predefinidas y existentes en gran cantidad, de variados tipos y características, que otorgan individualidad a cada carta, y con los cuales puede construirse una baraja o mazo libremente de acuerdo a las reglas de cada tipo de juego en particular”.*

Como se observa en la definición, cada TCG presenta una temática, reglas y personajes diferentes, así que se pueden hacer millones de combinaciones posibles con las cartas de la baraja perteneciente a cada juego; así cada jugador crea una estrategia única, tanto en las cartas de su baraja como en su estilo de juego.

El primer TCG de la historia fue *Magic: The Gathering* (*Magic: El Encuentro*, en su traducción al español). Este juego fue creado por el profesor de matemáticas Richard Garfield. Este profesor, amante de los juegos de mesa tuvo una idea de publicar un juego al que originalmente llamó *Roborally*. En colaboración con la empresa *Wizards of the Coast*, Garfield diseñó un juego de cartas sencillo de producir, cuyo prototipo se llamó *Mana Clash*. En 1993, fue lanzado el juego diseñado por Richard Garfield con el nombre definitivo *Magic: The Gathering*. El juego tuvo tanto éxito que sigue vigente hasta nuestros días, produciendo nuevas “expansiones” (conjunto de cartas con una temática específica, paralela al juego con una estrategia particular) y realizando torneos locales y mundiales, ya sea de forma presencial o en línea a través de internet.

Uno de los TCG con gran impacto en México es *Mitos y Leyendas*, creado en el año 2000. Este juego fue el primer TCG producido en y para América Latina con una temática basada

en las culturas y mitologías antiguas del mundo: los griegos, egipcios, mayas, romanos, bárbaros y más; cada mazo contiene cartas de dicha civilización, un reino que debes defender a través del juego de cartas, y así generar una estrategia para vencer a tu enemigo. El gran atractivo de este juego son sus ilustraciones diseñadas con gran colorido y originalidad, además de que permiten conocer la mitología antigua de forma lúdica, así como que su contenido se encuentre en español latino por completo (los demás TCG están en idioma inglés, aunque una gran parte si cuenta con versiones traducidas al castellano).

En la actualidad existe un gran número de TCG's comerciales, con un gran número de niños y jóvenes jugadores alrededor del mundo. Las temáticas de los TCG son muy variadas: ya sean anime y manga japonés, libros, temáticas libres, películas, videojuegos, etc. Las reglas de juego son particulares para cada uno de los juegos y sus cartas tienen características de diseño y dinámica de desarrollo distinta (Martínez-Díaz, 2008).

### **1.5.3. Variantes del Trading Card Game: el Constructible Card Game y el Constructible Strategy Game**

Algunos TCG's cambian sus reglas para hacerlos innovadores y más entretenidos, como poder armar tu mazo o baraja de cartas y poder armar tu propio juego para ser más fuerte o darle ciertos "poderes" a tus cartas que otros no tengan. Por eso, son consideradas variantes del TCG, ya que se siguen usando cartas intercambiables pero con una característica extra que las hace más entretenidas.

El CCG (por sus siglas en inglés Constructible Card Game, o su traducción al español Juego de Cartas Construido), una variante del TCG, consiste principalmente en construir una baraja de cartas, que según tus habilidades y conocimientos en el juego, te permitirá ganar las partidas contra tus oponentes, o conseguir el objetivo que se plantee en el reglamento del juego.

Por otro lado, el CSG (por sus siglas en inglés Constructible Strategy Game, o su traducción al español Juego de Estrategia Construida) que es una variante de los TCG, utiliza accesorios adicionales a las cartas de juego (dados, figuras de personajes o vehículos, fichas, monedas, tableros, etc.) para construir una estrategia o juego con ventaja para algún jugador o simplemente que permita el desarrollo adecuado del juego (Martínez-Díaz, 2008).

## 2. Reacciones Rédox: conceptos y problemática didáctica

### 2.1. Definición de reacción Rédox

La RAE define Reacción (Química) como “transformación de unos compuestos químicos en otros”. Esta definición burda y general engloba la característica principal de cualquier reacción química del tipo que sea: la transformación. Sin embargo, la definición de reacción química adecuada para estos fines es la provista por la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). La definición de Reacción Química por la IUPAC (cit. En Raviolo, Garritz y Sosa; 2011) es la siguiente:

“Es un proceso que resulta en la interconversión de especies químicas. Las reacciones químicas pueden ser reacciones elementales o reacciones paso a paso. (Debe notarse que en esta definición se incluyen interconversiones de conformeros observables experimentalmente). Las reacciones químicas detectables normalmente involucran conjuntos de entidades moleculares, como se indicó en esta definición, pero a menudo es conceptualmente conveniente usar el término también para cambios que involucran entidades moleculares simples”.

A pesar de que la definición de reacción química no es homogénea para todas las fuentes de información y profesionales de la química (como lo señalan en su investigación Raviolo, Garritz y Sosa, 2011), cabe destacar que toda definición de reacción química implica cambios, transformaciones o interconversiones (entiéndase estos conceptos como sinónimos) de unas especies químicas para formar nuevas sustancias diferentes.

Desde este punto, las reacciones de oxidación y reducción (también llamadas de óxido-reducción o reacciones rédox – término que proviene de la conjunción de las palabras REDucción y OXidación) no son la excepción. Pero ¿Qué caracteriza a las reacciones rédox que las haga diferentes a las demás reacciones químicas? A primera instancia parecería que nada, cualquier persona diría que seguimos hablando de cambios en la materia; sin

embargo las reacciones rédox tienen una característica muy particular que las hace distintas: implican intercambio de electrones entre átomos de las especies químicas involucradas.

## 2.2. La Oxidación y la Reducción: los procesos primordiales

Al inicio del desarrollo de la química, los alquimistas y los primeros químicos pensaban que todos los ácidos contenían oxígeno como el elemento que les daba esas características propias de los ácidos; de hecho, la palabra “oxígeno” proviene de las raíces griegas *oxys* que significa “ácido” y *genes* que significa “creador”, por lo que etimológicamente “oxígeno” significa “creador de ácidos”. Además, se pensaba que solo los elementos metálicos formaban compuestos con oxígeno, por lo que se decía que la oxidación era la formación de compuestos que contenían oxígeno (algo no tan alejado a la realidad, tomando en cuenta la acepción de que la oxidación es la ganancia de oxígeno en una especie química).

Históricamente, el término oxidación adquiere su nombre de los procesos en los que una especie química gana oxígeno, de otra sustancia o del aire. Entonces la especie química que gana oxígeno se oxida y la que lo ha perdido se ha reducido. Con el tiempo, los conceptos se ampliaron debido a que los científicos se dieron cuenta que compuestos y elementos no metálicos también formaban compuestos con el oxígeno. Así a lo largo de la historia, los términos de oxidación y reducción se identificaron con procesos en los que ocurre ya sea transferencia de oxígeno, de hidrógeno o de electrones (Garritz y Rincón, 1997). A continuación se presentan 3 acepciones de los términos de oxidación y reducción que se encuentran en libros, artículos y fuentes de información (Garritz y Rincón, 1997).

Estas acepciones son:

### **Oxidación:**

- Ganancia de oxígeno
- Pérdida de hidrógeno
- Pérdida de electrones

### **Reducción:**

- Pérdida de oxígeno
- Ganancia de hidrógeno
- Ganancia de electrones

Cabe destacar que de las 3 acepciones que se presentan, la que tomaremos como referencia en esta tesis, debido a que se ajusta mejor a los problemas que se pretenden solucionar con el juego didáctico, es la que implica pérdida-ganancia de electrones.

### **2.3. Problemas en la enseñanza-aprendizaje de los conceptos relacionados con las reacciones Rédox**

Para que los alumnos aprendan a fondo los cambios en la materia asociados con las reacciones rédox, es importante que comprendan algunos conceptos relacionados a este tema. Cabe destacar que muchos de los problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre las reacciones de oxido-reducción provienen del aprendizaje deficiente de estos conceptos. En los siguientes apartados se analizarán de forma general estas problemáticas.

#### **2.3.1. La Oxidación y la Reducción como procesos complementarios**

Que las reacciones de óxido-reducción contengan en su nombre ambos procesos de intercambio de electrones, no es coincidencia. Muchas veces los alumnos (e incluso algunos profesionales de la química) no tienen claro que son procesos complementarios y que se llevan a cabo en el mismo sistema.

El primer problema sobre la enseñanza-aprendizaje de las reacciones de óxido-reducción es que los alumnos no relacionan el proceso de oxidación con el proceso de reducción. Esto proviene de la contextualización equivocada en la enseñanza-aprendizaje de las reacciones rédox: en un gran número de artículos sobre la enseñanza de las reacciones rédox (Lazo, Vidal y Vera, 2013; Aguilar, Fernández y Durán, 2011; Heredia, 2011; Corominas, 2011; Alonso, *et al*, s.f.; García, 2010) en los que se proponen nuevas experiencias de cátedra, experimentos o estudios de casos reales para contextualizar la enseñanza de las reacciones rédox, de modo que para los alumnos sea más fácil el aprendizaje significativo de este tema y los conceptos relacionados a éste; sin embargo, en la realidad aún se utilizan secuencias didácticas tradicionales enfocadas en el

aprendizaje memorístico de la química. Las secuencias didácticas que incluyen un contexto de la vida real son más efectivas para el aprendizaje efectivo de los temas que se enseñan que las secuencias didácticas memorísticas. Desde este punto de vista, he observado que el contexto más utilizado en la enseñanza-aprendizaje de reacciones rédox es la corrosión de los metales, que es un ejemplo común de una reacción química de este tipo; no obstante la contextualización no es suficiente si no se explica el sistema completo, ya que también es cierto que la corrosión de metales se utiliza para ilustrar la oxidación de los metales pero pocas veces se explica la parte complementaria que es la reducción del oxidante (ya sea el oxígeno presente en el aire o el hidrógeno en caso de sistemas ácidos). Actualmente se proponen nuevos contextos que mejoren la enseñanza-aprendizaje del tema rédox (la oxidación de una manzana, la extracción de plomo en la minería, el proceso biológico de respiración, trucos de magia que implican reacciones rédox, la oxidación de la glucosa, etc.) y que a la vez, permiten visualizar la oxidación y la reducción como procesos complementarios. Lo importante es poner en práctica estas nuevas secuencias didácticas que, además de permitir el aprendizaje significativo de los alumnos, también atraen la atención de éstos hacia el estudio de la química.

### **2.3.2. Las concepciones alternativas sobre la estructura corpuscular de la materia**

Dentro de los problemas de los alumnos por entender los fenómenos químicos se encuentra el poco entendimiento del mundo nanoscópico, en el que los átomos, las moléculas, los iones y las partículas subatómicas están inmersos. De acuerdo con Trinidad-Velasco y Garritz (2003), aun hasta nuestros días persisten concepciones alternativas como la percepción continua de la materia, que impide que los alumnos puedan visualizar plenamente lo que pasa en una reacción química de cualquier índole. Si se quiere aprender reacciones rédox, antes debemos comprender lo que pasa en los átomos y moléculas durante una reacción química.

Dentro de las concepciones alternativas sobre la estructura corpuscular de la materia que describen Trinidad-Velasco y Garritz (2003), y que considero repercuten en el aprendizaje de reacciones rédox, son las siguientes:

- Concepción continua de la materia: en esta concepción la materia está formada por un continuo, por lo que no existe una estructura nanoscópica de ésta. De aquí se parte que al no percibir una estructura nanoscópica que incluya átomos o partículas, mucho menos se tiene una noción del origen de las propiedades de los distintos elementos y compuestos, o de lo que pasa a nivel electrónico y energético en una reacción química. En este caso, ni siquiera se considera que pudiera haber un intercambio de electrones entre los átomos que constituyen los reactivos que intervienen en una reacción rédox.
- Desaparición de la materia: en esta concepción, la materia puede desaparecer como cuando una vela “desaparece” cuando la queman o el agua de un charco “desaparece” cuando sale el sol. Aun siendo conscientes de que la materia se compone de estructuras nanoscópicas que en conjunto le dan propiedades macroscópicas a los materiales, no sería posible comprender un intercambio electrónico de los reactivos que intervienen en una reacción rédox, ya que también se pensaría en la desaparición de electrones durante las reacciones de este tipo.
- Modificación de la materia: implica que una sustancia retiene su identidad mientras algunas de sus propiedades sí cambian. Desde esta perspectiva se piensa que un elemento o ion que ha sido oxidado o reducido sigue siendo el mismo, es decir no ha sufrido cambios en su estructura interna, pero por alguna (inexplicable) razón cambió sus propiedades externas después de una reacción química.
- Transmutación de la materia: es la concepción en la que una sustancia se convierte en otra que contiene átomos de otro tipo de elementos, es decir que podemos convertir un elemento A en un elemento B por medio de una reacción química. Desde este punto de visto se podría pensar que las reacciones rédox permiten convertir un átomo o ion de un elemento en un átomo o ion de otro elemento distinto al de los reactivos.

### 2.3.3. Problemáticas con la aplicación o identificación de los conceptos relacionados a las reacciones Rédox

Existen conceptos que se relacionan a las reacciones rédox que permiten identificar mejor los elementos que conforman o que intervienen en ellas. Estos conceptos se aplican en ejercicios prácticos y teóricos dentro de la clase para identificar el intercambio de electrones entre los elementos que intervienen en la reacción o para identificar qué pasa con los distintos reactivos, sin embargo estos conceptos no siempre se aprenden de manera efectiva por parte de los alumnos, lo cual complica el entendimiento de las reacciones rédox.

Algunos conceptos principales que se aplican en la enseñanza-aprendizaje de reacciones rédox y que presentan una problemática que impide el aprendizaje efectivo del tema son:

- Números de oxidación: este concepto proviene de “poder de combinación” propuesto por Edward Frankland en 1852, que con el pasar del tiempo derivaría en el concepto de “valencia” propuesto por W. C. Wichelhaus en 1868 (y que hasta nuestros días aún perdura). Con los trabajos posteriores de científicos notables como Svante Arrhenius y Michael Faraday, la valencia y los términos derivados de ella culminan como “números de oxidación”, término acuñado por Glasstone en 1948. (Garritz y Rincón, 1997)

Los “números de oxidación”, “estados de oxidación”, “carga electrónica” o “valencia” son conceptos que a menudo se utilizan como sinónimos para explicar o ejemplificar la pérdida o ganancia de electrones de un átomo en su capa de valencia ya sea por una reacción rédox, un proceso de ionización o simplemente por la disociación de los iones que conforman una molécula. Los números de oxidación son utilizados también en el método de balanceo de ecuaciones por números de oxidación en el que se determinan los números de oxidación de todos los elementos involucrados en la reacción representada en la ecuación, tanto de reactivos como productos, para determinar los coeficientes estequiométricos

respectivos por medio de un algoritmo algebraico y representaciones de los procesos de oxidación y reducción.

El problema principal del uso de números de oxidación en el tema de reacciones rédox es la asignación de éstos para cada uno de los elementos que aparecen en una ecuación química. De acuerdo con Sosa (2014) y, Garritz y Rincón (1996 y 1997) la asignación de números de oxidación en las ecuaciones químicas es hasta cierto punto arbitraria. Garritz y Rincón (1996 y 1997) señalan que los números de oxidación representados en una ecuación química provienen de un algoritmo algebraico con cierto nivel de complejidad, y a mi parecer poco práctico para lo que se pretende enseñar; además en la práctica, el alumno o profesional que asigna números de oxidación lo hace de manera casi “a conveniencia” por lo que es muy fácil cuando se tiene práctica. Por otro lado, Sosa (2014) hace énfasis en que los propios alumnos piensan que la asignación de números de oxidación se hace arbitrariamente (o a conveniencia de quien lo requiere), por lo que propone utilizar el método de Kauffman para asignar números de oxidación a través de una fórmula matemática aplicada en estructuras de puntos de Lewis, de esta forma los alumnos podrían asignar números de oxidación de forma inequívoca y no siguiendo reglas controvertidas sin fundamento matemático aparente.

- Oxidantes, reductores e intercambio electrónico: dentro de las reacciones rédox es importante reconocer las especies químicas involucradas en la reacción y así poder determinar el agente oxidante y el agente reductor que intervienen en el proceso. Además, es importante reconocer las concepciones del estudiante acerca de la estructura nanoscópica de la materia para poder visualizar cómo los estudiantes conciben en su cognición el intercambio electrónico que se lleva a cabo en una reacción rédox.

Sanmartín, Solaz-Portolés y Sanjosé (2014) realizaron un estudio para conocer las concepciones de los alumnos en bachillerato y universidad acerca de las pilas galvánicas (las cuales constituyen sistemas rédox). Dentro de los resultados obtenidos en este estudio, los investigadores determinaron que los alumnos que participaron no son capaces de aplicar las teorías y conceptos que aprendieron previamente en clase en un experimento referente a la pila de Volta. En este sentido, quiero resaltar algunos puntos que se concluyen de esta investigación: a) Los alumnos no son capaces de identificar los electrodos correspondientes a la pila (lo cual indica que no saben dónde se lleva a cabo la oxidación y la reducción); b) Los estudiantes no identificaron correctamente los reactivos que intervinieron en la reacción rédox, por lo mismo, tampoco pudieron identificar los respectivos agentes oxidante y reductor del sistema electroquímico que experimentaron; c) Los estudiantes aún conservan concepciones alternativas sobre los electrones y el intercambio electrónico. En conclusión, podemos decir que los alumnos que participaron en el estudio, quizá no sabían siquiera que estaban frente a un sistema rédox ya que no pudieron relacionar por sí mismos los conceptos teóricos que poseían; y aun cuando fuera de su conocimiento que una pila galvánica es un sistema rédox, no comprenderían el fundamento de la misma, ya que no saben aplicar dichos conceptos. Este estudio es un ejemplo de los problemas ya señalados anteriormente y nos demuestra cómo la construcción cognitiva errónea de los estudiantes respecto a los conceptos relacionados a las reacciones rédox afecta el aprendizaje.

Queda en evidencia que las implicaciones didácticas respecto a las reacciones rédox van más allá del hecho de aprender los procesos de oxidación y reducción en una clase teórica. Como varios autores indican, es necesario incorporar a las secuencias didácticas algunos recursos extras como escenarios, problemas, juegos y experimentos que permitan al alumno enfrentar sus propias concepciones con la realidad, y de este modo propiciar un aprendizaje significativo que no se reduzca a la memorización de conceptos.

### **3. La Educación Media Superior y la educación basada en competencias**

#### **3.1. La Educación Media Superior en México**

La Educación Media Superior (EMS) en México tiene la doble finalidad de dar al estudiantado, por una parte, los elementos para elegir entre las diversas opciones de educación superior al concluir el bachillerato; o por la otra, capacitarlo en actividades diversas enfocadas al ámbito laboral si decide cursar la modalidad de profesional técnico. La EMS está conformada por un nivel, que en general tiene una duración de 3 años o menos, dependiendo del plan de estudios. La edad promedio de los estudiantes de este nivel oscila entre los 15 y 18 años. Los planes de estudio tienen mayoritariamente una duración de 3 años, aunque existen algunos de 2 años como el bachillerato de ciertas universidades autónomas, y también existen planes de 4 años de duración como son algunos bachilleratos de arte. Estos planes de estudio están organizados en torno a materias o asignaturas que se administran cuatrimestral, semestral o anualmente.

La EMS es un sistema con una gran diversidad de opciones educativas disponibles para satisfacer las necesidades laborales o profesionales de los estudiantes de este nivel; sin embargo existen 3 principales modalidades educativas en la EMS, las cuales ocupan los primeros lugares en población estudiantil:

- **Bachillerato general o propedéutico:** En esta modalidad el alumno accede al estudio de diferentes disciplinas a fin de contar con información y experiencias académicas que lo auxilien en la identificación de su campo de estudios profesionales. El bachillerato general o propedéutico equivalen a los estudios generales de otros países y cuentan con poco más de 60% del alumnado de la EMS.
- **Educación profesional técnica:** Esta modalidad atiende al 10% de la matrícula de la EMS. Los títulos técnicos que ofrecen las opciones tecnológicas son de calidad profesional y se registran en la Dirección General de Profesiones de la Secretaría de Educación Pública, previo cumplimiento de una tesis y servicio social. Esta

opción educativa es ideal para los estudiantes que desean incorporarse lo antes posible al mercado laboral.

- El bachillerato bivalente: Esta modalidad combina una formación profesional en el ámbito técnico con los estudios de bachillerato que ofrecen una preparación para los estudios superiores, preferentemente los de índole tecnológica. En el bachillerato bivalente la formación profesional conduce a la obtención de dos certificados: uno de una profesión técnica reconocida por la Dirección General de Profesiones y otro de bachillerato, que permite continuar a estudios superiores. (Alcántara y Zorrilla, 2010)

Existen otras modalidades de estudio de la EMS como los bachilleratos de arte, los bachilleratos militares, modalidades a distancia, entre otras. Actualmente, todas las modalidades de EMS están integradas bajo un mismo esquema integral llamado Sistema Nacional Bachillerato (SNB) contemplado en la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS). La RIEMS contempla 4 ejes principales para la integración del SNB de la EMS:

- La integración de un Marco Curricular Común (MCC) que establece elementos compartidos entre las instituciones, sin que por ellos exista un plan de estudio o programas de estudio únicos para la EMS. El elemento curricular común es el enfoque educativo por competencias.
- La definición y regulación de las distintas modalidades educativas que operan actualmente, las cuales responden a las necesidades educativas, las características de la población y el establecimiento de estándares mínimos de calidad que aseguren los propósitos de la EMS.
- El establecimiento de mecanismos de gestión para el logro del MCC. Entre estos mecanismos destacan: generar espacios de orientación educativa y atención de las necesidades de los alumnos, impulsar el desarrollo de la planta docente, mejorar las instalaciones y el equipo, además de promover una evaluación continua.

- Certificación complementaria del SNB. Las instituciones deben asentar el proceso en un documento específico, como muestra de que sus estudiantes han desarrollado las competencias definidas en el MCC. (Székely, 2009)

El elemento primordial del que surge el nuevo MCC es el modelo educativo con base en competencias. Debido a que todas las modalidades educativas de la EMS tienen distintos enfoques y atienden diferentes necesidades de la comunidad educativa, es indispensable el establecimiento de un MCC que permita una mayor pertinencia de la educación con el entorno de los alumnos, además del libre tránsito de los alumnos entre las distintas instituciones y modalidades sin restricción. El modelo educativo con base en competencias permite establecer un perfil de bachiller común para todo el SNB, sin importar la modalidad educativa, la institución, la entidad o cualquier otro aspecto, ya que consiste en una lista de competencias que todo bachiller ha adquirido al terminar la EMS. El modelo educativo con base en competencias no es reciente, sin embargo fue hasta 2009 que se estableció en México como el modelo educativo predominante en el sistema educativo mexicano.

### **3.2. El modelo educativo basado en competencias**

La educación basada en competencias es el modelo educativo que rige actualmente el sistema educativo mexicano. Este modelo educativo surgió debido a que la orientación del modelo conductista no permitía dar cuenta de lo que pasaba en la mente de los estudiantes, además de no permitir la intervención de los docentes en el proceso de planeación de enseñanza-aprendizaje. Con base en lo anterior, se buscó un enfoque que permitiera que los alumnos alcanzaran los objetivos de aprendizaje, además que permitiera participar a docentes y directores en la planeación del currículum y del proceso de enseñanza-aprendizaje; ese modelo era el constructivismo.

El constructivismo plantea que el conocimiento no es el resultado de una mera copia de la realidad preexistente, sino de un proceso dinámico e interactivo a través del cual la

información externa es interpretada y reinterpretada por la mente. En este proceso, la mente va construyendo progresivamente modelos explicativos, cada vez más complejos y potentes, de manera que conocemos la realidad a través de los modelos que construimos *ad hoc* para explicarla.

El enfoque constructivista está constituido por aquellos principios que tratan de dar una explicación a cómo se construyen los distintos saberes y se dividen en 2 grandes bloques: los relacionados con la construcción de significados y la atribución de sentido; y los relacionados con la revisión, modificación y construcción de esquemas del conocimiento.

La opción constructivista surge tras un proceso de cambios de interpretación de los procesos de enseñanza-aprendizaje que responde a las 3 metáforas clásicas del aprendizaje: el aprendizaje como adquisición de respuestas, el aprendizaje como adquisición de conocimientos y el aprendizaje como construcción de significados. Sin embargo, en la realidad las aulas no han alcanzado las expectativas propuestas por estas metáforas, sino que ahora se enfrentan a una nueva metáfora de la enseñanza y el aprendizaje: el aprendizaje como logros de competencias.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Comisión Europea considera que el término “Competencia” se refiere a una combinación de destrezas, conocimientos, aptitudes y actitudes, y a la inclusión de la disposición para aprender a aprender. Una competencia presenta por tanto, una estructura interna con 3 componentes (cognitivo, afectivo-relacional y metacognitivo) que responden a los 3 grandes tipos de conocimiento (explícito, casual e implícito), requiere una habilidad específica (habilidad para cooperar) y se encuentra siempre contextualizada (depende siempre del contexto). Una competencia es crucial para:

- La realización y el desarrollo personal a lo largo de la vida: las competencias deben permitir a las personas perseguir objetivos personales en la vida, llevados por sus

intereses personales, sus aspiraciones y el deseo de continuar aprendiendo a lo largo de su vida.

- Favorecer la inclusión y lograr una ciudadanía activa: las competencias deberán permitir a todos una participación como ciudadanos activos en una sociedad.
- Generar aptitud para el empleo: la capacidad de todas y cada una de las personas de obtener el puesto de trabajo que ellas deseen en el mercado laboral. (Serrano y Pons, 2011)

En pocas palabras, la educación con base en competencias busca que las personas no aprendan conocimientos específicos como lo hacía el sistema educativo conductista; sino que aprendan una serie de destrezas, conocimientos, aptitudes y actitudes que le permitan seguir aprendiendo a lo largo de su vida sin importar el contexto social, cultural, histórico, económico o político en el que se desarrollen, y de este modo puedan desarrollar todos sus proyectos y metas personales en todos los ámbitos.

La formación basada en competencias busca principalmente que el individuo se adapte a los cambios en su entorno. Actualmente, los cambios vertiginosos en la sociedad, la tecnología, la política, la economía, la educación, en conjunto con la globalización, exigen que las personas sean capaces de adaptarse a las nuevas realidades que se les presentan para poder desarrollarse y aprovechar las oportunidades que se le presentan, y es que la formación basada en competencias no se limita al ámbito profesional o escolar, sino que busca el desarrollo integral del individuo en todos los aspectos. Delors, *et al* (1996, cit. en Martínez y Echeverría, 2009) alerta sobre la necesidad de un aprendizaje permanente en el individuo:

*“Ya no basta con que cada individuo acumule al comienzo de su vida una reserva de conocimientos a la que podrá recurrir después sin límites. Sobre todo, debe estar en condiciones de aprovechar y utilizar durante la vida cada oportunidad que*

*se le presente de actualizar, profundizar y enriquecer ese primer saber y de adaptarse a un mundo en permanente cambio”.*

El modelo educativo con base en competencias es un modelo dinámico que se adapta a las necesidades que el individuo y su entorno exigen, es por eso que la RIEMS aprobada en México a partir del año 2009, selecciona el enfoque educativo basado en competencias como la base para la elaboración de los mapas curriculares y las estrategias didácticas utilizadas en el aula para el cumplimiento de los programas establecidos para cada nivel y modalidad de la EMS.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Identificación del problema

Los procesos óxido-reducción han representado un reto de aprendizaje para los estudiantes de Educación Media Superior debido a la complejidad de los conceptos relacionados a este tema, además de la dificultad para comprender los procesos nanoscópicos y subnanoscópicos en la materia cuando sufre una reacción redox aunado a la falta de material didáctico auxiliar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de este tema.

### 4.2. Objetivo general

Ayudar a los alumnos del nivel medio superior a mejorar su nivel de comprensión sobre los conceptos y las características respectivas de los procesos de oxidación y reducción a través de un juego didáctico diseñado especialmente para este fin.

### 4.3. Objetivos particulares

Diseñar un juego con orientación didáctica como un auxiliar en la enseñanza-aprendizaje del tema oxidación y reducción.

Integrar la relevancia de los procesos de oxidación y reducción, como una parte fundamental para el entendimiento de las reacciones químicas, por medio del diseño y planeación de una secuencia didáctica con actividades lúdicas donde intervenga el juego previamente diseñado.

Probar el juego en un grupo piloto, y por medio de una comparación con un grupo control, conocer si este material lúdico mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de interés en el presente trabajo.

Que los alumnos sean capaces de identificar un proceso de oxidación y/o de reducción dentro de una reacción química a través de lo aprendido en la clase y la actividad lúdica.

Evaluar la eficacia del juego como auxiliar didáctico a través del análisis de los resultados obtenidos de su aplicación en el grupo piloto y comparándolos con los resultados obtenidos del grupo control.

#### **4.4. Hipótesis**

La inclusión de un juego didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema Reacciones Rédox en el nivel de Educación Media Superior mejorará la adquisición de aprendizajes significativos por parte de los alumnos, así mismo facilitará la comprensión de los conceptos y procesos nanoscópicos relacionados a este tipo de reacciones.

#### **4.5. Descripción de la investigación**

La presente investigación se desarrolló con la finalidad de desarrollar un juego didáctico que apoye la enseñanza de los conceptos relacionados a las reacciones rédox y que mejore el aprendizaje significativo de los mismos por parte de los alumnos. En este apartado se describen las pautas que se siguieron para llevar a cabo la investigación, así como las metodologías utilizadas en la misma.

En la primera etapa de la investigación se identificó el problema, en este caso particular, la dificultad de comprender las reacciones rédox y los conceptos relacionados a éstas por parte de los alumnos del nivel de Educación Medio Superior. Una vez identificado el problema, se realizó una investigación bibliográfica exhaustiva sobre las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de las reacciones óxido-reducción, a fin de tener más información y elementos que nos permitieran conocer a fondo el origen de la problemática. Posteriormente, se definió la forma de abordar la resolución del problema a través de un juego didáctico que fuera atractivo para los alumnos del nivel bachillerato y que a su vez facilitara el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema abordado en la problemática. Se diseñó el juego didáctico correspondiente y una secuencia didáctica para poder aplicar el juego en una clase de química en un grupo de bachillerato para poder obtener datos. Por último, se analizaron los resultados para determinar la efectividad del juego didáctico en

el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como para mejorar la secuencia didáctica y el juego a través de retroalimentación obtenida por parte de los alumnos.

La investigación se llevó a cabo bajo el tipo de estudio de caso. De acuerdo con lo establecido en referencias sobre metodologías de la investigación (Sampieri, Fernández-Collado y Baptista, 2006; Martínez, 2006) el presente estudio se clasifica de esta forma porque cumple con las características propias de este diseño de investigación:

- Se identificó el problema por medio de la observación de una situación real.
- Se determinó una estrategia para estudiar el tema en un escenario a través de un juego didáctico que contiene características específicas para este fin.
- Se estudió en problema sobre una muestra representativa de la población, por lo que muestra una perspectiva particular al sistema seleccionado, es decir un caso particular.
- La problemática se aborda en un contexto propio al sistema en el que se estudia, un contexto que es característico y único en comparación con otros sistemas o muestras similares.
- La selección de la muestra de alumnos en los que se llevó a cabo el estudio y el grupo control fue aleatoria, por lo que no hubo un control sobre la manipulación de las variables asociadas a la muestra (como edad, sexo, intereses, desempeño académico, estilo de aprendizaje, número de alumnos por grupo, etc.).
- La secuencia didáctica fue adaptada a las necesidades del estudio y a las condiciones propias de los grupos de alumnos a estudiar, por lo que variables como el tiempo de actividad, el número de sesiones para la aplicación y la readecuación de los tiempos de actividad no fueron controladas en su totalidad.

Por otro lado, el diseño de la investigación desarrollada tiene un enfoque cualitativo. De acuerdo con lo propuesto por Sampieri y colaboradores (2006), el presente trabajo cumple con las características de una investigación cualitativa:

- Se plantea un problema pero no se siguen planteamientos tan específicos.
- Se plantea una teoría o una nueva propuesta a partir de la experiencia en la vida real o de lo observado empíricamente.
- En la mayoría de los estudios cualitativos no se prueban hipótesis preestablecidas, sino que se generan durante el proceso y se van refinando conforme se recaban nuevos datos.
- Los datos se recolectan a través de instrumentos no estandarizados, además no se realiza una medición numérica ni un análisis estadístico.
- El proceso de recolección de datos y de experimentación no está definido, por lo que la recolección de datos se adapta de acuerdo a las necesidades del investigador.
- Los procesos cualitativos evalúan el desarrollo natural de los eventos, sin estimulación o algún tipo de manipulación por parte del investigador.
- Se fundamenta en la perspectiva de la interpretación del significado de las acciones de los seres vivos o instituciones.
- No buscan la generalización probabilística de muestras representativas a poblaciones mayores, incluso no se busca la réplica del estudio.
- Es “naturalista” porque estudia a las personas o los objetos de estudio en sus ambientes o contextos naturales.

#### **4.6. Diseño experimental**

La parte experimental de la investigación se llevó a cabo bajo un esquema de experimentación evaluativa entre un grupo de prueba y un grupo control. Los grupos fueron seleccionados al azar y poseen las siguientes características:

- Grupo piloto: conformado por 25 alumnos, 11 hombres y 14 mujeres con edades entre 16 y 19 años. El grupo pertenece a la asignatura Química III del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Naucalpan. El grupo se matriculó con el número 514, por lo que el grupo prueba se identificará con este número.

- Grupo control: conformado por 26 alumnos, 12 hombres y 14 mujeres con edades entre 16 y 19 años. El grupo pertenece a la asignatura Química III del CCH plantel Naucalpan. El grupo se matriculó con el número 518, por lo que el grupo control se identificará con este número.

Ambos grupos son similares entre sí al poseer un número de alumnos y en la proporción de hombres y mujeres, además cabe mencionar que ambos grupos estuvieron bajo la instrucción del mismo profesor en la asignatura Química III.

Para probar la efectividad del juego se diseñó una secuencia didáctica específica para cada uno de los grupos (para conocer con detalle el contenido de las secuencias didácticas, revisar el Anexo A). De manera general, las secuencias didácticas de ambos grupos de estudio son similares: cada grupo de estudio tuvo una sesión de 2 horas para llevar a cabo la secuencia didáctica que tenía la finalidad de enseñar el tema de reacciones redox utilizando un escenario como base de aprendizaje para los conceptos relacionados a las reacciones óxido-reducción con los mismos objetivos y aprendizajes, así como la misma información y la misma estructura de desarrollo que consistía en una presentación oral acompañada de una presentación en computadora, posteriormente se llevaba a cabo una actividad de refuerzo de aprendizaje, y el cierre de la clase. La diferencia radica en que la secuencia didáctica para el grupo 514 contiene una actividad lúdico-didáctica para la inclusión del juego en el proceso de enseñanza-aprendizaje; en cambio, para el grupo 518 se sustituye la actividad lúdico-didáctica por ejercicios teóricos en los que se aplican los conceptos sobre reacciones redox aprendidos en la sesión.

Para obtener resultados y establecer diferencias entre ambos grupos, al final de la secuencia didáctica se aplicó un test de 5 ítems. Adicionalmente, el grupo 514 respondió un sexto ítem para conocer la opinión de los alumnos respecto al juego (para conocer la evaluación que se aplicó, revise el Anexo B). Dado que los resultados se basan en respuestas de preguntas abiertas, el análisis de los datos se basará en la evaluación cualitativa de las respuestas obtenidas por los alumnos de ambos grupos de estudios.

## 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1. El juego didáctico: diseño, componentes y accesorios

El elemento principal de esta investigación es el desarrollo de un juego didáctico que permita un aprendizaje significativo por parte de los alumnos para el tema de las reacciones óxido-reducción a nivel bachillerato.

Para que el juego didáctico pudiera cumplir con su objetivo debía ser atractivo para los jóvenes, ser un juego de reglas para que los jóvenes pudieran desarrollar y ejercitar su pensamiento lógico-formal, además debía permitir la interacción entre los estudiantes; pero también debía reforzar los conceptos y los cambios que pasan en las reacciones químicas del tipo rédox. Por estas razones, se eligió el formato TCG para el desarrollo del juego didáctico en cuestión, ya que es un formato de juego popular en grandes grupos de adolescentes, permite la interacción entre los jugadores que intervienen en el juego, requiere del desarrollo de una estrategia de juego con cierta complejidad intelectual adecuada a la edad de los estudiantes, además que no tiene un esquema de juego predeterminado por lo que permite la adaptación de las reglas de juego que el desarrollador quiera incluir y darle un enfoque específico (Para conocer todas las reglas del juego, revise el anexo C).

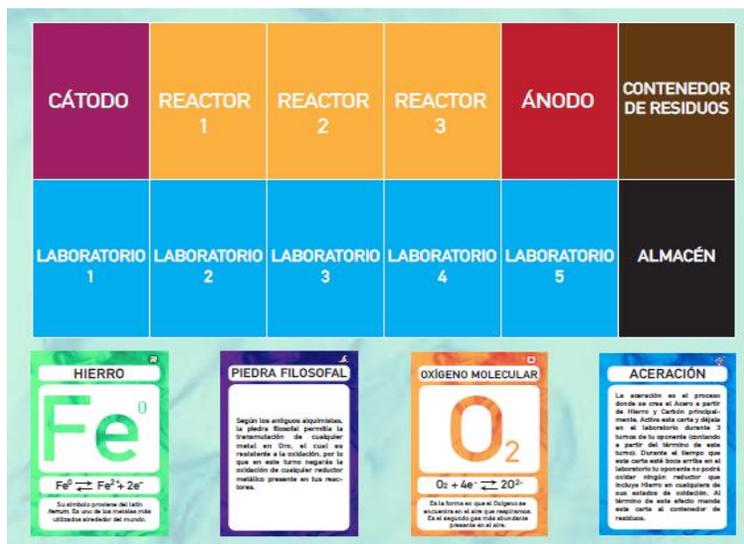
Aprovechando la flexibilidad que el formato TCG ofrece respecto a la inclusión o diseño de reglas específicas, el juego didáctico de esta investigación fue reglamentado para ser lo más similar posible a una reacción rédox pero adaptada desde un punto de vista macroscópico, lúdico y con ciertas facultades que la química no permite en la vida real. Para esto, se tomaron en cuenta los aspectos más importantes relacionados a las reacciones rédox para el diseño de las reglas:

- El juego didáctico está diseñado para que sea jugado entre 2 personas que se enfrentan entre sí a través de una baraja de tarjetas, con el fin primordial de oxidar los reductores del oponente con ayuda de las tarjetas correspondientes. Es la

representación gráfica y directa de las reacciones rédox en el juego, en la que sustancias oxidantes y reductoras interactúan en un proceso o transformación.

- Cuando se lleva a cabo una reacción rédox en la vida real, se lleva a cabo un intercambio de electrones entre el oxidante y el reductor (la sustancia que se oxida pierde electrones y la sustancia que se reduce gana esos electrones); de la misma forma en el juego se lleva a cabo un intercambio de “electrones” en el cual, el jugador cuyos metales se oxidan, pierde sus electrones y el otro jugador los gana. Los “electrones” del juego se representan por medio de fichas u objetos pequeños y son parte importante dentro de las reglas ya que, permiten ganar el juego; sin embargo también permiten mostrar visualmente el intercambio de electrones que se da en una escala nanoscópica en una reacción rédox real.
- Las reglas del juego especifican que para llevar a cabo una oxidación-reducción se debe respetar la estequiometría indicada en el número de electrones que permite intercambiar cada carta, esto para que los estudiantes se familiaricen con el balanceo de reacciones por el método de intercambio de electrones, que es el más común para las reacciones rédox.
- Los metales pueden tener dos o más estados de oxidación en la naturaleza, que en el juego están representados también. Por otro lado, para llegar a los máximos estados de oxidación, se debe pasar previamente por los estados de oxidación intermedios como pasa en la naturaleza, esto con la finalidad que los alumnos se familiaricen con cada uno de los estados de oxidación de los metales más comunes y además puedan comprender mejor la serie de cambios en las sustancias cuando sufren reacciones rédox.
- Las cartas complementarias en el juego, no solo permiten modificar las circunstancias dentro de la partida u obtener ventajas sobre el adversario a lo largo del juego, también buscan desafiar las concepciones previamente construidas por los alumnos sobre los conceptos relacionados a las reacciones rédox.

- El tablero fue diseñado de tal manera que permitiera el desarrollo del juego y contuviera elementos que los alumnos relacionaran con su quehacer científico dentro de su formación académica. En la figura 5.1 se muestra una imagen con los principales componentes del juego didáctico.



**Figura 5.1:** En la imagen se muestran los componentes principales del juego de cartas didáctico que se desarrolló. En la parte superior se encuentra el tablero conformado de 12 casillas. En la parte inferior, se muestran ejemplos de las cartas diseñadas: cartas “Reductor” de color verde, cartas “Alquimia” de color violeta, cartas “Oxidante” de color naranja y cartas “Ciencia” de color azul.

Las reglas del juego proponen el contexto y los parámetros semejantes a los que se dan en una reacción de oxidación-reducción, pero los elementos físicos que componen el juego también tienen una función importante dentro de los propósitos de esta investigación y que vamos a describir a continuación.

- Las cartas “Oxidante” y “Reductor”: estas tarjetas representan a algunas entidades químicas que podrían intervenir en una reacción redox real. Con estas tarjetas los jugadores llevan a cabo reacciones redox en el juego para tratar de ganar la partida ya que el objetivo es oxidar los reductores del oponente hasta su máximo estado de oxidación; sin embargo las cartas no solo permiten ganar la partida sino que los alumnos conozcan las especies químicas que se generan en una reacción redox, el

número de electrones que pueden intercambiar esas especies químicas, además de algunas características que permiten conocer mejor las distintas características de cada sustancia.

- Las cartas “Ciencia”: estas tarjetas están inspiradas en leyes, fenómenos y hechos científicos que nos rodean o que son parte del aprendizaje científico del estudiante. Con estas cartas, los jugadores pueden obtener una ventaja en la partida pero al mismo tiempo tienen la función de que los alumnos conozcan estos fenómenos, hechos y leyes científicas, su relación con el mundo cotidiano y el quehacer científico.
- Las cartas “Alquimia”: estas tarjetas están inspiradas en creencias falsas que se tenían en la antigüedad acerca de hechos científicos y en concepciones alternativas que los alumnos tienen aún en la actualidad. Estas tarjetas permiten obtener ventajas dentro del juego o tratar de disminuir el efecto de las tarjetas del oponente; sin embargo, el propósito por el cual fueron incluidas en el juego es enfrentar a los alumnos con sus propias concepciones alternativas, y que bajo la guía del profesor puedan cambiarlas dentro de una percepción científica más adecuada.
- El tablero de juego: está diseñado en 12 casillas que se dividen en 5 zonas principales que permiten el desarrollo del juego (para más detalles, ver el reglamento en el Anexo C). Cada zona tiene un nombre relacionado con la ciencia, las reacciones redox y la función que desempeñan en el juego. La zona “Almacén” del tablero es la que contiene las cartas de la baraja que se utiliza en el juego; la zona de “Laboratorios” permite jugar las cartas necesarias para poder llevar a cabo las reacciones redox necesarias para ganar; las zonas “Ánodo” y “Cátodo” representan los electrodos de una celda electroquímica y son las encargadas de contener los electrones que tenemos inicialmente y los que ganamos al oxidar los reductores del oponente respectivamente; las casillas “Reactor” contienen los reductores en los distintos estados de oxidación, que se irán mostrando de acuerdo a las oxidaciones que sufran; por último, la casilla “Contenedor de

residuos” va a servir para colocar las cartas que ya se hayan utilizado a lo largo del juego.

- Los “electrones”: dentro del juego se utilizan objetos para representar los electrones que se intercambian al llevar a cabo una reacción rédox. No existen fichas específicas para representarlos, pero puede utilizarse cualquier objeto pequeño que se tenga a la mano para representarlos físicamente como fichas, monedas, clips, bolitas de papel, frijoles, etc. Son importantes dentro del juego porque no permiten ganar el juego al ganar los electrones del “Ánodo” del oponente; pero la verdadera importancia didáctica es que los estudiantes siempre tengan en cuenta que una reacción rédox conlleva un intercambio de electrones y que los conciben como partículas presentes en la materia.

En conjunto, los elementos físicos y los elementos conceptuales del juego se combinan para lograr el objetivo de facilitar el aprendizaje sobre las reacciones rédox (Para conocer todas las tarjetas y el tablero del juego, véase el anexo D).

## **5.2. Resultados obtenidos en la evaluación de la aplicación del juego**

Como ya se explicó anteriormente, se llevó a cabo la aplicación del juego en un grupo piloto, para posteriormente hacer un análisis comparativo con un grupo control y de esta manera determinar si el juego tuvo un efecto en el proceso de enseñanza aprendizaje o no. Para llevar a cabo el análisis comparativo entre ambos grupos, se estudiarán las respuestas obtenidas por parte de los alumnos en las evaluaciones que se aplicaron al final de las respectivas secuencias didácticas. Cabe mencionar que se hará el análisis para cada grupo y especificando los resultados por sexo (En el Anexo B se muestra la evaluación aplicada).

La presentación de los resultados se hará por pregunta y por cada uno de los grupos que participaron en el estudio (grupo piloto y grupo control). Los resultados obtenidos en la evaluación fueron los siguientes:

### 5.2.1. Resultados obtenidos en el primer reactivo

En la tabla 5.1 se muestran los resultados obtenidos por los alumnos de ambos grupos acerca de su concepción sobre la oxidación. En este reactivo se evaluaron 4 características que se muestran a continuación.

**Tabla 5.1:** Resultados obtenidos en los alumnos de ambos grupos de estudio en el primer reactivo de la evaluación.

Concepto evaluado	Grupo piloto (514) (n = 25)	Grupo control (518) (n = 26)
Oxidación		
Alumnos con una concepción correcta de la oxidación (pérdida – donación de electrones)	25	26
Alumnos que indican que la oxidación es un proceso o un cambio químico	15	7
Alumnos que indican que la oxidación se lleva a cabo en átomos, iones y/o elementos	20	10
Alumnos que no precisan la naturaleza del fenómeno	10	19

En la primer pregunta “¿Qué es la oxidación?”, el 100% del grupo 514 (grupo piloto) contestó de forma correcta al definir o entender la oxidación como una pérdida de electrones; sin embargo, solamente 15 alumnos lo definen como un “proceso” o un “cambio químico” y lo expresan en respuestas como “Es un proceso donde se pierden electrones” o “Es la pérdida de electrones en una reacción química”, mientras que el resto no sabe definir la naturaleza del fenómeno al tener respuestas como “Es la pérdida de electrones”, “Es cuándo se pierden electrones” o “Pérdida de electrones”. Otro aspecto a evaluar es que 20 estudiantes incluyen las palabras “átomo”, “ion/iones” o “elemento”

dentro de sus respuestas de maneras similares a “Pérdida de electrones en un átomo/ion/elemento”, “Es cuando un átomo/ion/elemento pierde electrones” o “Es el proceso por el cual un átomo/ion/elemento pierde uno o varios electrones”, y no necesariamente pueden incluir los 3 términos en la respuesta; el resto de los alumnos no incluyó alguna de las palabras “átomo”, “ion/iones” o “elemento” en sus respuestas, dejando una incertidumbre sobre quién o qué pierde electrones cuando se lleva a cabo una oxidación al tener respuestas como “Es la pérdida de electrones” o “Es el proceso por el cual se pierden uno o varios electrones”.

Por otro lado, el 100% del grupo 518 (grupo control) contestó de forma correcta al definir o entender la oxidación como una pérdida de electrones; sin embargo, solo 7 personas lo definen como un “proceso” o un “cambio químico” y lo expresan en respuestas como “Es un proceso donde se pierden electrones” o “Es la pérdida de electrones en una reacción química”, mientras que el resto no sabe definir la naturaleza del fenómeno al tener respuestas como “Es la pérdida de electrones”, “Es cuándo se pierden electrones” o “Pérdida de electrones”. Otro aspecto a evaluar es que solo 10 alumnos incluyen las palabras “átomo”, “ion/iones” o “elemento” dentro de sus respuestas de maneras similares a “Pérdida de electrones en un átomo/ion/elemento”, “Es cuando un átomo/ion/elemento pierde electrones” o “Es el proceso por el cual un átomo/ion/elemento pierde uno o varios electrones”, y no necesariamente pueden incluir los 3 términos en la respuesta; el resto de los alumnos no incluyó alguna de las palabras “átomo”, “ion/iones” o “elemento” en sus respuestas, dejando una incertidumbre sobre quién o qué pierde electrones cuando se lleva a cabo una oxidación al tener respuestas como “Es la pérdida de electrones” o “Es el proceso por el cual se pierden uno o varios electrones”.

### 5.2.2. Resultados obtenidos en el segundo reactivo

En la tabla 5.2 se muestran los resultados que se obtuvieron por parte de los estudiantes de ambos grupos sobre su concepción de la reducción. Al igual que en el primer reactivo, se tomaron en cuenta 4 aspectos, los cuales se encuentran en la tabla.

**Tabla 5.2:** Resultados obtenidos en los alumnos de ambos grupos de estudio en el segundo reactivo de la evaluación.

Concepto evaluado	Grupo piloto (514) (n = 25)	Grupo control (518) (n = 26)
Reducción		
Alumnos con una concepción correcta de la reducción (ganancia-aceptación de electrones)	25	26
Alumnos que indican que la reducción es un proceso o un cambio químico	17	7
Alumnos que indican que la reducción se lleva a cabo en átomos, iones y/o elementos	19	11
Alumnos que no precisan la naturaleza del fenómeno	8	19

En la segunda pregunta “¿Qué es la reducción?”, el 100% de los alumnos del grupo piloto contestó de forma correcta al definir o entender la reducción como la “ganancia” o “aumento” en el número de electrones; sin embargo, 17 estudiantes definen la reducción dentro del concepto de “proceso” o “cambio químico” al tener respuestas similares a las siguientes: “Es el proceso en el que hay ganancia de electrones” o “Es la ganancia de electrones a través de una reacción química”; por otro lado el resto de los alumnos no definen la naturaleza del fenómeno al responder “Es cuando se gana(n) electrones”, “Es cuando un átomo/ion/elemento gana electrones” o “Es la ganancia de electrones”. En

segundo lugar, 19 jóvenes expresaron en su respuesta algunos de los términos “átomo”, “ion” o “elemento” para especificar en dónde se lleva a cabo la ganancia de electrones en la reducción de las siguientes formas: “La reducción es el proceso por el que un átomo/ion/ elemento gana electrones”, “Es la ganancia de electrones por parte de un átomo/ion/elemento” o “Es cuando un átomo/ion/elemento gana electrones”; mientras que el resto del grupo no incluye los términos mencionados en sus respuestas, sin especificar qué o quién gana electrones en una reducción.

En contraste, en la segunda pregunta “¿Qué es la reducción?” el 100% de los alumnos del grupo control contestaron de forma correcta al definir o entender la reducción como la “ganancia” o “aumento” en el número de electrones; sin embargo, solo 7 alumnos definen la reducción dentro del concepto de “proceso” o “cambio químico” al tener respuestas similares a las siguientes: “Es el proceso en el que hay ganancia de electrones” o “Es la ganancia de electrones a través de una reacción química”; por otro lado el resto de los alumnos no definen la naturaleza del fenómeno al responder “Es cuando se gana(n) electrones”, “Es cuando un átomo/ion/elemento gana electrones” o “Es la ganancia de electrones”. En segundo lugar, solo 11 estudiantes expresaron en su respuesta algunos de los términos “átomo”, “ion” o “elemento” para especificar en dónde se lleva a cabo la ganancia de electrones en la reducción de las siguientes formas: “La reducción es el proceso por el que un átomo/ion/ elemento gana electrones”, “Es la ganancia de electrones por parte de un átomo/ion/elemento” o “Es cuando un átomo/ion/elemento gana electrones”; mientras que el resto del grupo no incluye los términos mencionados en sus respuestas, sin especificar qué o quién gana electrones en una reducción.

### **5.2.3. Respuestas obtenidas en el tercer reactivo**

En la tabla 5.3 se muestran los resultados de la evaluación de ambos grupos acerca de la identificación de los componentes principales de una reacción rédox y su función. Se clasifican en 3 categorías, las cuales se mencionan en la tabla.

**Tabla 5.3:** Resultados obtenidos en los alumnos de ambos grupos de estudio en el tercer reactivo de la evaluación

Concepto evaluado	Grupo piloto (514) (n = 25)	Grupo control (518) (n = 26)
Reactivos dentro de la reacción rédox y su función		
Alumnos que identificaron correctamente los reactivos y su función	19	17
Alumnos que identificaron parcialmente los reactivos y su función	3	4
Alumnos que no identificaron correctamente los reactivos y su función	3	5

En la tercera cuestión de la evaluación “En una reacción rédox ¿Qué le pasa al agente oxidante y al agente reductor?” se obtuvieron respuestas de 2 tipos por parte del grupo piloto: desde el punto de vista de la acción y desde el punto de vista de la consecuencia. El primer tipo (desde el punto de vista de la acción) se refiere a respuestas que ven al oxidante y al reductor como donantes o receptores de electrones, similar a la teoría ácido-base de Lewis, en respuestas similares a “El oxidante recibe/gana electrones, mientras que el reductor es quien da/dona/pierde los electrones”; por otro lado, las respuestas centradas en la consecuencia ven a los oxidantes y reductores por el proceso químico que sufren en la reacción de forma similar a “El oxidante es la sustancia que se reduce, mientras que el reductor es la sustancia que se oxida”. Ambas formas de responder son válidas, pero en el grupo 514 se obtuvo que 19 estudiantes respondieron de forma correcta al saber identificar por cualquiera de las 2 formas los cambios que sufrían los reactivos; 3 alumnos respondieron parcialmente de forma correcta ya que no supieron expresar adecuadamente los cambios que sufren los oxidantes y los reductores o solo expresaron los cambios que sufría uno de los reactivos sin tomar en cuenta al otro. Finalmente 3 jóvenes respondieron de forma incorrecta al invertir los cambios que sufren

los oxidantes y reductores de forma similar a “Los oxidantes se oxidan/pierden electrones, mientras que los reductores se reducen/ganan electrones”.

En la tercera cuestión de la evaluación “En una reacción rédox ¿Qué le pasa al agente oxidante y al agente reductor?” se obtuvieron respuestas similares por parte del grupo control, es decir desde el punto de vista de la acción y desde el punto de vista de la consecuencia. En el grupo control solo 17 jóvenes respondieron de forma correcta al saber identificar por cualquiera de las 2 formas los cambios que sufrían los reactivos; 4 alumnos respondieron parcialmente de forma correcta ya que no supieron expresar adecuadamente los cambios que sufren los oxidantes y los reductores o solo expresaron los cambios que sufría uno de los reactivos sin tomar en cuenta al otro. Finalmente 5 estudiantes respondieron de forma incorrecta al invertir los cambios que sufren los oxidantes y reductores de forma similar a “Los oxidantes se oxidan/pierden electrones, mientras que los reductores se reducen/ganan electrones”.

#### **5.2.4. Respuestas obtenidas en el cuarto reactivo**

En la tabla 5.4 se muestran los resultados obtenidos en ambos grupos de estudio acerca de la aplicación del concepto “número de oxidación” en ejercicios teóricos propuestos en el instrumento de evaluación. Las respuestas se clasifican en 3 categorías, las cuales se mencionan en la tabla.

**Tabla 5.4:** Resultados obtenidos en los alumnos de ambos grupos de estudio en el cuarto reactivo de la evaluación.

Concepto evaluado	Grupo piloto (514) (n = 25)	Grupo control (518) (n = 26)
Aplicación del concepto número de oxidación		
Alumnos que asignaron correctamente los números de oxidación	7	16
Alumnos que realizaron la asignación de números de oxidación parcialmente correcta	10	10
Alumnos que no asignaron correctamente los números de oxidación	8	0

En el cuarto reactivo de la evaluación, se proponen 2 ecuaciones que representan reacciones rédox, y se les pidió a los alumnos que asignaran los números de oxidación a todos los elementos representados en dichas ecuaciones (para revisar el reactivo véase el anexo B). En este reactivo, solamente 7 alumnos del grupo piloto asignaron todos los números de oxidación de forma correcta en ambas ecuaciones, mientras que 10 estudiantes lo hicieron de forma parcialmente correcta, ya sea que hayan omitido 1 o más números de oxidación, hayan asignado correctamente los números de una ecuación pero no de la otra, o que hayan asignado algunos números de oxidación de forma correcta y otros no en ambas ecuaciones. Por último, 8 jóvenes fallaron totalmente en la asignación de números de oxidación o dejó sin contestar este reactivo.

En el cuarto reactivo de la evaluación, 16 estudiantes del grupo control asignaron todos los números de oxidación de forma correcta en ambas ecuaciones, mientras que 10 estudiantes lo hicieron de forma parcialmente correcta, ya sea que hayan omitido 1 o más

números de oxidación, hayan asignado correctamente los números de una ecuación pero no de la otra, o que hayan asignado algunos números de oxidación de forma correcta y otros no en ambas ecuaciones. Por último, ningún alumno de este grupo erró totalmente en la asignación de números de oxidación o dejó sin contestar este reactivo.

### 5.2.5. RESPUESTAS OBTENIDAS EN EL QUINTO REACTIVO

En la tabla 5.5 se muestran los resultados obtenidos por ambos grupos de estudio acerca de la aplicación de los conceptos aprendidos en problemas propuestos en la evaluación. Las respuestas se clasifican en 3 categorías, las cuales se mencionan en la tabla.

**Tabla 5.5:** Resultados obtenidos en los alumnos de ambos grupos de estudio en el quinto reactivo de la evaluación.

Concepto evaluado	Grupo piloto (514) (n = 25)	Grupo control (518) (n = 26)
Aplicación de los conceptos aprendidos en la resolución de un problema		
Alumnos que contestaron correctamente el problema	9	15
Alumnos que contestaron el problema de manera parcialmente correcta	9	4
Alumnos que contestaron el problema incorrectamente	7	7

El quinto reactivo está relacionado con el anterior y se pide a los alumnos que identifiquen los elementos que se oxidan y los que se reducen respectivamente en cada ecuación química (para revisar el reactivo, véase el anexo B). En este reactivo, los resultados mostraron que 9 jóvenes del grupo piloto identificaron correctamente cuáles elementos

se oxidaban y se reducían; sin embargo, 9 alumnos lo hicieron correctamente de forma parcial ya que identificaron correctamente al elemento que se oxidaba y al que se reducía en una reacción pero no en la otra. Por último, 7 estudiantes no pudieron resolver este reactivo correctamente, ya sea porque señalaron la oxidación y la reducción en forma invertida o no contestaron el reactivo.

Por otro lado, en el grupo control, los resultados mostraron que 15 alumnos identificaron correctamente cuáles elementos se oxidaban y se reducían; sin embargo, 4 jóvenes lo hicieron correctamente de forma parcial ya que identificaron correctamente al elemento que se oxidaba y al que se reducía en una reacción pero no en la otra. Por último, 7 estudiantes no pudieron resolver este reactivo correctamente, ya sea porque señalaron la oxidación y la reducción en forma invertida o no contestaron el reactivo.

#### **5.2.6. Opiniones y sugerencias expresadas por los alumnos del grupo piloto respecto al juego**

El sexto reactivo, incluido exclusivamente para el grupo piloto, se pide a los alumnos que expresen su opinión acerca del juego didáctico que probaron para conocer su impresión y los puntos que son necesarios mejorar en la experiencia lúdica. En este reactivo, 12 estudiantes expresaron opiniones positivas hacia la experiencia lúdica, en este aspecto los alumnos opinan que el juego es una experiencia divertida y que puede ayudarles a aprender mejor el tema de las reacciones redox, también expresaron que se sentían relajados y cómodos durante la actividad lúdica, además de que era una actividad interesante para salir de la rutina en el aula de clases. En contraste, 4 jóvenes expresaron opiniones negativas hacia el juego didáctico, ellos expresaron que el juego era demasiado complicado, aburrido, algunos expresaron que se sentían confundidos durante la actividad o que no pensaban que iba a ayudarlos a entender mejor las reacciones redox. Por último, 9 alumnos dieron respuestas en las que expresaban sugerencias para mejorar la experiencia lúdica, algunos expresaban que la actividad duraba poco tiempo y que era necesario extender el tiempo, otros expresaban que las reglas del juego eran complicadas

y que necesitaban ser modificadas, otros manifestaron que el reglamento era confuso y debía modificarse para que fuera más sencillo de leer y entender, y algunos expresaban que la actividad lúdica necesitaba repetirse varias veces para que pudiera entenderse y que pudiera cumplir con su objetivo de auxiliar el aprendizaje del tema. Los resultados se resumen en la tabla 5.6 que se presenta a continuación.

**Tabla 5.6:** Resultados acerca de las opiniones y sugerencias de los alumnos del grupo 514 acerca de la actividad lúdica.

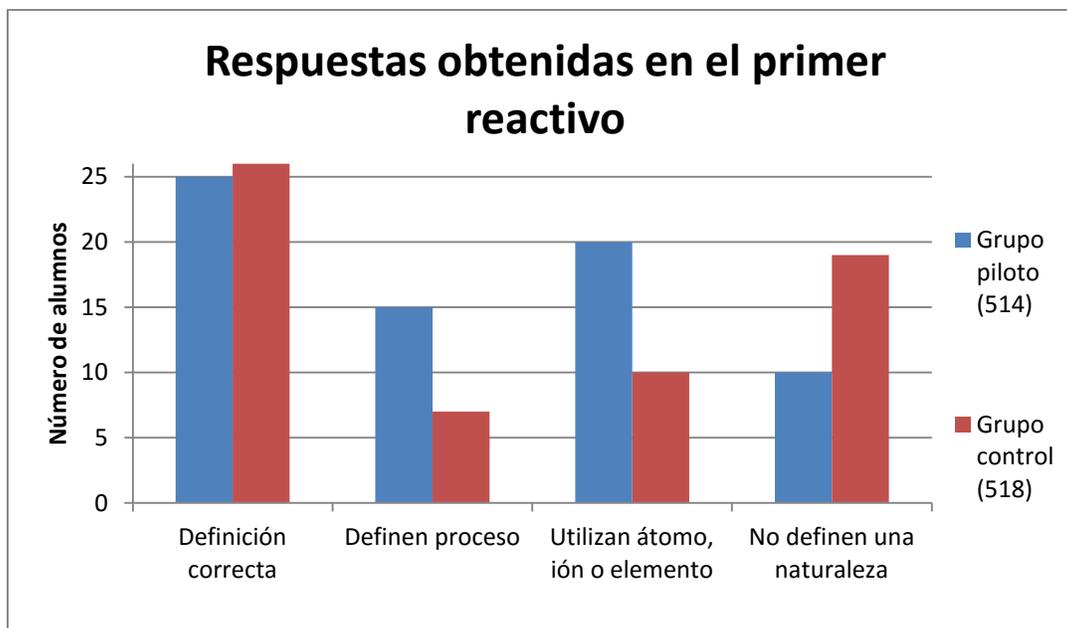
Evaluación de la actividad lúdica	Grupo piloto (514) (n = 25)
Opiniones y sugerencias expresadas acerca del juego didáctico	
Opiniones positivas	12
Sugerencias para el mejoramiento del juego	9
Opiniones negativas	4

### 5.3. Análisis de los resultados obtenidos en la evaluación de los grupos 514 y 518

El análisis de los resultados obtenidos en la evaluación se hará de manera similar a la presentación de los resultados, es decir se hará un comparativo entre ambos grupos por cada pregunta, con el fin de conocer las diferencias existentes entre el grupo piloto y el grupo control.

#### 5.3.1. Análisis de los resultados del primer reactivo de la evaluación

En primer lugar, se hace el análisis de sus concepciones acerca de los términos principales del tema, que son la oxidación y la reducción. Respecto a la oxidación, se presenta una gráfica en la figura 5.2:



**Figura 5.2:** Gráfica de barras que representa los resultados del primer reactivo de la evaluación. De éste modo se puede observar fácilmente la ventaja de los alumnos del grupo 514 frente al grupo 518, en la construcción de conceptos teóricos.

Como se puede observar, el 100% de estudiantes de ambos grupos conciben la oxidación como la pérdida o donación de electrones (en cualquier caso, estamos hablando de una disminución en el número de electrones), lo cual es una concepción correcta; sin embargo, existe una diferencia en los conceptos que los alumnos utilizan para definir con sus propias palabras la oxidación. Cabe aclarar que, aunque la oxidación no es un proceso aislado o independiente de la reducción, en este caso se separa para saber si los alumnos pueden reconocer la diferencia entre ambos.

En primer lugar se enfoca la atención en la naturaleza que los alumnos asignan al fenómeno que están definiendo. En la figura 5.2 se puede apreciar que el 60% del grupo piloto utilizan el concepto de “proceso” o “cambio químico” para definir a la oxidación. Por otro lado, el grupo control presenta cifras inferiores a las presentadas por el grupo piloto, solamente el 26.92% del grupo definen la oxidación como un “proceso” o “cambio químico”. Las cifras indican que la cantidad de estudiantes que definen la oxidación de manera más específica en su naturaleza de cambio químico prácticamente se duplica en el grupo que utilizó el juego en comparación con el grupo que no utilizó el juego con una

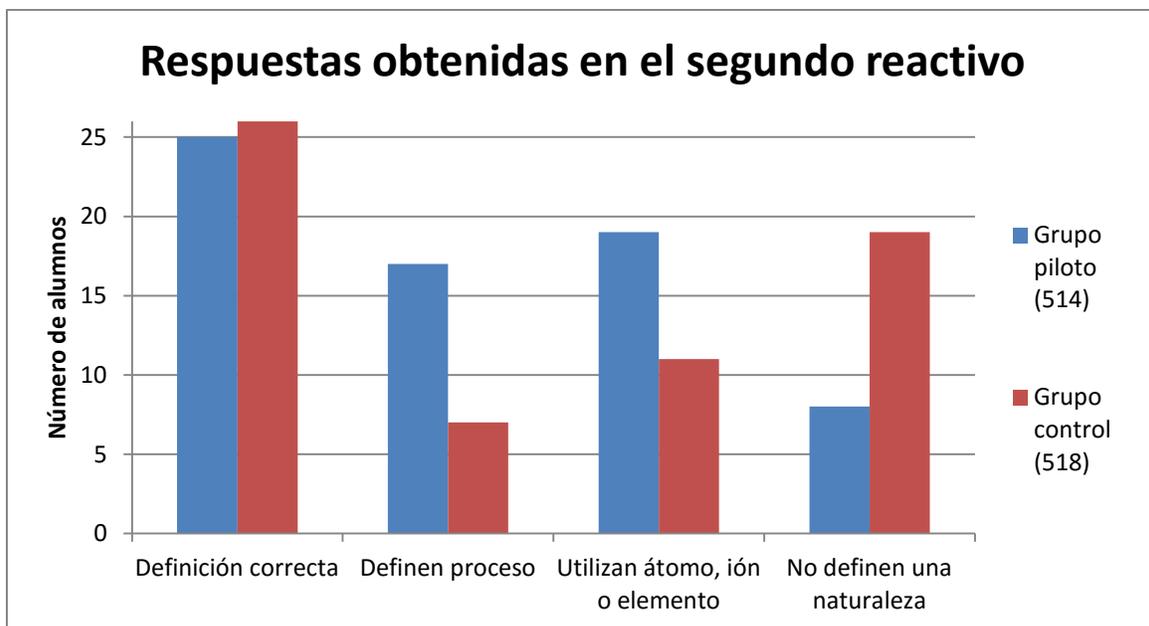
diferencia del 114.29%, esto indica que el juego didáctico puede ayudar a mejorar la construcción cognitiva de conceptos relacionados a las reacciones redox, ya que los alumnos que utilizaron el juego construyeron definiciones más amplias, complejas y precisas que los alumnos que no utilizaron el juego.

Por otro lado, los resultados muestran que el 80% del total del grupo 514 utilizaron las palabras “átomo”, “ion” y/o “elemento” para señalar en dónde se lleva a cabo el proceso de oxidación. En contraste, solamente 38.46% del grupo 518 especificaron que la oxidación se llevaba a cabo en “átomos”, “iones” y/o “elementos”. Nuevamente se observa una tendencia en la que, el número de alumnos que especifican y complementan su respuesta se duplica si utilizan el juego didáctico con una diferencia del 100%, en comparación con los alumnos que especifican y complementan su respuesta pero no utilizan el juego didáctico; esto confirma que el juego didáctico permite a los alumnos mejorar la construcción cognitiva de sus conceptos.

Por último, existe un incremento del 90% en el número de alumnos del grupo control que no definen una naturaleza para la oxidación en comparación con los del grupo piloto. En el grupo 514, el 40% del grupo cumplen con esta condición. En contraste con el grupo 518, el 73.07% del grupo no definen a la oxidación en algún concepto o categoría general.

### **5.3.2. Análisis de los resultados del segundo reactivo de la evaluación**

Una tendencia similar se obtiene en las respuestas del segundo reactivo de la evaluación respecto a la reducción, lo cual se presenta en la siguiente gráfica indicada como figura 5.3.



**Figura 5.3:** Gráfica de barras que representa los resultados del segundo reactivo de la evaluación. De éste modo se puede observar fácilmente la ventaja de los alumnos del grupo 514 frente al grupo 518, en la construcción de conceptos teóricos.

En el caso de la reducción, observamos una tendencia muy similar a la obtenida en la oxidación. El 100% de los alumnos de ambos grupos construyeron una concepción correcta de la reducción como la ganancia-aceptación de electrones; la diferencia radica, nuevamente, en los conceptos en los que se apoyan para complementar su definición acerca de la reducción.

En la figura 5.3 se pueden observar las diferencias entre el número de estudiantes que definen la reducción como un “proceso” o un “cambio químico” y los que no definen una naturaleza al fenómeno. En el grupo piloto, el 68% del total del grupo define la reducción como un “proceso” o “cambio químico”. Por el contrario, solamente el 26.92% del total del grupo control definen una naturaleza al fenómeno. Esto representa un incremento del 142.86% favorable al grupo piloto.

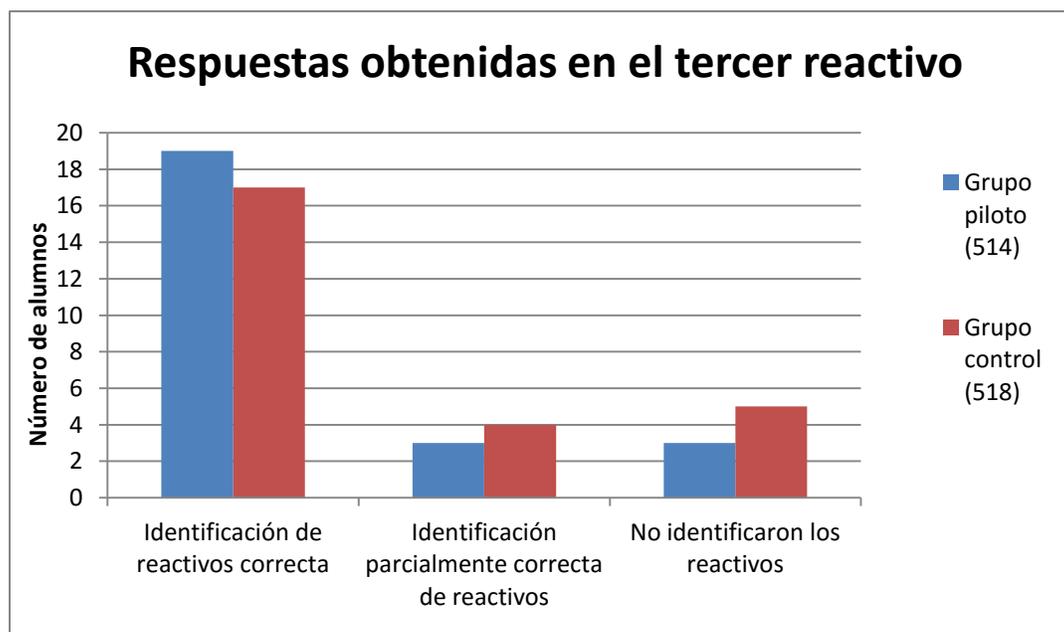
En segundo lugar, 76% del total del grupo 514 utilizaron las palabras “átomo”, “ion” y/o “elemento” para ser más específicos sobre dónde se llevaba a cabo la reducción. En el grupo 518 se obtuvieron cifras menores, ya que solamente 42.31% del total del grupo

cumplieron con la condición que se analiza. Al igual que en los resultados del reactivo anterior, existe una tendencia en la que los alumnos que utilizan el juego son más específicos en sus concepciones que los que no utilizan el juego, con una diferencia favorable del 72.72%. Con esto se confirma nuevamente que el juego ayuda en la construcción cognitiva de conceptos más complejos y específicos sobre el tema en cuestión.

En el aspecto donde no se especifica una naturaleza específica al proceso de reducción, existe una amplia diferencia entre ambos grupos. En el grupo piloto, el 32% del grupo cumplen con esta condición. En el grupo control, el 73.08% del grupo cumplen con esta condición. Esto representa un incremento del 137.5% en los alumnos del grupo control que cumplen con esta condición en comparación con los alumnos del grupo piloto.

### 5.3.3. Análisis de los resultados del tercer reactivo de la evaluación

Evaluando otros aspectos, el tercer reactivo permite saber si los alumnos pueden reconocer los reactivos principales de una reacción redox y relacionarlos con su función dentro de la misma, representando los resultados en la gráfica de la figura 5.4:



**Figura 5.4:** Gráfica de barras que representa los resultados del tercer reactivo de la evaluación. De éste modo se puede observar que en la identificación de los reactivos participantes en una

reacción rédox, los alumnos del grupo 514 tienen una ligera ventaja sobre los alumnos del grupo 518, sin embargo la diferencia no es significativa entre ambos.

En este caso, como se observa en la figura 5.4, no existe una diferencia significativa entre los resultados de ambos grupos. En el grupo piloto, el 76% del grupo logró contestar correctamente el reactivo; mientras que en el grupo control, el 65% del grupo contestó de manera correcta esta cuestión. En este caso, la diferencia entre ambos grupos es solamente del 11.76%.

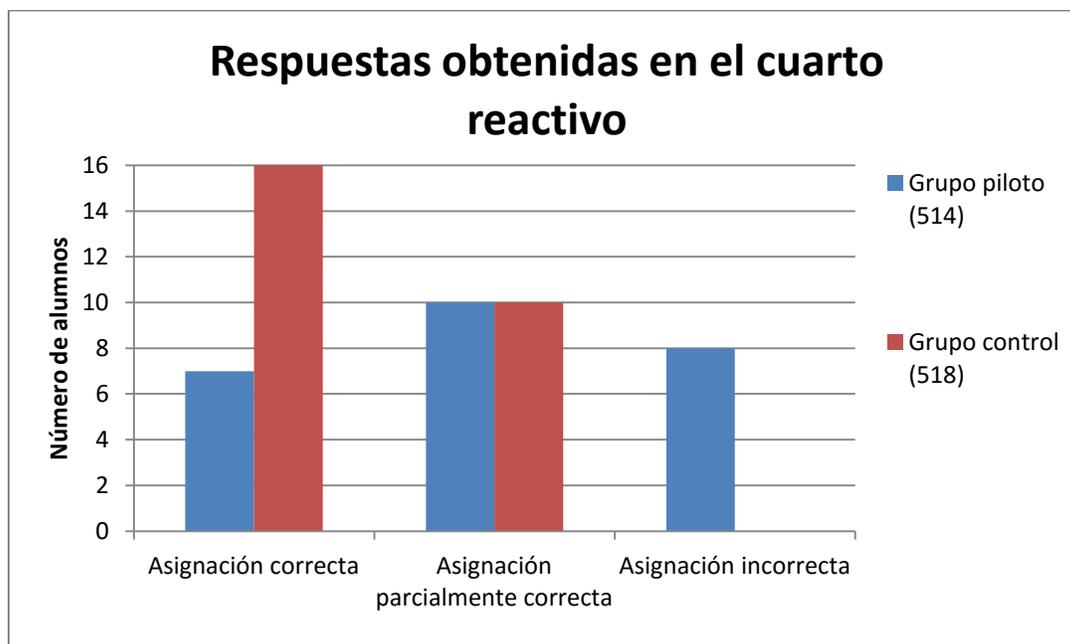
La misma tendencia se puede notar en los alumnos que contestaron parcialmente correcto este reactivo ya que en el grupo 514, el 12% del grupo respondieron de esta forma; en contraste, el 15.38% del grupo 518 cumplieron con esta condición. La diferencia entre ambos grupos es solamente del 33.33% donde el incremento se presenta en el grupo 518.

Por último, los alumnos que no pudieron cumplir con lo requerido en esta pregunta están indicados en las siguientes cifras: por parte del grupo piloto, el 12% del grupo respondieron de forma incorrecta este reactivo; en el grupo control, el 19.23% del grupo contestaron de forma incorrecta. La diferencia entre ambos grupos es del 66.66% donde el incremento se presenta para el grupo control.

Los resultados muestran que, aun cuando los alumnos que utilizaron el juego didáctico obtuvieron un mejor desempeño en comparación con sus compañeros del grupo control en la identificación de los reactivos que intervienen en las reacciones rédox y su función en el intercambio electrónico, no se puede inferir que el juego permita una mejor comprensión de las reacciones rédox en este aspecto, ya que la diferencia entre ambos grupos es mínima.

### 5.3.4. Análisis de los resultados del cuarto reactivo de la evaluación

En el cuarto reactivo de la evaluación se pretende conocer si los alumnos pueden aplicar el concepto de número de oxidación con ejercicios teóricos de ecuaciones químicas que representan reacciones rédox en donde debe asignar los números de oxidación a cada elemento que intervienen en la reacción. Los resultados obtenidos en la evaluación se muestran en la figura 5.5.



**Figura 5.5:** Gráfica de barras que representa los resultados del cuarto reactivo de la evaluación. De éste modo se puede observar que los alumnos del grupo 514 tienen un desempeño inferior respecto a los alumnos del grupo 518 en la asignación de números de oxidación, lo cual puede deberse a la ausencia de ejercicios teóricos en la secuencia didáctica del grupo piloto.

En este punto la diferencia entre los grupos es muy significativa y es más favorable al grupo control. En el grupo piloto, solamente 28% del grupo contestaron correctamente la totalidad del reactivo; por el contrario, el 61.54% del grupo control contestó correctamente la totalidad del reactivo. La diferencia entre ambos grupos es del 128.57% favorable al grupo control.

En cuanto a los alumnos que obtuvieron una respuesta parcialmente correcta se observa una tendencia de igualdad en general. En el grupo 514, el 40% del total del grupo cumplieron con esta condición. En el grupo 518, el 38.46% del total del grupo

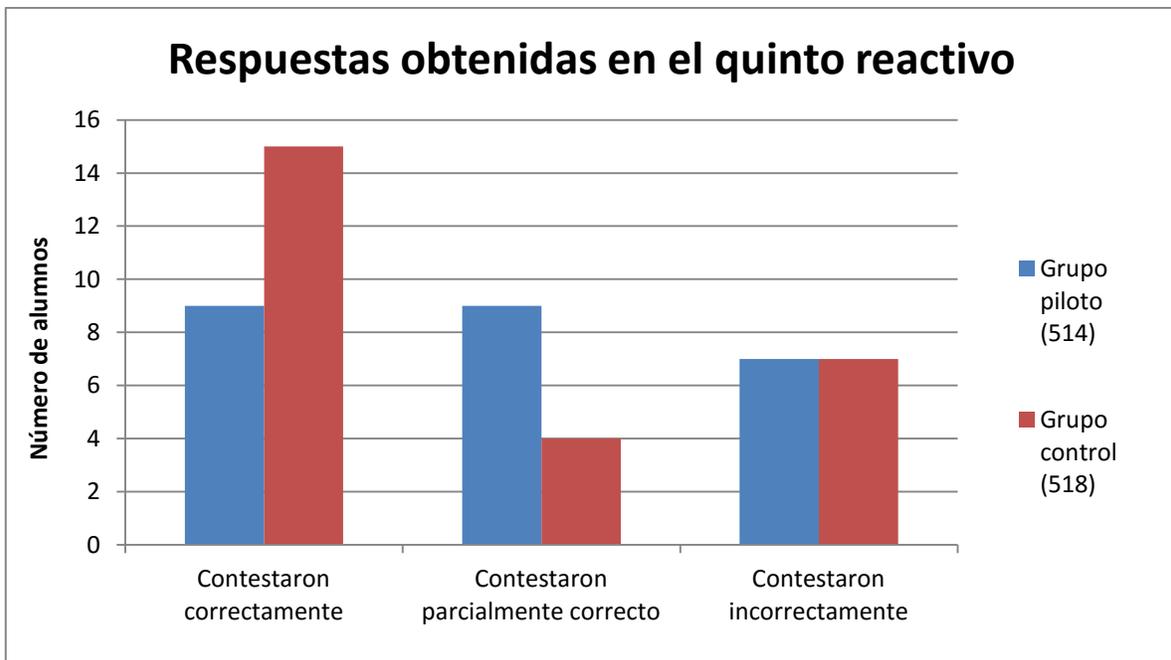
respondieron de forma parcialmente correcta. En este caso, ambos grupos obtuvieron el mismo número de alumnos que cumplen con esta condición.

La tendencia que se observa en los alumnos que responden este reactivo incorrectamente en su totalidad o no lo responden es significativamente favorable al grupo control. En el grupo piloto, 32% del total del grupo cumplen con esta condición. Por su parte, ningún alumno del grupo control cumplió con esta condición. La diferencia en este caso no se puede calcular matemáticamente en un porcentaje, sin embargo la evidencia es claramente favorable al grupo control.

Los datos muestran que los alumnos del grupo control tienen una ventaja sobre los alumnos del grupo piloto en la asignación de números de oxidación. Sin embargo, hay que mencionar que los alumnos del grupo control resolvieron ejercicios teóricos sobre la asignación de números de oxidación, mientras que en la secuencia didáctica del grupo piloto se omitieron dichos ejercicios teóricos, lo que evidentemente representa una desventaja para el grupo piloto. Desde este punto de vista, es claro que fue un error omitir los ejercicios teóricos en la secuencia didáctica del grupo piloto, ya que el juego didáctico por sí solo no permite el aprendizaje significativo de este concepto, por lo que se sugiere un cambio en la secuencia didáctica propuesta para la utilización del juego.

#### **5.3.5. Análisis de los resultados del quinto reactivo de la evaluación**

El quinto reactivo de la evaluación tiene el propósito de aplicar en conjunto los conceptos aprendidos para resolver el ejercicio requerido. Los resultados obtenidos en este punto, para ambos grupos, se presentan en la figura 5.6.



**Figura 5.6:** Gráfica de barras que representa los resultados del quinto reactivo de la evaluación. De éste modo se puede observar nuevamente una disminución en el desempeño del grupo 514 en contraste con el grupo 518.

En el primer punto de análisis se observa una tendencia favorable al grupo control, ya que un mayor número de alumnos del grupo 518 resolvieron correctamente el reactivo en su totalidad, en comparación con los alumnos del grupo 514. En el grupo piloto, el 36% del total del grupo cumplieron con esta condición. Por su parte, 57.69% del total del grupo 518 cumplieron con esta condición. La diferencia entre ambos grupos es del 66.66% con un incremento en el grupo control.

En el segundo punto de análisis nuevamente se observa una tendencia favorable hacia el grupo 518 en comparación al grupo 514. En el grupo 514, el 36% del total del grupo respondió de manera parcialmente correcta este reactivo. Por otro lado, solo 15.38% del total del grupo 518 respondieron de manera parcialmente correcta este reactivo. La diferencia entre ambos grupos es del 125% donde el incremento se presenta en el grupo 514.

En el tercer punto de análisis se observa una tendencia de igualdad para ambos grupos en el número de alumnos que contestaron incorrectamente el reactivo. En el grupo piloto, el 28% del total del grupo cumplió con esta condición. De la misma forma, el 26.92% del total del grupo control contestaron incorrectamente el reactivo. No hay una diferencia entre los grupos en este punto.

Nuevamente se observa una tendencia favorable en general hacia el grupo control, sin embargo la diferencia no es tan amplia como la observada en el cuarto reactivo. De nueva cuenta, la desventaja del grupo piloto sobre la aplicación del concepto de número de oxidación en ecuaciones químicas se hace evidente, ya que la forma más sencilla de identificar al agente oxidante y al agente reductor en una ecuación química es a través de la diferencia entre los estados de oxidación de una especie química en los reactivos y los productos. De igual manera que en el reactivo anterior, se sugiere un cambio en el contenido de la secuencia didáctica propuesta en el que se propongan ejercicios teóricos relacionados a la asignación de números de oxidación en especies químicas.

#### **5.3.6. Modificaciones al juego con base en las sugerencias de los alumnos en el sexto reactivo y los resultados obtenidos en la evaluación**

Tomando en cuenta las sugerencias aportadas por los alumnos del grupo piloto que probaron el juego didáctico y los resultados obtenidos a lo largo de toda la evaluación, el juego didáctico tuvo algunas modificaciones:

- Se modificó el diseño gráfico del reglamento, de modo que incluyera imágenes que ayudaran a los estudiantes a comprender de forma más fácil y rápida las reglas del juego.
- Se modificaron algunas reglas para mejorar la dinámica de juego y así fuera más sencillo el desarrollo del mismo, así la partida puede desarrollarse de manera más rápida en caso de existir una restricción en el tiempo de la actividad.

- Se redujo la cantidad de texto contenido en las tarjetas de juego, de modo que solo contuvieran el texto relacionado a su utilidad dentro del juego, reduciendo la confusión que pudiera causar el texto extra.

A partir de las sugerencias de los alumnos y las modificaciones realizadas sobre el juego, se presentan algunas propuestas sobre cómo optimizar la actividad lúdico-didáctica.

- Se sugiere una modificación en el desarrollo de la secuencia didáctica propuesta, ya que el tiempo para la actividad es muy reducido. Cabe aclarar que la secuencia didáctica utilizada se diseñó de la manera señalada en el anexo A debido a restricciones en el tiempo de actividad que se asignan en la práctica docente; sin embargo, se sugiere que la actividad lúdica se lleve a cabo en un tiempo consistente de al menos 30 minutos, y siempre se utilice el juego posteriormente a la clase del tema de reacciones redox, ya que el juego didáctico es un auxiliar para el aprendizaje.
- Se sugiere que el juego siempre se aplique posteriormente a la cátedra del tema de reacciones redox para que cumpla con su función como material didáctico auxiliar, aún si la actividad lúdica se lleva a cabo en la misma sesión en la que inició el tema.
- Se sugiere que se sigan aplicando ejercicios teóricos en clase sobre ecuaciones químicas que involucren reacciones redox, ya que los resultados demostraron que el juego no es capaz de sustituir el aprendizaje que los ejercicios teóricos aportan al alumno.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se diseñó, desarrolló y optimizó un juego didáctico con la finalidad de ayudar a mejorar el aprendizaje de los estudiantes del Nivel Medio Superior respecto al tema de las reacciones óxido-reducción. Además, el juego se probó dentro de una secuencia didáctica aplicada a un grupo piloto de Química III del Colegio de Ciencias y Humanidades para conocer la utilidad del juego dentro de la práctica docente a través de una evaluación. Los datos obtenidos de la evaluación se compararon con resultados obtenidos en un grupo control con características similares al grupo piloto. Con base en los objetivos planteados para el desarrollo de este trabajo, los resultados obtenidos y la discusión de los mismos se presentan las conclusiones siguientes.

- Se diseñó y desarrolló un juego didáctico como auxiliar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de reacciones redox. El juego creado tiene el formato Trading Card Game (TCG) en el que 2 estudiantes deben enfrentarse entre sí usando las tarjetas de juego para vencer a su oponente. El juego contiene reglas que se adecúan para tratar de que el juego sea similar a una reacción redox, y de este modo sea un auxiliar visual y práctico.
- La actividad lúdica se integró en una secuencia didáctica diseñada y planeada particularmente para comprender los conceptos y fenómenos que son parte de las reacciones redox.
- El juego didáctico se aplicó en un grupo piloto de la asignatura de Química III del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan a través de la secuencia didáctica correspondiente. De forma complementaria, se aplicó una secuencia didáctica que no incorporaba el juego didáctico en un grupo control con características similares para tener un punto de referencia y conocer el impacto del juego didáctico en el aprendizaje del grupo piloto.
- Posteriormente se aplicó una evaluación en ambos grupos para comparar los resultados y conocer la eficacia del juego didáctico. Los resultados obtenidos indicaron que:

- Los alumnos del grupo piloto tuvieron una mejor comprensión de los conceptos teóricos de las reacciones redox en comparación con los alumnos del grupo control. Los alumnos del grupo control construyen definiciones que integran una mayor cantidad de conceptos y especifican mejor la naturaleza de los cambios que se producen en las reacciones redox, lo cual indica que el juego didáctico tiene un efecto positivo en la construcción cognitiva de conceptos.
- Los alumnos de ambos grupos obtuvieron resultados similares en la identificación de los reactivos que participan en una reacción redox y su función, esto indica que el juego no tiene un impacto significativo en el aprendizaje de este aspecto de las reacciones óxido-reducción.
- No se puede establecer una utilidad del juego respecto a los números de oxidación, debido a que no se puede decir con exactitud si el bajo rendimiento de los alumnos del grupo 514 respecto a este concepto sea por causa del juego o por la omisión de ejercicios teóricos en la secuencia didáctica. Lo anterior indica que el juego didáctico no sustituye ninguna actividad dentro del proceso de enseñanza, solamente es un auxiliar. Además demuestra que los ejercicios y ejemplos teóricos previos a la aplicación del juego son importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje y para llevar a cabo la actividad lúdico-didáctica.
- El juego didáctico tiene un impacto positivo en el aprendizaje sobre el reconocimiento de los cambios que sufren los reactivos participantes en una reacción redox, aun cuando no es evidente en los resultados del grupo 514 debido a la deficiencia presentada en la asignación de los estados de oxidación. Cabe aclarar que a pesar de esta deficiencia, se nota un incremento en el número de alumnos que puede determinar en dónde se lleva a cabo el intercambio de electrones correspondiente en las ecuaciones químicas propuestas en la evaluación.

- Se optimizó el juego didáctico gracias a la retroalimentación obtenida en las evaluaciones, y a las opiniones y sugerencias de los alumnos que realizaron la actividad lúdico-didáctica, con el objetivo que sea lo más eficaz posible en la práctica docente en el aula de enseñanza real.
- El juego cumple parcialmente con su objetivo de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje para el tema que fue diseñado, sin embargo muestra que los juegos didácticos son una alternativa atractiva para el aprendizaje de los alumnos del Nivel Medio Superior.

## PROSPECTIVA

Como se ha observado en este trabajo, los juegos didácticos son una propuesta con gran potencial para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el nivel de Educación Medio Superior, especialmente las ciencias naturales. Las expectativas previstas para este juego didáctico en lo particular conducen a la mejora de la secuencia didáctica que permita su incorporación en el aula de enseñanza, y que el juego pueda ser utilizado como un recurso coadyuvante en la enseñanza-aprendizaje de las reacciones rédox. Por otro lado, buscar la mejora continua del juego didáctico en su diseño y dinámica de juego para que sea aprovechado por profesores y alumnos por igual. Aunado a esto, cabe aclarar que por razones ajenas, no se pudo repetir la experiencia didáctica para saber si las modificaciones sugeridas tienen un mejor efecto en el aprendizaje de los alumnos; sin embargo, creo firmemente que el juego didáctico propuesto bajo las nuevas especificaciones en la práctica docente, permitirá mejorar el desempeño de los alumnos en este tema de suma importancia en su preparación académica, además de generar en ellos aprendizajes significativos que se vean reflejados en sus evaluaciones. Otra expectativa, es la expansión del juego didáctico, en el sentido del diseño y creación de nuevas cartas que puedan servir a los propósitos por los cuales ha sido creada esta herramienta lúdico-didáctica. Adicionalmente, mejorar el diseño gráfico de las cartas agregando ilustraciones originales a través de ilustradores y dibujantes que quieran participar en la mejora de este proyecto. Finalmente, el objetivo primordial es que el juego didáctico pueda estar al alcance de profesores y alumnos que deseen utilizarlo en el aula.

## Referencias bibliográficas

1. Acuña, M.; Mauriello, A.; Ocanto, J.; González, H.; Matos, R. (2011). Potencial didáctico de los juegos ecológicos para la Educación Ambiental. *Revista de Investigación*, 73(35), 25-45.
2. Aguilar, M.; Fernández, M.; Durán, C. (2011). Experiencias curiosas para enseñar química en el aula. *Educació Química EduQ*, 8, 23-34.
3. Alcántara, A.; Zorrilla, J. (2010). Globalización y educación media superior en México. En busca de la pertinencia curricular. *Perfiles Educativos*, 32(127), 38-57.
4. Alonso, M.; et al. (s.f.). *La respiración celular como sistema rédox: su enseñanza con experiencias sencillas utilizando la levadura de panadería*. Trabajo modalidad cartel, IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
5. Ávila, R. (2009). *El juego y la diversión entre los mexicas según las fuentes documentales*. (Tesis de doctorado). UNAM, México.
6. Barrón, L. (2005). *El juego como recurso didáctico en la educación ambiental dentro de la Organización No Gubernamental: "Odisea"*. (Tesis de licenciatura). UNAM, México.
7. Bernal-Márquez, S.; Oliva-Martínez, J.; Franco-Mariscal, A. (2012). Una revisión bibliográfica sobre el papel de los juegos didácticos en el estudio de los elementos químicos. Primera parte: los juegos al servicio del conocimiento de la tabla periódica. *Educación Química*, 23(3), 338-345.
8. Bernal-Márquez, S.; Oliva-Martínez, J.; Franco-Mariscal, A. (2012). Una revisión bibliográfica sobre el papel de los juegos didácticos en el estudio de los elementos químicos. Segunda parte: los juegos al servicio de la comprensión y el uso de la tabla periódica. *Educación Química*, 23(4), 474-481
9. Córdova, J. (1994). Algunas ideas acerca del juego. *Educación Química*, 5(2); 68, 73, 88, 116, 121

10. Corominas, J. (2011). Fiesta química: licores que no lo son, bebidas que no hay que beber y alguna cosa de comer. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, 454-459
11. García, D. (2010). Un sifón a partir de una reacción química. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 142-150
12. Garritz, A.; Rincón, C. (1996). Capricho valenciano (I) ¿Tiene alguna interpretación física el método de balanceo por números de oxidación? *Educación Química*, 7(4), 190-195
13. Garritz, A.; Rincón, C. (1997). Capricho valenciano (II) Fundamento matemático del método de balanceo por números de oxidación. *Educación Química*, 8(2), 76-86
14. Garritz, A.; Rincón, C. (1997). Capricho valenciano (III) Valencia y números de oxidación. Corolario para docentes. *Educación Química*, 8(3), 130-140
15. Heredia, S. (2011). Experiencias sobre corrosión en metales de uso cotidiano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, 466-475
16. Lazo, L.; Leontina, V.; Vera, R. (2013). La enseñanza de los conceptos de oxidación y de reducción contextualizados en el estudio de la corrosión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 110-119
17. López, J.; Boronat, R. (2012). Una reacción química de cine. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 274-277
18. Martín-Díaz, M. (2013). Hablar ciencia: si no lo puedo explicar, no lo entiendo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 291-306
19. Martínez, P. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestión*, 20, 165-193.
20. Martínez, P.; Echeverría, B. (2009). Formación basada en competencias. *Revista de Investigación Educativa*, 27(1), 125-147.
21. Martínez, R. (2011). Los juegos de mesa y su empleo para detonar aprendizajes significativos en el aula (El otro fuego de Prometeo). *Didac*, 59, 50-58
22. Martínez-Díaz, Y. (2008). *Propuesta gráfica aplicada en un Juego de Tarjetas Coleccionables (Trading Card Game TCG) dirigida a niños para promover el gusto*

- por el arte a través de las corrientes artísticas: El Renacimiento.* (Tesis de licenciatura). UNAM, México.
23. Meneses, M.; Monge, Ma. De los A. (2001). El juego en los niños: enfoque teórico. *Educación*, 25(2), 113-124
24. Pla, C.; Capó, J. (2012). El juego como recurso didáctico. *Correo del Maestro*, 190, 5-15
25. Raviolo, A.; Garritz, A.; Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 240-254.
26. Roura, O. (2006). *El juego de pelota en Mesoamérica ¿Actividad lúdica o religiosa?* (Tesis de licenciatura). UNAM, México.
27. Sampieri, R.; Fernández-Collado, C.; Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4ta. Ed.). McGraw-Hill Interamericana. Distrito Federal, México.
28. Sanmartín, B.; Solaz-Portolés, J.; Sanjosé, V. (2014). Una aproximación a las concepciones de estudiantes preuniversitarios y universitarios sobre pilas galvánicas. *Educación Química*, 25(2), 139-147.
29. Santiago, A.; Reyes, L. (2007). *El juego como recurso didáctico de la capacitación.* (Tesis de licenciatura). UNAM, México.
30. Serrano, J.; Pons, R. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 1-27.
31. Sosa, P. (2014). Representación algebraica del método de Kauffman para asignar números de oxidación. *Educación Química*, 25(E1), 223-228.
32. Székely, M. (2009). Avances y transformaciones en la educación media superior. *Este País*, 223, 30-33.
33. Trinidad-Velasco, R.; Garrtiz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 72-85.

## Referencias electrónicas

1. Autor desconocido. *Jean Piaget*. Imagen extraída de URL: <http://www.biography.com/people/jean-piaget-9439915>. Última actualización: 5 de octubre de 2015.
2. Autor desconocido. *Juego de pelota Chichen-Itzá*. Imagen extraída de URL: [http://www.almendron.com/arte/arquitectura/mayas/may\\_08/may\\_084/pelota\\_01.htm](http://www.almendron.com/arte/arquitectura/mayas/may_08/may_084/pelota_01.htm). Última actualización: 2 de octubre de 2015.
3. Getty imágenes. *Lucha grecorromana en los Juegos Olímpicos*. Ilustración extraída de URL: <http://mexico.cnn.com/deportes/2013/02/12/la-lucha-el-segundo-deporte-mas-antiguo-de-los-olimpicos-queda-relegado>. Última actualización: 2 de octubre de 2015.
4. Historia y evolución del juego. (2009). *Revista Vinculando*. Recuperado de: [http://vinculando.org/articulos/historia\\_y\\_evolucion\\_del\\_juego.html](http://vinculando.org/articulos/historia_y_evolucion_del_juego.html). el 24 de Julio de 2014
5. Minerva, C. (2002). *El juego como estrategia de aprendizaje en el aula*. Documento online en formato PDF extraído de: [http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17543/2/carmen\\_torres.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17543/2/carmen_torres.pdf). Consultado el 31 de Julio de 2014
6. Wikipedia. Juego de cartas coleccionables. Recuperado de: [http://es.wikipedia.org/wiki/Juego\\_de\\_cartas\\_coleccionables](http://es.wikipedia.org/wiki/Juego_de_cartas_coleccionables) el 24 de Julio de 2014.

## Anexo A. Estructura de las secuencias didácticas

### Secuencia didáctica del grupo 514

A continuación se presenta la secuencia diseñada para el grupo de estudio 514, es decir el grupo experimental en el que se probó el juego lúdico-didáctico diseñado en este trabajo de investigación.

<b>TEMA:</b> Reacciones rédox: conceptos básicos		CLASE: 1
<b>OBJETIVO DEL TEMA:</b> Introducir a los alumnos en el tema de las reacciones rédox.		
<b>OBJETIVO DEL SUBTEMA:</b> Conocer y comprender los conceptos: oxidación, reducción, agente oxidante, agente reductor, número de oxidación. Comprender los procesos representados en una ecuación química. Asignar correctamente números de oxidación.		
<b>APRENDIZAJES A LOGRAR:</b> -Explica que es oxidación, reducción, agente oxidante y agente reductor. -Representa por medio de ecuaciones la reacción de reducción de un metal. -Identifica una reacción rédox por medio de los números de oxidación. -Balancea ecuaciones para cumplir con la ley de conservación de la materia (Introducción al tema para una sesión posterior).	<b>CONOCIMIENTOS PREVIOS:</b> -Conocer y aplicar las reglas básicas de nomenclatura para compuestos inorgánicos. -Representación básica de fórmulas químicas de compuestos inorgánicos. -Conocer las partículas que componen los átomos. -Conocer la ley de conservación de la materia.	
ACTIVIDADES		

FASE DE APERTURA

<p>SOCIALIZACIÓN DE OBJETIVOS min. / 5 min.</p> <p>Presente los objetivos, los aprendizajes a lograr y el orden del día a los alumnos.</p> <p>Orden del día:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Evaluación y repaso de los conocimientos previos por medio de un interrogatorio abierto.</li> <li>2.- Identificar el tema de las reacciones rédox a través del estudio de la obtención de plomo a partir de galena.</li> <li>3.- Introducir a los alumnos en los conceptos básicos de las reacciones rédox: oxidación, reducción, agente oxidante y agente reductor.</li> <li>4.- Enseñar y guiar al alumno en la correcta asignación de números de oxidación.</li> <li>5.- Actividad por parejas: aplicación de un juego didáctico para reforzar los conceptos aprendidos en clase.</li> <li>6.- Actividad individual final: evaluación de los conocimientos adquiridos y del juego didáctico.</li> <li>7.- Impresiones acerca del tema (dudas, observaciones e ideas de los alumnos acerca de las reacciones rédox y del juego didáctico).</li> </ol>	<p>TIEMPO: 5</p> <p><u>TÉCNICA:</u></p> <p><u>MATERIAL:</u></p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p>
<p>1.- Evaluación de los conocimientos previos.</p> <p>TIEMPO: 5 min. / 5 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Evaluar y repasar los conocimientos previos reales de los alumnos para adecuar la intervención pedagógica al nivel de aprendizaje de los estudiantes; además de contextualizarlos en el tema que se va a abordar en la clase.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Preguntas orales / lluvia de ideas de los alumnos.</p> <p><u>MATERIAL:</u></p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p>
<p>2.- Identificar el tema de las reacciones rédox a través del estudio de la obtención de plomo a partir de galena.</p> <p>TIEMPO 10 min. / 15 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Contextualizar al alumno en el tema de las</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Presentación oral</p> <p><u>MATERIAL:</u> Computadora (presentación de Power Point) / Pizarrón</p>

reacciones rédox a partir del caso de la obtención de plomo por medio de la oxidación de la galena (PbS) y la posterior reducción del óxido de plomo (II) (PbO). Este caso servirá de partida para detonar las preguntas de los alumnos sobre este proceso que los lleven al tema de reacciones rédox.	<u>RECOMENDACIONES:</u> Acompañar la presentación con preguntas que detonen el razonamiento, por parte de los alumnos, sobre el tema.
--	--

FASE DE DESARROLLO

<p>3.- Introducir a los alumnos en los conceptos básicos de las reacciones rédox: oxidación, reducción, agente oxidante y agente reductor.</p> <p>TIEMPO 30 min. / 45 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Explicar a los alumnos los cambios químicos a nivel nanoscópico que suceden en las reacciones rédox; asimismo enseñarles a representarlo por medio de ecuaciones químicas y a interpretar éstas.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Presentación oral</p> <p><u>MATERIAL:</u> Computadora (presentación de Power Point)/ Pizarrón</p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u> Acompañar la presentación con analogías y representaciones simbólicas.</p>
<p>4.- Enseñar y guiar al alumno en la correcta asignación de números de oxidación.</p> <p>TIEMPO 20 min. / 65 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Aprender a asignar números de oxidación en cada uno de los elementos que intervienen en una reacción rédox con ayuda de las reglas algebraicas del método Kauffman. Esta actividad será introductoria para el balanceo de ecuaciones por el método de estados de oxidación.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Presentación oral / Ejercicios en papel</p> <p><u>MATERIAL:</u> Papel / Bolígrafo / Pizarrón</p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u> La práctica de las reglas en ejercicios, ayudarán al alumno para cumplir con el propósito establecido.</p>
<p>5.- Actividad en parejas: Aplicación de un juego didáctico para reforzar los conceptos aprendidos en clase.</p> <p>TIEMPO 35 min. / 100 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Que los alumnos reafirmen su aprendizaje por medio de un juego de cartas diseñado especialmente para el tema de reacciones rédox</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Actividad lúdico-didáctica.</p> <p><u>MATERIAL:</u> Tarjetas / tablero / clips.</p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u> Monitoreo continuo del profesor hacia los alumnos en el desarrollo de la actividad.</p>

FASE DE CIERRE

<p>6.- Actividad individual final: evaluación de los conocimientos adquiridos y del juego didáctico.</p> <p>TIEMPO 15 min. / 115 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Se evaluarán los conocimientos adquiridos por el alumno a través de un cuestionario de preguntas abiertas. Adicionalmente, el alumno evaluará el juego didáctico implementado por el profesor para recolectar opiniones que ayuden a la mejora del juego.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Cuestionario escrito.</p> <p><u>MATERIAL:</u> Papel / Bolígrafo.</p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p>
<p>7.- Impresiones acerca del tema (dudas, observaciones e ideas de los alumnos acerca de las reacciones rédox).</p> <p>TIEMPO 5 min. / 120 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Tiempo para que los alumnos expresen dudas o preguntas que puedan ser investigadas para la actividad extraclase.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Preguntas / lluvia de ideas.</p> <p><u>MATERIAL:</u></p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u> Que el profesor utilice las preguntas que los mismos alumnos formulan para desarrollar la capacidad de investigación de éstos.</p>

### Secuencia didáctica del grupo 518

A continuación se presenta la secuencia diseñada para el grupo de estudio 518, es decir el grupo control que no probó el juego y llevó a cabo una secuencia didáctica de estilo tradicional.

#### FASE DE APERTURA

<b>TEMA:</b> Reacciones rédox: conceptos básicos		<b>CLASE:</b> 1
<b>OBJETIVO DEL TEMA:</b> Introducir a los alumnos en el tema de las reacciones rédox.		
<b>OBJETIVO DEL SUBTEMA:</b> Conocer y comprender los conceptos: oxidación, reducción, agente oxidante, agente reductor, número de oxidación.  Comprender los procesos representados en una ecuación química.  Asignar correctamente números de oxidación.		
<b>APRENDIZAJES A LOGRAR:</b>  -Explica que es oxidación, reducción, agente oxidante y agente reductor.  -Representa por medio de ecuaciones la reacción de reducción de un metal.  -Identifica una reacción rédox por medio de los números de oxidación.  -Balancea ecuaciones para cumplir con la ley de conservación de la materia (Introducción al tema para una sesión posterior).	<b>CONOCIMIENTOS PREVIOS:</b>  -Conocer y aplicar las reglas básicas de nomenclatura para compuestos inorgánicos.  -Representación básica de fórmulas químicas de compuestos inorgánicos.  -Conocer las partículas que componen los átomos.  -Conocer la ley de conservación de la materia.	
<b>ACTIVIDADES</b>		

<p><b>SOCIALIZACIÓN DE OBJETIVOS</b></p> <p>TIEMPO: 5 min. / 5 min.</p> <p>Presente los objetivos, los aprendizajes a lograr y el orden del día a los alumnos.</p> <p>Orden del día:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Evaluación y repaso de los conocimientos previos por medio de un interrogatorio abierto.</li> <li>2.- Identificar el tema de las reacciones rédox a través del estudio de la obtención de plomo a partir de galena.</li> <li>3.- Introducir a los alumnos en los conceptos básicos de las reacciones rédox: oxidación, reducción, agente oxidante y agente reductor.</li> <li>4.- Enseñar y guiar al alumno en la correcta asignación de números de oxidación.</li> <li>5.- Actividad por parejas: Aplicación de un juego didáctico para reforzar los conceptos aprendidos en clase.</li> <li>6.- Actividad individual final: evaluación de los conocimientos adquiridos y del juego didáctico.</li> <li>7.- Impresiones acerca del tema (dudas, observaciones e ideas de los alumnos acerca de las reacciones rédox y del juego didáctico).</li> </ol>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <p><u>MATERIAL:</u></p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p>
<p>1.- Evaluación de los conocimientos previos.</p> <p>TIEMPO: 5 min. / 5 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Evaluar y repasar los conocimientos previos reales de los alumnos para adecuar la intervención pedagógica al nivel de aprendizaje de los estudiantes; además de contextualizarlos en el tema que se va a abordar en la clase.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Preguntas orales / lluvia de ideas de los alumnos.</p> <p><u>MATERIAL:</u></p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p>
<p>2.- Identificar el tema de las reacciones rédox a través del estudio de la obtención de plomo a partir de galena.</p> <p>TIEMPO 10 min. / 15 min.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Presentación oral</p> <p><u>MATERIAL:</u> Computadora (presentación de Power</p>

<p><b>Propósito de la actividad:</b> Contextualizar al alumno en el tema de las reacciones rédox a partir del caso de la obtención de plomo por medio de la oxidación de la galena (PbS) y la posterior reducción del óxido de plomo (II) (PbO). Este caso servirá de partida para detonar las preguntas de los alumnos sobre este proceso que los lleven al tema de reacciones rédox.</p>	<p>Point) / Pizarrón</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Acompañar la presentación con preguntas que detonen el razonamiento, por parte de los alumnos, sobre el tema.</p>
--	---

FASE DE DESARROLLO

<p>3.- Introducir a los alumnos en los conceptos básicos de las reacciones rédox: oxidación, reducción, agente oxidante y agente reductor.</p> <p>TIEMPO 30 min. / 45 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Explicar a los alumnos los cambios químicos a nivel nanoscópico que suceden en las reacciones rédox; asimismo enseñarles a representarlo por medio de ecuaciones químicas y a interpretar éstas.</p>	<p><b>TÉCNICA:</b> Presentación oral</p> <p><b>MATERIAL:</b> Computadora (presentación de Power Point)/ Pizarrón</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Acompañar la presentación con analogías y representaciones simbólicas.</p>
<p>4.- Enseñar y guiar al alumno en la correcta asignación de números de oxidación.</p> <p>TIEMPO 20 min. / 65 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Aprender a asignar números de oxidación en cada uno de los elementos que intervienen en una reacción rédox con ayuda de las reglas algebraicas del método Kauffman. Esta actividad será introductoria para el balanceo de ecuaciones por el método de estados de oxidación.</p>	<p><b>TÉCNICA:</b> Presentación oral / Ejercicios en papel</p> <p><b>MATERIAL:</b> Papel / Bolígrafo / Pizarrón</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> La práctica de las reglas en ejercicios, ayudarán al alumno para cumplir con el propósito establecido.</p>
<p>5.- Actividad en parejas: Ejercicios propuestos para reforzar los conceptos vistos en clase.</p> <p>TIEMPO 35 min. / 100 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Que los alumnos reafirmen su aprendizaje por medio de una serie de ejercicios propuestos por el profesor. Estos pueden aplicarse de forma individual o por equipo.</p>	<p><b>TÉCNICA:</b></p> <p><b>MATERIAL:</b> Pizarrón / cuaderno / lápiz.</p> <p><b>RECOMENDACIONES:</b> Monitoreo continuo del profesor hacia los alumnos en el desarrollo de la actividad.</p>

FASE DE CIERRE

<p>6.- Actividad individual final: evaluación de los conocimientos adquiridos y del juego didáctico.</p> <p>TIEMPO 15 min. / 115 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Se evaluarán los conocimientos adquiridos por el alumno a través de un cuestionario de preguntas abiertas.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Cuestionario escrito.</p> <p><u>MATERIAL:</u> Papel / Bolígrafo.</p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p>
<p>7.- Impresiones acerca del tema (dudas, observaciones e ideas de los alumnos acerca de las reacciones rédox).</p> <p>TIEMPO 5 min. / 120 min.</p> <p><b>Propósito de la actividad:</b> Tiempo para que los alumnos expresen dudas o preguntas que puedan ser investigadas para la actividad extraclase.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> Preguntas / Lluvia de ideas.</p> <p><u>MATERIAL:</u></p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u> Que el profesor utilice las preguntas que los mismos alumnos formulan para desarrollar la capacidad de investigación de éstos.</p>

## Anexo B. Instrumento de evaluación para obtención de resultados

La actividad de evaluación consistió en 5 ítems de los cuales 3 eran preguntas abiertas y 2 consistieron en ejercicios para aplicar los conceptos aprendidos en la secuencia didáctica. El sexto ítem solo se aplicó para el grupo 514 y era una actividad de retroalimentación de los alumnos para mejorar el juego. La actividad de evaluación me muestra íntegra.

### Actividad de evaluación: Reacciones Rédox

Lee atentamente las indicaciones: responde las siguientes preguntas con letra de molde y legible. Antes de responder las preguntas, anota tu nombre completo y tu edad en la parte superior derecha de la hoja. Cuando termines de resolver el cuestionario, entrégalo al profesor. Si requieres más espacio para contestar alguna pregunta, utiliza la parte trasera de la hoja ¡Suerte!

1. ¿Qué es la oxidación?
2. ¿Qué es la reducción?
3. En una reacción rédox ¿Qué le pasa al agente oxidante y al agente reductor?
4. Asigna los correspondientes números de oxidación de cada elemento en los siguientes compuestos o reacciones.  
$$2\text{Cu} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{CuNO}_3 + \text{H}_2$$
$$2\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Al} + 3\text{O}_2$$
5. De las 2 reacciones que aparecen en el punto 4, indique qué elementos se están oxidando y cuáles se están reduciendo.
6. Escriba en pocas palabras cómo se sintió durante la actividad del juego que se llevó a cabo en la clase, además dé su opinión y sugerencias que puedan llevar a mejorar el juego.

## Anexo C. Reglamento del juego didáctico

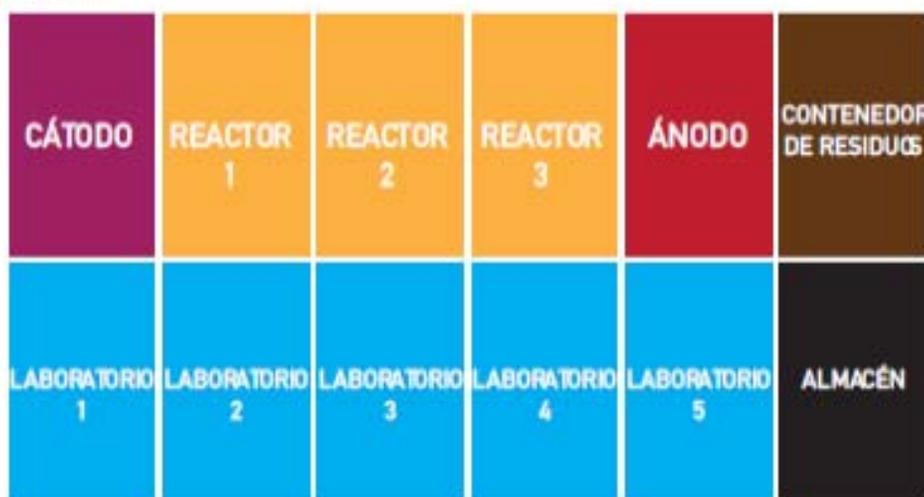


### REGLAMENTO DEL JUEGO



### EL TABLERO

- El tablero es el espacio donde se desarrollarán las acciones del juego y te ayudará a organizar tus cartas durante la dinámica.
- Consta de 6 partes principales: 1 almacén, 1 contenedor de desechos, 1 ánodo, 1 cátodo, 5 laboratorios y 3 reactores.



- El "Almacén" será la parte del tablero en la cual se colocará el mazo de cartas que utilizarás durante la dinámica, excepto las cartas "Reductor" (ver más adelante "cartas Reductor").
- El "Contenedor de residuos" será la parte del tablero en la que pondrás las cartas que ya hayan sido utilizadas (excepto las cartas "Reductor").
- El "Cátodo" será la parte del tablero en la que colocarás los "Electrones" que ganarás cuando oxides uno de los "Reductores" de tu oponente.
- El "Ánodo" será la parte del tablero en la que colocarás los "Electrones" que tendrás inicialmente. La cantidad de electrones en tu "Ánodo" disminuirá a medida que tus "Reductores" sean oxidados.
- La zona de "Laboratorios" consta de 5 casillas. En los "Laboratorios" se colocarán y/o se activarán (según sea el caso) las cartas "Ciencia" y "Alquimia" que utilices en el juego, así como las cartas "Oxidante".
- La zona de "Reactores" consta de 3 casillas. En los "Reactores" se pondrán las cartas "Reductor" al inicio del juego de acuerdo al tipo de elemento o molécula que se tenga (ver más adelante "cartas reductor").



## EL MAZO DE CARTAS

- El mazo de cartas está compuesto por un mínimo de 30 cartas (sin contar cartas "Reductor") entre cartas "Ciencia", "Alquimia" y "Oxidante".



- Se deben tener exactamente 3 grupos "Reductor" con especies químicas similares.



- Dentro del mazo de cartas, no se pueden tener más de 3 cartas con el mismo nombre.
- Si en algún momento del juego, algún jugador se queda sin cartas en el "Almacén", pierde el juego.



## OBJETIVOS DEL JUEGO

- El objetivo primordial del juego es oxidar los "Reductores" del oponente utilizando las cartas "Oxidante". Si logras oxidar los 3 "Reductores" del oponente hasta su máximo estado de oxidación, ganas el juego.
- Cada vez que oxides un "Reductor" de tu oponente ganarás electrones que colocarás en el "cátodo" de tu tablero. Cuando tengas 10 electrones en la zona de cátodo, ganas el juego.
- Por otro lado, cuando tu oponente oxide uno de tus reductores, perderás electrones de la zona de ánodo de tu tablero. En el momento que no tengas electrones en la zona del ánodo, perderás el juego.



## LAS DIFERENTES CARTAS



### • Cartas "Reductor".

**HIERRO** <sup>R</sup>

**Fe<sup>0</sup>**

$Fe^0 \rightleftharpoons Fe^{2+} + 2e^-$

Su símbolo proviene del latín ferrum. Es uno de los metales más utilizados alrededor del mundo.

- Las cartas "Reductor" siempre permanecen en las zonas "Reactor" de tu tablero.
- Las partes de las cartas "Reductor" se muestran a la izquierda.
- Al inicio del juego, estas cartas se colocarán en los "Reactores" en grupos que correspondan a la misma especie química pero en orden ascendente de estado de oxidación. Las especies con menor estado de oxidación van en la parte superior y las de mayor estado de oxidación en la parte inferior.
- Conforme se oxiden los "Reductores" a lo largo del juego, se colocarán al fondo del grupo de cartas de la especie química correspondiente de modo que en la parte superior quede visible el estado de oxidación actual.
- Los "Reductores" no se pueden oxidar hasta su máximo estado de oxidación en un mismo turno, es decir, antes tienen que pasar por los estados intermedios de oxidación (a menos que el efecto de una carta "Ciencia" o "Alquimia" lo permita). Si un "Reductor" no tiene estados de oxidación intermedios, entonces si se puede oxidar hasta su estado de oxidación máximo en el mismo turno.
- Se puede oxidar más de un "Reductor" por turno.
- Para oxidar un "Reductor" es necesaria la acción de una carta "Oxidante".



### • Las cartas "Oxidante".

- Las cartas "Oxidante" se activarán desde tu mano en las zonas "Laboratorio" de tu tablero. Solo se pueden activar durante tu turno.
- Las cartas "Oxidante" te ayudarán a lo largo del juego para que puedas oxidar los reductores de tu oponente.
- Las partes de las cartas "Oxidante" se muestran a la derecha.
- Puedes activar más de una carta oxidante durante un mismo turno.
- Está prohibido activar cartas "Oxidante" durante el primer turno del juego, ya que el jugador que inicie el juego tendría ventaja sobre su oponente.
- Para que una carta "Oxidante" pueda oxidar una carta "Reductor" es indispensable que intercambie el mismo número de electrones indicada en el equilibrio redox del "Reductor".

**OXÍGENO** <sup>O</sup>

**O**

$1/2O_2 + 2e^- \rightleftharpoons O^{2-}$

Su nombre proviene de las raíces griegas *oxy* y *genes* que significan juntas creador de ácidos porque se pensaba que era el componente principal de los ácidos.

- Si el número de electrones que intercambia el "Oxidante" es menor al indicado por el "Reductor", se pueden sumar los electrones de otro(s) "Oxidante(s)" hasta reunir los necesarios. Por ejemplo: si un "Reductor" requiere un intercambio de 2 electrones para oxidarse, se pueden activar 2 cartas "Oxidante" que intercambien 1 electrón cada una.
- Si el número de electrones que intercambia el "Oxidante" es mayor al indicado por el "Reductor", se pueden oxidar 2 o más "Reductores", siempre y cuando la suma de los electrones indicados por los "Reductores" coincidan con el número de electrones intercambiados por el "Oxidante". Por ejemplo: si se activa un "Oxidante" que intercambie 4 electrones, se pueden oxidar 2 "Reductores" que intercambien 2 electrones cada uno.
- Una vez que se active una carta "Oxidante" y se realice el intercambio de electrones correspondiente, dicha carta "Oxidante" se envía al "Contenedor de residuos".



#### • Las cartas "Ciencia".

### BIG BANG

La explosión del Big Bang fue la originadora del universo, sin embargo los vestigios de esta explosión aún persisten hasta nuestros días. Los residuos de la onda expansiva del Big Bang provoca la destrucción de todas las cartas que se encuentran en los laboratorios de ambos jugadores.

- Las cartas "Ciencia" contienen información sobre fenómenos o procesos científicos que pasan en la vida real y que te ayudarán a ganar el juego, ya que te dan alguna ventaja sobre el rival.
- Las partes de las cartas "Ciencia" se encuentran a la izquierda de este recuadro.
- Las cartas "Ciencia" solo pueden ser activadas durante tu turno (a menos que en la descripción se especifique otra cosa).
- Se pueden activar cuantas cartas "Ciencia" quieras durante tu turno.
- Las cartas "Ciencia" se activan en los "Laboratorios" de tu tablero.
- Las cartas "Ciencia" se pueden activar directamente de tu mano.
- Una vez que se activa una carta "Ciencia" y se lleva a cabo su efecto, dicha carta se manda al "Contenedor de residuos".

#### • Las cartas "Alquimia".

- Las cartas "Alquimia" hacen referencia a hechos o creencias falsas, que se tenían en la antigüedad, sobre la ciencia. Las cartas "Alquimia" te permitirán contrarrestar efectos de cartas "Ciencia" o "Alquimia", o para obtener alguna ventaja en el juego.
- Las partes de las cartas "Alquimia" se muestran a la derecha.
- Las cartas "Alquimia" primero deben ser colocadas boca abajo en un "Laboratorio" para ser activadas posteriormente. No pueden ser activadas directamente de la mano (a menos que en la descripción se especifique otra cosa).
- Las cartas "Alquimia" se activan en el turno de cualquier jugador, excepto en el turno en que fueron colocadas boca abajo.

### PIEDRA FILOSOFAL

Según los antiguos alquimistas, la piedra filosofal permitía la transmutación de cualquier metal en oro, el cual es resistente a la oxidación, por lo que en este turno negaré la oxidación de cualquier reductor metálico presente en tus reactores.



- Las cartas "Alquimia" se activan volteándose boca arriba en el "Laboratorio" como respuesta a alguna acción de cualquier jugador (ya sea la activación de una carta "Ciencia" o "Alquimia", o a la oxidación de alguna de las cartas "Reductor").
- Una vez que se activa una carta "Alquimia" y se lleva a cabo su efecto, dicha carta se manda al "Contenedor de residuos".

- Los electrones.
  - Los electrones no son cartas, sin embargo son parte importante dentro del juego.
  - Los electrones se pueden representar dentro del juego por medio de fichas, monedas, bolitas de papel, piedritas o cualquier otro objeto pequeño.
  - Los electrones se intercambiarán entre jugadores cuando suceda alguna oxidación en el juego.
  - Al inicio del juego, se colocan 10 electrones en la zona "Ánodo" en los tableros de ambos jugadores.
  - Cada vez que un jugador oxide un "Reductor" del oponente, tomará la cantidad de electrones que indica la carta del "Reductor" que se oxidó de la zona "Ánodo" del tablero del contrincante, y los transferirá hacia la zona "Cátodo" de su propio tablero.
  - La transferencia o intercambio de electrones siempre se lleva a cabo de acuerdo al número que indica el "Reductor" que se oxida, sin importar alguna otra condición impuesta por alguna carta "Ciencia" o "Alquimia".

## ? ¿CÓMO SE DESARROLLA EL JUEGO?

El juego se desarrolla entre 2 jugadores que se enfrentan por turnos alternados entre ellos. El juego se inicia de la siguiente forma:

- Para saber quien iniciará el juego, se lanzará un "volado" con una moneda. El ganador del "volado" decide quien inicia el juego.
- Se prepara el tablero como ya se ha especificado con anterioridad:
  - Las cartas "Reductor" se colocan en los correspondientes "Reactores" en 3 grupos de oxidación, siempre y cuando correspondan a la misma especie química.
  - El resto del mazo de cartas se coloca boca abajo en la zona de "Almacén" del tablero.
  - Se colocan 10 electrones en la zona "Ánodo" del tablero de cada jugador.
- Se inicia el juego y ambos jugadores toman 5 cartas del mazo de cartas que se encuentra en el "Almacén". El máximo de cartas en la mano de cada jugador al final de su turno es de 6 cartas.
- En cada turno, los jugadores podrán realizar las acciones para oxidar los "Reductores" del oponente. Para ello, cada turno se compondrá de las siguientes etapas:
  - Etapa "Lista de material": En esta etapa, el jugador toma una carta del mazo de cartas que se encuentra en el "Almacén".

- Etapa "Planteamiento del problema": En esta etapa el jugador pensará su estrategia para este turno.
  - Etapa "Hipótesis": En esta etapa el jugador podrá activar cartas "Ciencia" o "Alquimia" (según aplique el caso) y llevar a cabo sus efectos. También se pueden colocar cartas "Alquimia" que se desee activar en turnos futuros.
  - Etapa "Experimentación": En esta etapa se podrán utilizar las cartas "Oxidante" para tratar de oxidar a los "Reductores" del oponente, y realizar el intercambio de electrones correspondiente cuando se lleva a cabo la oxidación exitosamente. También en esta etapa se pueden activar cartas "Alquimia" que hayan sido colocadas en el tablero en turnos previos.
  - Etapa "Análisis de resultados": En esta etapa se pueden realizar las mismas acciones que en la etapa de hipótesis, siempre y cuando apliquen los efectos de las cartas que actives.
  - Etapa "Conclusión": Esta es la etapa final del turno y se pasa el mando del juego al siguiente jugador para reiniciar el proceso.
- El juego se interrumpe hasta que haya un ganador (ver "Objetivos del juego") o hasta que algún jugador se quede sin cartas en el "Almacén".

# Anexo D. Tablero del juego y barajas creadas para el juego didáctico

## BARAJA DE ACERO

<p><b>HIERRO</b></p> <p><math>Fe^0</math></p> <p><math>Fe^0 \rightleftharpoons Fe^{2+} + 2e^-</math></p> <p>Su símbolo proviene del latín <i>Ferrum</i>. Es uno de los metales más utilizados alrededor del mundo.</p>	<p><b>HIERRO</b></p> <p><math>Fe^0</math></p> <p><math>Fe^0 \rightleftharpoons Fe^{2+} + 2e^-</math></p> <p>Su símbolo proviene del latín <i>Ferrum</i>. Es uno de los metales más utilizados alrededor del mundo.</p>	<p><b>HIERRO</b></p> <p><math>Fe^0</math></p> <p><math>Fe^0 \rightleftharpoons Fe^{2+} + 2e^-</math></p> <p>Su símbolo proviene del latín <i>Ferrum</i>. Es uno de los metales más utilizados alrededor del mundo.</p>	<p><b>ACERACIÓN</b></p> <p>Activa esta carta y déjala en el laboratorio durante 3 turnos de tu oponente. Durante el tiempo que esta carta esté boca arriba en el laboratorio tu oponente no podrá oxidar ningún reductor que incluya "hierro" en cualquiera de sus estados de oxidación. Al término de este efecto manda esta carta al contenedor de residuos.</p>	<p><b>PUENTE SALINO</b></p> <p>Transfiere un par de electrones de un electrodo al otro según tu conveniencia. No puedes ganar el juego utilizando el efecto de esta carta.</p>	<p><b>PUENTE SALINO</b></p> <p>Transfiere un par de electrones de un electrodo al otro según tu conveniencia. No puedes ganar el juego utilizando el efecto de esta carta.</p>	<p><b>EQUILIBRIO QUÍMICO INVERTIDO</b></p> <p>Utiliza un reductor con estado de oxidación intermedio o máximo como oxidante. El reductor utilizado para este efecto pasa al estado de oxidación anterior (el intercambio de electrones se lleva a cabo de forma normal).</p>
<p><b>HIERRO (II)</b></p> <p><math>Fe^{2+}</math></p> <p><math>Fe^{2+} \rightleftharpoons Fe^{3+} + 1e^-</math></p> <p>Estado de oxidación intermedio del Hierro. También llamado Hierro (II) (ión ferroso).</p>	<p><b>HIERRO (II)</b></p> <p><math>Fe^{2+}</math></p> <p><math>Fe^{2+} \rightleftharpoons Fe^{3+} + 1e^-</math></p> <p>Estado de oxidación intermedio del Hierro. También llamado Hierro (II) (ión ferroso).</p>	<p><b>HIERRO (II)</b></p> <p><math>Fe^{2+}</math></p> <p><math>Fe^{2+} \rightleftharpoons Fe^{3+} + 1e^-</math></p> <p>Estado de oxidación intermedio del Hierro. También llamado Hierro (II) (ión ferroso).</p>	<p><b>LLUVIA ÁCIDA</b></p> <p>Los reductores de tu adversario requieren 1 electrón menos al número normal necesario para oxidarse. Este efecto de esta carta dura 2 turnos luego a partir de su activación. Al finalizar el efecto de esta carta méndala al contenedor de residuos.</p>	<p><b>AGUA REGIA</b></p> <p>Este turno puedes oxidar un reductor de tu oponente hasta su estado máximo de oxidación sin pasar por los estados intermedios (el cálculo e intercambio de electrones se realiza de forma normal).</p>	<p><b>AGUA REGIA</b></p> <p>Este turno puedes oxidar un reductor de tu oponente hasta su estado máximo de oxidación sin pasar por los estados intermedios (el cálculo e intercambio de electrones se realiza de forma normal).</p>	<p><b>ACERO GALVANIZADO</b></p> <p>Puedes activar esta carta desde tu mano en el turno de cualquier jugador. Protege de la oxidación a los oxidante "hierro" que tengas en tus reactores, por lo que no habrá ningún cambio en sus estados de oxidación; sin embargo se hará el intercambio de 2 electrones.</p>
<p><b>HIERRO (III)</b></p> <p><math>Fe^{3+}</math></p> <p>Sin semirreacción</p> <p>Estado de oxidación máximo del Hierro. También llamado Hierro (III) (ión férrico).</p>	<p><b>HIERRO (III)</b></p> <p><math>Fe^{3+}</math></p> <p>Sin semirreacción</p> <p>Estado de oxidación máximo del Hierro. También llamado Hierro (III) (ión férrico).</p>	<p><b>HIERRO (III)</b></p> <p><math>Fe^{3+}</math></p> <p>Sin semirreacción</p> <p>Estado de oxidación máximo del Hierro. También llamado Hierro (III) (ión férrico).</p>	<p><b>LABORATORISTA</b></p> <p>Selecciona una carta del almacén y añádela a tu mano, después baraja tu mazo.</p>	<p><b>LABORATORISTA</b></p> <p>Selecciona una carta del almacén y añádela a tu mano, después baraja tu mazo.</p>	<p><b>LABORATORISTA</b></p> <p>Selecciona una carta del almacén y añádela a tu mano, después baraja tu mazo.</p>	<p><b>REVOLUCIÓN ELECTRÓNICA</b></p> <p>Transfiere electrones de tu cátodo o ánodo (según sea necesario) para que en ambas zonas tengas la misma cantidad de electrones, si es un número impar, el ánodo tendrá prioridad para tener el electrón sobrante.</p>
<p><b>EQUILIBRIO QUÍMICO INVERTIDO</b></p> <p>Utiliza un reductor con estado de oxidación intermedio o máximo como oxidante. El reductor utilizado para este efecto pasa al estado de oxidación anterior (el intercambio de electrones se lleva a cabo de forma normal).</p>	<p><b>BIG BANG</b></p> <p>Destruye todas las cartas que se encuentren en los laboratorios de ambos jugadores.</p>	<p><b>GENERACIÓN ESPONTÁNEA</b></p> <p>Durante este turno, si utilizas una carta oxidante, duplica su poder oxidante al decir duplica el número de electrones que permite intercambiar.</p>	<p><b>APUESTA ELECTRÓNICA</b></p> <p>Cada jugador apostará 2 electrones de su labero (cada jugador decide de qué electrodo tomará los electrones que apostará). El jugador que activó este efecto lanzará un dado y elegirá una de las caras de la moneda antes de hacer el lanzamiento; si acierta en su decisión, tomará los 4 electrones que apostaron y los repartirá en los electrodos de su labero a su conveniencia; si no acierta en su decisión, solo tomará 1 electrón y su oponente tomará los 3 electrones restantes, después los repartirá en sus respectivos electrodos a su conveniencia.</p>	<p><b>APUESTA ELECTRÓNICA</b></p> <p>Cada jugador apostará 2 electrones de su labero (cada jugador decide de qué electrodo tomará los electrones que apostará). El jugador que activó este efecto lanzará un dado y elegirá una de las caras de la moneda antes de hacer el lanzamiento; si acierta en su decisión, tomará los 4 electrones que se apostaron y los repartirá en los electrodos de su labero a su conveniencia; si no acierta en su decisión, solo tomará 1 electrón y su oponente tomará los 3 electrones restantes, después los repartirá en sus respectivos electrodos a su conveniencia.</p>	<p><b>OXÍGENO</b></p> <p><math>1/2 O_2 + 2e^- \rightleftharpoons O^{2-}</math></p> <p>Su nombre proviene de las raíces griegas <i>oxy</i> y <i>genes</i> que significa juntas creador de ácido porque se pensaba que era el componente principal de los ácidos.</p>	<p><b>OXÍGENO</b></p> <p><math>1/2 O_2 + 2e^- \rightleftharpoons O^{2-}</math></p> <p>Su nombre proviene de las raíces griegas <i>oxy</i> y <i>genes</i> que significa juntas creador de ácido porque se pensaba que era el componente principal de los ácidos.</p>
<p><b>ACERO GALVANIZADO</b></p> <p>Puedes activar esta carta desde tu mano en el turno de cualquier jugador. Protege de la oxidación a los oxidante "hierro" que tengas en tus reactores, por lo que no habrá ningún cambio en sus estados de oxidación, sin embargo se hará el intercambio de 2 electrones.</p>	<p><b>RECICLAJE</b></p> <p>Selecciona un oxidante de tu contenedor de residuos y regresa a tu mano para que pueda ser reutilizado.</p>	<p><b>VIAJERO DEL TIEMPO</b></p> <p>Elige uno de tus reductores que haya sido oxidado durante los últimos 3 turnos y reduce al estado de oxidación anterior (no hay intercambio de electrones por este efecto).</p>	<p><b>COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA</b></p> <p>Activa esta carta para negar la activación o el efecto de una carta ciencia o química ya activa de tu adversario y destruirlo.</p>	<p><b>COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA</b></p> <p>Activa esta carta para negar la activación o el efecto de una carta ciencia o química ya activa de tu adversario y destruirlo.</p>	<p><b>IÓN NITRATO</b></p> <p><math>NO_3^- + 2e^- \rightleftharpoons NO_2^- + O^{2-}</math></p> <p>El litó nitro se encuentra presente en el Ácido nítrico, que es una de las sustancias más oxidantes que existen.</p>	<p><b>CLORO MOLECULAR</b></p> <p><math>1/2 Cl_2 + 1e^- \rightleftharpoons Cl^-</math></p> <p>Su nombre proviene de la raíz griega <i>chlōros</i> que significa verde pálido debido a su color.</p>
<p><b>PIEDRA FILOSOFAL</b></p> <p>Este turno niega la oxidación de cualquier reductor metálico presente en tus reactores.</p>	<p><b>HEFESTO</b></p> <p>Los reductores metálicos de tus reactores requieren de un electrón adicional a la cantidad normal requerida para oxidarse. Este efecto dura 2 turnos luego a partir de la activación de esta carta. Al finalizar el efecto de esta carta, méndala al contenedor de residuos.</p>	<p><b>DIMENSIÓN DESCONOCIDA</b></p> <p>Durante el turno en que actives esta carta podrás oxidar un reductor de tu oponente sin importar el número de electrones que necesita el reductor; siempre y cuando el oxidante permita intercambiar un número mayor de electrones a los que intercambie el reductor (el intercambio de electrones será el normal).</p>	<p><b>DIMENSIÓN DESCONOCIDA</b></p> <p>Durante el turno en que actives esta carta podrás oxidar un reductor de tu oponente sin importar el número de electrones que necesita el reductor; siempre y cuando el oxidante permita intercambiar un número mayor de electrones a los que intercambie el reductor (el intercambio de electrones será el normal).</p>	<p><b>CLORO MOLECULAR</b></p> <p><math>1/2 Cl_2 + 1e^- \rightleftharpoons Cl^-</math></p> <p>Su nombre proviene de la raíz griega <i>chlōros</i> que significa verde pálido debido a su color.</p>	<p><b>RECICLAJE</b></p> <p>Selecciona un oxidante de tu contenedor de residuos y regresa a tu mano para que pueda ser reutilizado.</p>	<p><b>OXÍGENO MOLECULAR</b></p> <p><math>O_2 + 4e^- \rightleftharpoons 2O^{2-}</math></p> <p>Es la forma en que el Oxígeno se encuentra en el aire que respiramos. Es el segundo gas más abundante presente en el aire.</p>

# BARAJA DE BRONCE

<b>CLORO MOLECULAR</b>  $1/2Cl_2 + 1e^- \rightleftharpoons Cl^-$ Su nombre proviene de la raíz griega <i>chlōros</i> que significa verde pálido debido a su color.	<b>COBRE</b>  $Cu^0 \rightleftharpoons Cu^{1+} + 1e^-$ Su nombre y símbolo provienen del latín <i>Cuprum</i> ; raíz designada a la Isla de Chipre.	<b>COBRE (I)</b>  $Cu^{1+} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 1e^-$ Estado de oxidación intermedio del Cobre. También llamado <i>Cobro</i> (sin copyright).	<b>COBRE (II)</b>  Sin semirreacción Estado de oxidación máximo del Cobre. También llamado <i>Cobre (II)</i> (sin copyright).	<b>ESTAÑO</b>  $Sn^0 \rightleftharpoons Sn^{2+} + 2e^-$ Su nombre y símbolo provienen del latín <i>stannum</i> que significa Estaño (latín).	<b>ESTAÑO (II)</b>  $Sn^{2+} \rightleftharpoons Sn^{4+} + 2e^-$ Estado de oxidación intermedio del Estaño. También llamado <i>Estafno</i> (II) (sin estañoso).	<b>ESTAÑO (IV)</b>  Sin semirreacción Estado de oxidación máximo del Estaño. También llamado <i>Estafno</i> (IV) (sin estañico).
<b>PLOMO</b>  $Pb^0 \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2e^-$ Su nombre y símbolo provienen del latín <i>plumbum</i> ; raíz designada por sus remaneses para el Plomo.	<b>PLOMO (II)</b>  $Pb^{2+} \rightleftharpoons Pb^{4+} + 2e^-$ Estado de oxidación intermedio del Plomo. También llamado <i>Plomo (II)</i> (sin plumboso).	<b>PLOMO (IV)</b>  Sin semirreacción Estado de oxidación máximo del Plomo. También llamado <i>Plomo (IV)</i> (sin plumbico).	<b>PUENTE SALINO</b> Transfiere un par de electrones de un electrodo al otro según tu conveniencia. No puedes ganar en juego utilizando el efecto de esta carta.	<b>PUENTE SALINO</b> Transfiere un par de electrones de un electrodo al otro según tu conveniencia. No puedes ganar en juego utilizando el efecto de esta carta.	<b>PIEDRA FILOSOFAL</b> Este turno niega la oxidación de cualquier reductor metálico presente en tus reactores.	<b>PIEDRA FILOSOFAL</b> Este turno niega la oxidación de cualquier reductor metálico presente en tus reactores.
<b>HEFESTO</b> Los reductores metálicos de tus reactores requerirán de un electrón adicional a la cantidad normal requerida para oxidarse. Este efecto dura 2 turnos tuyos a partir de la activación de esta carta. Al finalizar el efecto de esta carta, mándala al contenedor de residuos.	<b>OXÍGENO</b>  $1/2O_2 + 2e^- \rightleftharpoons O^{2-}$ Su nombre proviene de las raíces griegas <i>oxy</i> y <i>genes</i> que significan <i>junto creador de ácidos</i> porque se creaba que era el componente principal de los ácidos.	<b>OXÍGENO</b>  $1/2O_2 + 2e^- \rightleftharpoons O^{2-}$ Su nombre proviene de las raíces griegas <i>oxy</i> y <i>genes</i> que significan <i>junto creador de ácidos</i> porque se creaba que era el componente principal de los ácidos.	<b>OXÍGENO MOLECULAR</b>  $O_2 + 4e^- \rightleftharpoons 2O^{2-}$ Es la forma en que el Oxígeno se encuentra en el aire que respiramos. Es el segundo gas más abundante presente en el aire.	<b>LLUVIA ÁCIDA</b> Los reductores de tu adversario requieren 1 electrón menos al número normal necesario para oxidarse. Este efecto de esta carta dura 2 turnos tuyos a partir de su activación. Al finalizar el efecto de esta carta mándala al contenedor de residuos.	<b>AGUA REGIA</b> Este turno puedes oxidar un reductor de tu oponente hasta su estado máximo de oxidación sin pasar por los estados intermedios (el cálculo e intercambio de electrones se realiza de forma normal).	<b>AGUA REGIA</b> Este turno puedes oxidar un reductor de tu oponente hasta su estado máximo de oxidación sin pasar por los estados intermedios (el cálculo e intercambio de electrones se realiza de forma normal).
<b>GENERACIÓN ESPONTÁNEA</b> Durante este turno, si utilizas una carta oxidante, duplica su poder oxidante al decir duplica el número de electrones que permite intercambiar.	<b>LABORATORISTA</b> Selecciona una carta del almacén y añádela a tu mano, después baraja tu mazo.	<b>LABORATORISTA</b> Selecciona una carta del almacén y añádela a tu mano, después baraja tu mazo.	<b>LABORATORISTA</b> Selecciona una carta del almacén y añádela a tu mano, después baraja tu mazo.	<b>IÓN NITRATO</b>  $NO_3^- + 2e^- \rightleftharpoons NO_2^- + O^{2-}$ El ion nitrato se encuentra presente en el Ácido nítrico, que es una de las sustancias más oxidantes que existen.	<b>IÓN NITRATO</b>  $NO_3^- + 2e^- \rightleftharpoons NO_2^- + O^{2-}$ El ion nitrato se encuentra presente en el Ácido nítrico, que es una de las sustancias más oxidantes que existen.	<b>EQUILIBRIO QUÍMICO INVERTIDO</b> Utiliza un reductor con estado de oxidación intermedio o máximo como oxidante. El reductor utilizado para este efecto pasa al estado de oxidación anterior (el intercambio de electrones se lleva a cabo de forma normal).
<b>EQUILIBRIO QUÍMICO INVERTIDO</b> Utiliza un reductor con estado de oxidación intermedio o máximo como oxidante. El reductor utilizado para este efecto pasa al estado de oxidación anterior (el intercambio de electrones se lleva a cabo de forma normal).	<b>APUESTA ELECTRÓNICA</b> Cada jugador apostará 2 electrones de su laboratorio. Cada jugador decide de qué electrodo tomará los electrones que apostará. El jugador que activó este efecto lanzará un dado y elegirá uno de los caras de la moneda antes de hacer el lanzamiento; si acierta en su decisión, tomará los 4 electrones que se apostaron y los repartirá en los electrodos de su laboratorio a su conveniencia; si no acierta en su decisión, solo tomará 1 electrón y su oponente tomará los 3 electrones restantes, después los repartirá en sus respectivos electrodos a su conveniencia.	<b>APUESTA ELECTRÓNICA</b> Cada jugador apostará 2 electrones de su laboratorio. Cada jugador decide de qué electrodo tomará los electrones que apostará. El jugador que activó este efecto lanzará un dado y elegirá uno de los caras de la moneda antes de hacer el lanzamiento; si acierta en su decisión, tomará los 4 electrones que se apostaron y los repartirá en los electrodos de su laboratorio a su conveniencia; si no acierta en su decisión, solo tomará 1 electrón y su oponente tomará los 3 electrones restantes, después los repartirá en sus respectivos electrodos a su conveniencia.	<b>BIG BANG</b> Destruye todas las cartas que se encuentren en los laboratorios de ambos jugadores.	<b>VIAJERO DEL TIEMPO</b> Elige uno de tus reductores que haya sido oxidado durante los últimos 3 turnos y reduce al estado de oxidación anterior (no hay intercambio de electrones por este efecto).	<b>VIAJERO DEL TIEMPO</b> Elige uno de tus reductores que haya sido oxidado durante los últimos 3 turnos y reduce al estado de oxidación anterior (no hay intercambio de electrones por este efecto).	<b>COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA</b> Activa esta carta para negar la activación o el efecto de una carta ciencia o alquimia ya activa de tu adversario y destrúyala.
<b>COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA</b> Activa esta carta para negar la activación o el efecto de una carta ciencia o alquimia ya activa de tu adversario y destrúyala.	<b>DIMENSIÓN DESCONOCIDA</b> Durante el turno en que actives esta carta podrás oxidar un reductor de tu oponente sin importar el número de electrones que necesite el reductor, siempre y cuando el oxidante permita intercambiar un número mayor de electrones a los que intercambie el reductor (el intercambio de electrones será el normal).	<b>DIMENSIÓN DESCONOCIDA</b> Durante el turno en que actives esta carta podrás oxidar un reductor de tu oponente sin importar el número de electrones que necesite el reductor, siempre y cuando el oxidante permita intercambiar un número mayor de electrones a los que intercambie el reductor (el intercambio de electrones será el normal).	<b>RECICLAJE</b> Selecciona un oxidante de tu contenedor de residuos y regresa a tu mano para que pueda ser reutilizado.	<b>RECICLAJE</b> Selecciona un oxidante de tu contenedor de residuos y regresa a tu mano para que pueda ser reutilizado.	<b>BRONCEADO</b> Activa esta carta y déjala en el laboratorio durante 3 turnos de tu oponente contando a partir del término de este turno. Durante el tiempo que esta carta está boca arriba en el laboratorio tu oponente no podrá oxidar ningún reductor que incluya "Cobre" o "Estaño" en cualquiera de sus estados de oxidación. Al término de este efecto manda esta carta al contenedor de residuos.	<b>CLORO MOLECULAR</b>  $1/2Cl_2 + 1e^- \rightleftharpoons Cl^-$ Su nombre proviene de la raíz griega <i>chlōros</i> que significa verde pálido debido a su color.

# BARAJA DE METALES NOBLES

<b>RECICLAJE</b> Selecciona un oxidante de tu contenedor de residuos y regrésalo a tu mano para que pueda ser reutilizado.	<b>ORO</b> $Au^0$ $Au^0 \rightleftharpoons Au^{1+} + 1e^-$ Su nombre y símbolo provienen del latín Aurum, raíz que significa Oro (latín).	<b>ORO (I)</b> $Au^{1+}$ $Au^{1+} \rightleftharpoons Au^{3+} + 2e^-$ Estado de oxidación intermedio del Oro. También llamado Oro (I) (sin aurum).	<b>ORO (III)</b> $Au^{3+}$ Sin semirreacción Estado de oxidación máximo del Oro. También llamado Oro (III) (sin aurum).	<b>PLATA</b> $Ag^0$ $Ag^0 \rightleftharpoons Ag^{1+} + 1e^-$ Su nombre proviene del latín medieval praetum, que significa plateado. Su símbolo proviene del latín argentum que significa Plata (plateado).	<b>PLATA (I)</b> $Ag^{1+}$ Sin semirreacción Estado de oxidación máximo de la Plata. También llamado Plata (I) (sin argenteo).	<b>PLATINO</b> $Pt^0$ $Pt^0 \rightleftharpoons Pt^{2+} + 2e^-$ Su nombre y símbolo provienen del español platina, que significa Plata pequeña debido a su parecido con dicho metal.
<b>PLATINO (II)</b> $Pt^{2+}$ $Pt^{2+} \rightleftharpoons Pt^{4+} + 2e^-$ Estado de oxidación intermedio del Platino. También llamado Platino (II) (sin platino).	<b>PLATINO (IV)</b> $Pt^{4+}$ Sin semirreacción Estado de oxidación máximo del Platino. También llamado Platino (IV) (sin platino).	<b>PUENTE SALINO</b> Transfiere un par de electrones de un electrón al otro según tu conveniencia. No puedes ganar el juego utilizando el efecto de esta carta.	<b>PUENTE SALINO</b> Transfiere un par de electrones de un electrón al otro según tu conveniencia. No puedes ganar el juego utilizando el efecto de esta carta.	<b>HEFESTO</b> Los reductores metálicos de tus reactores requieren de un electrón adicional a la cantidad normal requerida para oxidarse. Este efecto dura 2 turnos tuyos a partir de la activación de esta carta. Al finalizar el efecto de esta carta, mándala al contenedor de residuos.	<b>LLUVIA ÁCIDA</b> Los reductores de tu adversario requieren 1 electrón menos al número normal necesario para oxidarse. Este efecto de esta carta dura 2 turnos tuyos a partir de su activación. Al finalizar el efecto de esta carta mándala al contenedor de residuos.	<b>AGUA REGIA</b> Este turno puedes oxidar un reductor de tu oponente hasta su estado máximo de oxidación sin pasar por los estados intermedios (el cálculo e intercambio de electrones se realiza de forma normal).
<b>AGUA REGIA</b> Este turno puedes oxidar un reductor de tu oponente hasta su estado máximo de oxidación sin pasar por los estados intermedios (el cálculo e intercambio de electrones se realiza de forma normal).	<b>COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA</b> Activa esta carta para negar la activación o el efecto de una carta ciencia o alquimia ya activa de tu adversario y destrúirla.	<b>COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA</b> Activa esta carta para negar la activación o el efecto de una carta ciencia o alquimia ya activa de tu adversario y destrúirla.	<b>GENERACIÓN ESPONTÁNEA</b> Durante este turno, si utilizas una carta oxidante, duplica su poder oxidante o decir duplica el número de electrones que permite intercambiar.	<b>BIG BANG</b> Destruye todas las cartas que se encuentren en los laboratorios de ambos jugadores.	<b>CLORO MOLECULAR</b> $Cl_2$ $1/2Cl_2 + 1e^- \rightleftharpoons Cl^-$ Su nombre proviene de la raíz griega chloros que significa verde debido a su color.	<b>CLORO MOLECULAR</b> $Cl_2$ $1/2Cl_2 + 1e^- \rightleftharpoons Cl^-$ Su nombre proviene de la raíz griega chloros que significa verde debido a su color.
<b>OXÍGENO</b> $O$ $1/2O_2 + 2e^- \rightleftharpoons O^{2-}$ Su nombre proviene de las raíces griegas oxys y genes que significan punta creador de fuego porque se pensaba que era el componente principal de los ácidos.	<b>OXÍGENO</b> $O$ $1/2O_2 + 2e^- \rightleftharpoons O^{2-}$ Su nombre proviene de las raíces griegas oxys y genes que significan punta creador de fuego porque se pensaba que era el componente principal de los ácidos.	<b>OXÍGENO MOLECULAR</b> $O_2$ $O_2 + 4e^- \rightleftharpoons 2O^{2-}$ Es la forma en que el Oxígeno se encuentra en el aire que respiramos. Es el segundo gas más abundante presente en el aire.	<b>VIAJERO DEL TIEMPO</b> Elige uno de tus reductores que haya sido oxidado durante los últimos 3 turnos y redúcelo al estado de oxidación anterior (el intercambio de electrones se lleva a cabo de forma normal).	<b>VIAJERO DEL TIEMPO</b> Elige uno de tus reductores que haya sido oxidado durante los últimos 3 turnos y redúcelo al estado de oxidación anterior (el intercambio de electrones se lleva a cabo de forma normal).	<b>IÓN NITRATO</b> $NO_3^-$ $NO_3^- + 2e^- \rightleftharpoons NO_2^- + O^{2-}$ El ion nitrato se encuentra presente en el Ácido nítrico, que es uno de los sustancias más oxidantes que existen.	<b>IÓN NITRATO</b> $NO_3^-$ $NO_3^- + 2e^- \rightleftharpoons NO_2^- + O^{2-}$ El ion nitrato se encuentra presente en el Ácido nítrico, que es uno de las sustancias más oxidantes que existen.
<b>LABORATORISTA</b> Selecciona una carta del almacén y añádela a tu mano, después baraja tu mazo.	<b>LABORATORISTA</b> Selecciona una carta del almacén y añádela a tu mano, después baraja tu mazo.	<b>LABORATORISTA</b> Selecciona una carta del almacén y añádela a tu mano, después baraja tu mazo.	<b>EQUILIBRIO QUÍMICO INVERTIDO</b> Utiliza un reductor con estado de oxidación intermedio o máximo como oxidante. El reductor utilizado para este efecto pasa al estado de oxidación anterior (el intercambio de electrones se lleva a cabo de forma normal).	<b>EQUILIBRIO QUÍMICO INVERTIDO</b> Utiliza un reductor con estado de oxidación intermedio o máximo como oxidante. El reductor utilizado para este efecto pasa al estado de oxidación anterior (el intercambio de electrones se lleva a cabo de forma normal).	<b>EQUILIBRIO QUÍMICO INVERTIDO</b> Utiliza un reductor con estado de oxidación intermedio o máximo como oxidante. El reductor utilizado para este efecto pasa al estado de oxidación anterior (el intercambio de electrones se lleva a cabo de forma normal).	<b>APUESTA ELECTRÓNICA</b> Cada jugador apostará 2 electrones de su laboratorio (cada jugador decide de qué electrón(s) tomará los electrones que apostará). El jugador que activó este efecto lanzará el lanzamiento al azar en su decisión, tomará los 4 electrones que se apostaron y los repartirá en los laboratorios de su laboratorio o su conveniencia, si no acertó en su decisión, solo tomará 1 electrón y su oponente tomará los 3 electrones restantes, después los repartirán en sus respectivos laboratorios a su conveniencia.
<b>DIMENSIÓN DESCONOCIDA</b> Durante el turno en que actives esta carta podrás oxidar un reductor de tu oponente sin importar el número de electrones que necesite el reductor, siempre y cuando el oxidante permita intercambiar un número mayor de electrones a los que intercambie el reductor (el intercambio de electrones será el normal).	<b>DIMENSIÓN DESCONOCIDA</b> En la dimensión desconocida, las leyes físicas y químicas no se negarán. Durante el turno en que actives esta carta podrás oxidar un reductor de tu oponente sin importar el número de electrones que necesite el reductor, siempre y cuando el oxidante permita intercambiar un número mayor de electrones a los que permita el reductor (el intercambio de electrones será el normal).	<b>APUESTA ELECTRÓNICA</b> Cada jugador apostará 2 electrones de su laboratorio (cada jugador decide de qué electrón(s) tomará los electrones que apostará). El jugador que activó este efecto lanzará el lanzamiento al azar en su decisión, tomará los 4 electrones que se apostaron y los repartirá en los laboratorios de su laboratorio o su conveniencia, si no acertó en su decisión, solo tomará 1 electrón y su oponente tomará los 3 electrones restantes, después los repartirán en sus respectivos laboratorios a su conveniencia.	<b>IRIDADO DE METALES</b> Activa esta carta y déjala en el laboratorio durante 3 turnos de tu oponente contando a partir del término de este turno). Durante el tiempo que esta carta esté boca arriba en el laboratorio tu oponente no podrá ordenar ningún reductor que incluya "Oro", "Plata" o "Platino" en cualquiera de sus estados de oxidación. Al término de este efecto mándala esta carta al contenedor de residuos.	<b>ORFEBRE ALQUÍMICO</b> Niega la oxidación de uno de tus reductores a cambio de mantener al contenedor de desechos una de tus cartas alquimia en tu mano.	<b>ORFEBRE ALQUÍMICO</b> Niega la oxidación de uno de tus reductores a cambio de mantener al contenedor de desechos una de tus cartas alquimia en tu mano.	<b>RECICLAJE</b> Selecciona un oxidante de tu contenedor de residuos y regrésalo a tu mano para que pueda ser reutilizado.

