

GRADO NOVENO**INTRODUCCIÓN GENERAL DEL ÁREA PARA EL GRADO NOVENO (Saber ser, saber hacer, saber conocer)**

Al finalizar el grado Octavo los estudiantes aprendieron a realizar pequeñas investigaciones, seleccionando equipos, recursos y diseñando procedimientos, aprendieron a buscar, seleccionar e interpretar información bibliográfica, a realizar gráficos y tablas para registrar, visualizar y analizar la información e iniciaron con la construcción de explicaciones en un lenguaje cada vez más cercano al científico.

Ahora en el grado Noveno se busca enfatizar en el diseño de procedimientos experimentales sobre el movimiento de los cuerpos y soluciones (ácidos y bases), en la utilización de instrumentos de medición convencionales, el uso de diferentes recursos, la formulación y ejecución de investigaciones sobre genética; la indagación y análisis de información utilizando diferentes fuentes sobre las leyes de la herencia; la formulación de conclusiones basadas en datos y evidencias; también se busca promover la construcción de modelos para analizar fenómenos científicos; aprender a utilizar diferentes formatos para registrar de forma sistemática los datos de sus experiencias. En este grado se promueve también la toma de postura crítica frente a la información que se le presenta de manera cotidiana a los estudiantes y que tiene relación con su salud y el ambiente en el que vive; así mismo, que el reconocimiento de conceptos sobre la genética y la evolución le permitan comprender y valorar la diversidad de las especies y con ello, en su propio contexto pueda adoptar posturas respetuosas, solidarias e inclusivas frente a la diferencia.

Para el grado noveno se plantea como meta que el estudiante comprenda *que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas, que la acidez y la basicidad son propiedades químicas de algunas sustancias y que comprenda la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes y, la forma como se expresa la información genética contenida en el –ADN–.*

Para alcanzar esta meta, se consideran conceptos estructurantes como: el movimiento de los cuerpos, las soluciones (ácidos y bases), la genética, las leyes de la herencia, el origen y la evolución de las especies.

RED CONCEPTUAL EN CONSTRUCCIÓN

A continuación se presenta una matriz de aprendizajes, para que el maestro pueda visualizar la progresión de grado a grado:

| ESTRUCTURACIÓN DE APRENDIZAJES POR GRADOS | | | |
|--|--|--|---|
| Entorno | Octavo | Noveno | Decimo |
| Entorno físico | Comprende el funcionamiento de máquinas térmicas (motores de combustión, refrigeración) por medio de las leyes de la termodinámica (primera y segunda ley). | Comprende que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas. | Comprende, que el reposo o el movimiento rectilíneo uniforme, se presentan cuando las fuerzas aplicadas sobre el sistema se anulan entre ellas, y que en presencia de fuerzas resultantes no nulas se producen cambios de velocidad. |
| | Comprende que en una reacción química se recombinan los átomos de las moléculas de los reactivos para generar productos nuevos, y que dichos productos se forman a partir de fuerzas intramoleculares (enlaces iónicos y covalentes).. | Comprende que la acidez y la basicidad son propiedades químicas de algunas sustancias y las relaciona con su importancia biológica y su uso cotidiano e industrial. | Comprende la conservación de la energía mecánica como un principio que permite cuantificar y explicar diferentes fenómenos mecánicos: choques entre cuerpos, movimiento pendular, caída libre, deformación de un sistema masa-resorte. |
| | Comprende que el comportamiento de un gas ideal está determinado por las relaciones entre Temperatura (T), Presión (P), Volumen (V) y Cantidad de sustancia (n). | Analiza las relaciones cuantitativas entre solutos y solventes, así como los factores que afectan la formación de soluciones. | Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, descomposición, neutralización y precipitación) posibilitan la formación de compuestos inorgánicos. |
| Entorno vivo | Analiza relaciones entre sistemas de órganos (excretor, inmune, nervioso, endocrino, óseo y muscular) con los procesos de regulación de las funciones en los seres vivos. | Comprende la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes. | Comprende que la biotecnología conlleva el uso y manipulación de la información genética a través de distintas técnicas (fertilización asistida, clonación reproductiva y terapéutica, modificación genética, terapias génicas), y que tiene implicaciones sociales, bioéticas y ambientales. |
| | Analiza la reproducción (asexual, sexual) de distintos grupos de seres vivos y su importancia para la preservación de la vida en el planeta. | Explica la forma como se expresa la información genética contenida en el –ADN–, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y en la evolución de las especies. | |
|--|--|--|--|

APRENDIZAJES PARA EL GRADO

ENTORNO FÍSICO: Mundo físico y sus cambios, materiales y sus cambios

| APRENDIZAJES | EVIDENCIAS |
|---|---|
| Comprende que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas. | <i>Describe el movimiento de un cuerpo (rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado, en dos dimensiones – circular uniforme y parabólico) en gráficos que relacionan el desplazamiento, la velocidad y la aceleración en función del tiempo.</i> |
| | <i>Predice el movimiento de un cuerpo a partir de las expresiones matemáticas con las que se relaciona, según el caso, la distancia recorrida, la velocidad y la aceleración en función del tiempo.</i> |
| | <i>Identifica las modificaciones necesarias en la descripción del movimiento de un cuerpo, representada en gráficos, cuando se cambia de marco de referencia.</i> |
| Comprende que la acidez y la basicidad son propiedades químicas de algunas sustancias y las relaciona con su importancia biológica y su uso cotidiano e industrial. | <i>Compara algunas teorías (Arrhenius, Brønsted – Lowry y Lewis) que explican el comportamiento químico de los ácidos y las bases para interpretar las propiedades ácidas o básicas de algunos compuestos.</i> |
| | <i>Determina la acidez y la basicidad de compuestos dados, de manera cualitativa (colorimetría) y cuantitativa (escala de pH - pOH).</i> |
| | <i>Explica la función de los ácidos y las bases en procesos propios de los seres vivos (respiración y digestión en el estómago) y de procesos industriales (uso fertilizantes en la agricultura) y limpieza (jabón).</i> |
| Analiza las relaciones cuantitativas entre solutos y solventes, así como los factores que afectan la formación de soluciones. | <i>Explica qué factores afectan la formación de soluciones a partir de resultados obtenidos en procedimientos de preparación de soluciones de distinto tipo (insaturadas, saturadas y sobresaturadas) en los que modifica variables (temperatura, presión, cantidad de soluto y disolvente)</i> |
| | <i>Predice qué ocurrirá con una solución si se modifica una variable como la temperatura, la presión o las cantidades de soluto y solvente.</i> |
| | <i>Identifica los componentes de una solución y representa cuantitativamente el grado de concentración utilizando algunas expresiones matemáticas: % en volumen, % en masa, molaridad (M), molalidad (m).</i> |
| | <i>Explica a partir de las fuerzas intermoleculares (Puentes de Hidrogeno, fuerzas de Van der Waals) las propiedades</i> |

físicas (solubilidad, la densidad, el punto de ebullición y fusión y la tensión superficial) de sustancias líquidas.

| ENTORNO VIVO | |
|---|--|
| APRENDIZAJES | EVIDENCIAS |
| Comprende la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes. | Predice mediante la aplicación de diferentes mecanismos (probabilidades o punnet) las proporciones de las características heredadas por algunos organismos. |
| | Explica la forma como se transmite la información de padres a hijos, identificando las causas de la variabilidad entre organismos de una misma familia. |
| | Diseña experiencias que puedan demostrar cada una de las leyes de Mendel y los resultados numéricos obtenidos. |
| | Demuestra la relación que existe entre el proceso de la meiosis y las segunda y tercera Leyes de la Herencia de Mendel. |
| Explica la forma como se expresa la información genética contenida en el –ADN–, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y en la evolución de las especies. | Interpreta a partir de modelos la estructura del ADN y la forma como se expresa en los organismos, representando los pasos del proceso de traducción (es decir, de la síntesis de proteínas). |
| | Relaciona la producción de proteínas en el organismo con algunas características fenotípicas para explicar la relación entre genotipo y fenotipo. |
| | Explica los principales mecanismos de cambio en el ADN (mutación y otros) identificando variaciones en la estructura de las proteínas que dan lugar a cambios en el fenotipo de los organismos y la diversidad en las poblaciones. |

CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS

Entorno físico

Mundo físico y sus cambios. Los aprendizajes que se priorizaron en el grado Octavo respecto al mundo físico implicaron que los estudiantes comprendieran el funcionamiento de máquinas térmicas (motores de combustión, refrigeración) por medio de las leyes de la termodinámica (primera y segunda ley).

Ahora en el grado Noveno los aprendizajes que se priorizan con respecto al mundo físico tienen como intención que los estudiantes comprendan que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas. Para lograr esta comprensión es conveniente que los estudiantes describan el movimiento de un cuerpo de acuerdo con su trayectoria: rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado, en dos dimensiones – circular uniforme y parabólico en gráficos que relacionan el desplazamiento, la velocidad y la aceleración en función del tiempo. Que prediga el movimiento de un cuerpo a partir de las expresiones matemáticas en las que se relaciona, según el caso, la distancia recorrida, la velocidad y la aceleración en función del tiempo y que identifique las modificaciones necesarias en la descripción del movimiento de un cuerpo, representada en gráficos, cuando se cambia de marco de referencia.

Por otra parte, se espera que en este grado los estudiantes desarrollen algunas habilidades científicas relacionadas con procesos investigativos como la selección de equipos, recursos y diseño de procedimientos en la ejecución de actividades experimentales relacionadas con los movimientos, detallando los límites que presentan los equipos seleccionados. Formulación de procedimientos que implican la búsqueda, selección e interpretación de información bibliográfica y de otras fuentes para responder preguntas sobre el movimiento de los cuerpos, en las que deban contrastar sus resultados con los obtenidos por otros compañeros. Organización de los datos (tiempo, posición velocidad, aceleración) obtenidos experimentalmente o mediante procedimientos matemáticos en tablas y otros formatos gráficos propuestos por el maestro o planificados por ellos mismos. El uso de modelos para responder preguntas que orientan procesos de experimentación e indagación sobre el movimiento de los cuerpos, comunicación de resultados producto de investigaciones en un lenguaje científico y utilizando gráficos y tablas de datos. Y elaboración de explicaciones y conclusiones basado en evidencias de diversas fuentes y considerando otros puntos de vista.

Igualmente, se espera que se enseñen actitudes científicas relacionadas específicamente con la autonomía y el espíritu crítico, para ello se puede orientar al estudiantes a situaciones cuya forma de resolverlas lo lleven a decidir sobre las habilidades más adecuadas para actuar de forma coherente y que, para ello tenga que esforzarse para conseguir lo que pretende. Con respecto al espíritu crítico, el saber dudar y mostrar interés por verificar la información buscando sus causas, consecuencias y posibles límites. Al respecto es necesario que el maestro tenga presente que todas aquellas actividades que promuevan el trabajo en equipo, la búsqueda de información, las actividades experimentales, etc., posibilitan que el desarrollo de estas y otras actitudes en los estudiantes.

Conviene resaltar que, la comprensión del movimiento supone no sólo centrar la reflexión en lo que estudia la cinemática, como la rama de la física que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo originan y que se limita, esencialmente, al estudio de la trayectoria en función del tiempo. En noveno se considera que el estudio se puede centrar en el movimiento rectilíneo (uniforme y uniformemente acelerado) y en el movimiento parabólico y circular.

Para ello es importante que el maestro tenga presente que además de enseñar los conceptos fundamentales del movimiento como lo son: sistema de referencia, movimiento, reposo, posición, desplazamiento o trayectoria, distancia o espacio recorrido, velocidad y aceleración, enseña también los tipos de movimiento de acuerdo a la trayectoria.

Como ven son muchos los conceptos y aspectos que para tener en cuenta y muchos de ellos son conceptos que el estudiante utiliza para explicar su cotidianidad con significados en algo diferente, luego, es importante que el maestro se percate de las dificultades de aprendizaje, para que pueda planear su secuencia de enseñanza. Por ejemplo, en la literatura se reporta que una de las dificultades se encuentra porque los estudiantes confunden el vector velocidad y el vector aceleración o piensan que las dos están relacionadas. De la misma manera consideran que el concepto de velocidad es igual al concepto de aceleración, o no distinguen el vector velocidad de su magnitud. Otro error frecuente es que confunden los conceptos de velocidad media, velocidad instantánea y rapidez, pues los consideran como si fueran iguales (Fernandez-Curay, 2015). Con respecto al movimiento circular se presentan también dificultades porque los estudiantes extrapolan lo estudiado en los movimientos rectilíneos y piensan que si la velocidad lineal es constante, la aceleración es nula, es decir, pensar que en un movimiento circular con velocidad lineal constante la aceleración normal y tangencial tienen que ser cero (Romanos, s.f.).

Para ello, es necesario que el maestro, en este grado, inicialmente explore las ideas alternativas, sobre el movimiento de los cuerpos, como también sobre algunos procedimientos y actitudes. Como una posibilidad de actividad inicial se propone un KPSI, tal como se puede ver en el que se ilustra.

Para situar la discusión, los estudiantes, en grupos pequeños, intercambian ideas relacionadas con los movimientos uniforme y uniformemente acelerado las escriben en el tablero. Luego, todos los integrantes del curso, discuten las convergencias y divergencias. Después de llegar a un consenso en las ideas sobre los tipos de movimiento, las contrastan con lo que al respecto señalan los textos escolares, enciclopedias o internet, analizan sus aciertos y desaciertos. Redactan en sus cuadernos las conclusiones generales de la actividad. De esta forma, además de los aprendizajes, se sitúan en un contexto de discusión habilidades y actitudes. Igualmente, el maestro seguirá orientando los aprendizajes de los estudiantes de manera diferencial.

A partir de lo anterior, se puede realizar, en pequeños grupos, una actividad relacionada con

| KPSI | | | | |
|--|--|-------------------|-------------|----------|
| Nombre: | | | | |
| Curso: Fecha: | | | | |
| Indicaciones: Esta Evaluación inicial tiene como propósito indagar tus ideas previas sobre algunos aspectos relacionados con las formas de energía y sus transformaciones. | | | | |
| CATEGORÍAS: | | | | |
| 1. Lo sé y como lo sé lo podría explicar a alguien. | 2. No estoy seguro de saber, no podría explicárselo a alguien. | 3. No lo entiendo | 4. No lo sé | |
| Utilizando las categorías anteriores, marque con una X en el recuadro que corresponda a su nivel de conocimiento de acuerdo a lo afirmado. | | | | |
| 1. CONCEPTUAL | | | | |
| Planteamientos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Describir el movimiento uniforme de un cuerpo asociado a un marco de referencia. | | | | |
| Describir el movimiento acelerado de un cuerpo asociado a un marco de referencia. | | | | |
| Predecir el movimiento de un cuerpo a partir de expresiones matemáticas | | | | |
| Establecer diferencias entre los movimientos a partir de los marcos de referencia | | | | |
| 2. HABILIDADES | | | | |
| Planteamientos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Clasificar los tipos de movimiento | | | | |
| Diseñar procedimientos para evidenciar los tipos de movimiento | | | | |
| Identificar las variables que caracterizan un determinado movimiento. | | | | |
| Describir los tipos de movimiento según las variables identificadas | | | | |
| Identificar las transformaciones de la energía en un sistema | | | | |
| 3. ACTITUDINAL | | | | |
| Planteamientos | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Respetar opiniones de mis compañeros. | | | | |
| Escuchar a mis compañeros. | | | | |
| Valorar el entorno natural. | | | | |
| Participar en las actividades propuestas. | | | | |
| Seguir normas y procedimientos que promueven la seguridad personal y social | | | | |
| Comentarios: | | | | |

la lectura de artículos, textos escolares, en la que los estudiantes extraen las ideas principales. Preparan una exposición sobre el tema con los artículos seleccionados apoyándose en herramientas como por ejemplo PowerPoint. Luego discuten con sus compañeros contrastando lo que ellos han considerado inicialmente y lo nuevo que plantean los artículos leídos sobre los tipos de movimientos asociados a marcos de referencias. Escriben en su cuaderno las conclusiones, consecuencia del debate entre estudiantes y maestro. En esta instancia es conveniente que el maestro haga las precisiones necesarias sobre el movimiento de un cuerpo en un marco de referencia inercial dado, en relación con su descripción en gráficos y la predicción con expresiones matemáticas. Este proceso se puede realizar con la ayuda de algunas simulaciones.

Para poner en evidencia la aplicación de los aprendizajes en otros contextos los estudiantes pueden identificar situaciones cotidianas en las que se presentan los diversos movimientos: por ejemplo, en la caída de objetos, lanzamiento vertical de objetos, un cuerpo que se detiene después cierto tiempo. También pueden diseñar una actividad experimental, por ejemplo en planos inclinados o caída libre en los que miden las variables relacionadas con velocidad y altura, para asociarlas con el movimiento uniformemente acelerado. Igualmente, pueden construir una pregunta que los lleve a indagar por situaciones que ocurren en la naturaleza y en las que se evidencia el movimiento uniforme y que los resultados los reporten en un informe corto, en el que utilicen gráficos y tablas.

Los materiales y sus cambios. Los aprendizajes que se priorizan con respecto a los materiales y sus cambios para el grado noveno tienen como intención que los estudiantes, comprendan que la acidez y la basicidad son propiedades químicas de algunas sustancias y las relaciona con su importancia biológica y su uso cotidiano e industrial y que puedan analizar las relaciones cuantitativas entre solutos y solventes, así como los factores que afectan la formación de soluciones. Para ello, es importante que se prioricen actividades de tipo experimental en las cuales se puedan establecer relaciones entre la teoría y los hallazgos que los estudiantes puedan encontrar, el planteamiento de preguntas problematizadoras y las actividades colaborativas pueden ser utilizadas como punto de partida para alcanzar el progreso conceptual.

De esta manera, el trabajo sobre los conceptos relacionados con los ácidos y las bases y la formación de soluciones va a permitir potenciar las habilidades científicas en relación con algunos aspectos como: Diseño de protocolos experimentales para producir datos y responder preguntas y la formulación de conclusiones basados en datos y evidencias, el uso de modelos para responder preguntas formuladas por el estudiante o por el profesor, y la comunicación de resultados de investigaciones en un lenguaje científico y utilizando diferentes estrategias (presentaciones orales, escritos, infografías, paneles).

Otros aprendizajes que se pueden trabajar en este grado, tienen relación con el reconocimiento de las aplicaciones que tienen en la vida cotidiana el uso de ácidos y bases, los peligros para la salud y las problemáticas ambientales que se pueden ocasionar debido a un manejo inadecuado de estas sustancias. Además, la interpretación de las etiquetas en los productos de consumo cotidiano pueden servir como insumo para la generación de actividades que permitan analizar información relacionada con el concepto solución.

Como eje transversal al proceso de enseñanza y aprendizaje, se sugiere diseñar actividades que faciliten el desarrollo de actitudes científicas en los estudiantes, que les permita valorar la opinión de sus compañeros y utilizarla para apoyar o para construir sus explicaciones, tomar decisiones frente a los procedimientos y así

minimizar el consumo de materiales, cuidar el medio ambiente, proceder de una manera responsable y que les ayude a optimizar el tiempo. Es importante también que el estudiante dude de los resultados que obtiene, que los contraste con otras fuentes de información y que a partir de los datos genere conclusiones de modo que responda a las preguntas planteadas por él mismo o por su maestro.

Sobre los aprendizajes propuestos para este grado, es importante que el maestro tenga en cuenta las dificultades que han sido rastreadas en algunas investigaciones, de tal forma que éstas sirvan como punto de partida en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, y a partir de ellas orientar la organización y secuenciación de las actividades que se planeen para intervenir el aula de ciencias.

Con respecto a los ácidos, Hand y Treagust, (citados por Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1999), mencionan que las principales características que los estudiantes atribuyen a los ácidos y las bases están relacionadas con ideas como: “los ácidos pueden quemarte” o “ los ácidos corroen el material”, los mismos autores mencionan que después de abordar estrategias para mejorar la comprensión de este concepto, “...los estudiantes siguieron sin percibir las reacciones de los ácidos con los metales o con el carbonato de calcio como “propiedades de un ácido”. En lugar de eso, las consideraban como ejemplos adicionales de “ácidos corroyendo algo”.” (p. 125). Respecto al concepto “base”, los autores refieren que “...es menos frecuente su uso en la vida cotidiana en comparación con el de “ácido” y los alumnos tienen menos probabilidad de formar preconcepciones respecto a las bases antes de que se les enseñe sobre ellas.”(p. 126).

Con respecto al concepto solución, Driver et al. (1999) recoge algunas investigaciones acerca de las concepciones sobre el proceso de “disolución” y para el ejemplo agua–azúcar, se menciona que hay una tendencia a centrarse sólo en el soluto y decir “simplemente se va”, “ desaparece”, “se funde”, “se disuelve” o “se convierte de agua”.(p. 116). Estos mismos autores citan a Holding, quien encontró que algunos niños no consideraban una disolución de azúcar como una única fase sino que, en lugar de eso, “...debido a que no veían una línea de separación entre el soluto y el disolvente, consideraban una disolución como una única sustancia en vez de como una mezcla homogénea.” (p.117). Respecto a las disoluciones gaseosas, citan a Meheut et al., ellos dicen que “...a menudo se mantienen fieles a la idea de que una mezcla como el aire es una sola sustancia.” (p. 117).

A continuación, se presentan algunas orientaciones sobre posibles actividades que se pueden llevar a cabo para la enseñanza en este grado:

Indagación de ideas previas: Respecto a los conceptos relacionados con los ácidos y las bases, es necesario tener en cuenta que la principal experiencia que tienen los estudiantes sobre estos conceptos está relacionada con una percepción a partir de los sentidos, ligada al consumo de alimentos (probar limones o vinagre), a lo que escucha o ve en los medios de comunicación (un ataque con ácido o un anuncio sobre un antiácido), y a documentales o actividades de clase relacionadas con fenómenos como la lluvia ácida o algunas situaciones clínicas como la acidosis. Se puede aprovechar la experiencia que traen los estudiantes, para proponer actividades iniciales en las cuales puedan utilizar estos referentes para la solución de problemas específicos, en los cuales puedan utilizar un lenguaje cotidiano, pero que cada vez se acerque más al lenguaje científico y realicen explicaciones más precisas sobre estos fenómenos que reconocen en su entorno.

Algunas preguntas que se pueden plantear inicialmente son: ¿qué entiendes por ácido?, escribe una ecuación química para una situación conocida. ¿Qué entiendes

por base?, escriba la ecuación química para una situación conocida. ¿Qué entiendes por pH?, ¿puedes decir qué entidad química o entidad molecular es la responsable del pH 7.2?, ¿qué entiendes por neutralización?, ¿qué entiendes por hidrólisis?, ¿qué entiendes por disociación? (preguntas tomadas de: Grupo Metodología Enseñanza de la Química MEQ, 2013). Las respuestas que den los estudiantes le pueden dar al docente una idea más clara acerca de las concepciones alternativas que ellos tienen sobre estos conceptos.

Historia de los conceptos: Una de las actividades que normalmente se dejan por fuera del trabajo en clase es acerca de la importancia de mostrar la ciencia como una actividad humana, que no tiene una verdad absoluta y que ha evolucionado con el paso del tiempo, que permite encontrar nuevas explicaciones a los fenómenos que se estudian. Es por eso que se propone mostrar aquellas teorías que han permitido generar explicaciones acerca del comportamiento de los ácidos y las bases como propiedad de las sustancias y que aborde a partir del trabajo en grupos, se propicie el diseño de materiales de socialización de la información y se logre evaluar la actividad a partir del uso de rubricas que incluyan la auto y la coevaluación.

Experimentación: Para el trabajo experimental con ácidos y bases existe una gran variedad de actividades que se pueden aplicar a partir de la elaboración de indicadores y la verificación de las propiedades básicas o ácidas de una sustancia o sus efectos sobre otras sustancias. Algunas actividades que se podrían aplicar son:

- a. **PH de sustancias de uso común:** se propone como actividad inicial el uso de papel indicador universal y el pH-metro para clasificar un conjunto de sustancias de uso común, se propone preparar soluciones acuosas de limón, vinagre, vino, naranja, lejía, leche de vaca, agua y otras propuestas por el docente, para favorecer además del trabajo sobre ácidos y bases, la aplicación de conceptos que se han priorizado para este grado en relación con la preparación de soluciones. Así, una posible secuencia para abordar esta actividad es:
 - Adquisición de los materiales propuestos: en la siguiente tabla se pueden apreciar las sustancias objeto de análisis por colorimetría:

| Material | Valor teórico | Valor Experimental pH metro | Valor por Colorimetría | % de Error |
|---------------------------------|---------------|-----------------------------|------------------------|------------|
| Limón | | | | |
| Vinagre | | | | |
| Vino | | | | |
| Naranja | | | | |
| Legía | | | | |
| Leche de vaca | | | | |
| Agua | | | | |
| Otras sustancias propuestas por | | | | |

| | | | | |
|-------------------|--|--|--|--|
| el docente | | | | |
|-------------------|--|--|--|--|

- Elaboración de soluciones al 20% m/v de cada uno de los materiales para proceder al trabajo experimental. Para la columna 1, se propone realizar una búsqueda en bibliografía especializada o en sitios web para encontrar el valor teórico, posteriormente se explica el funcionamiento del pH metro y el trabajo con papel indicador a partir de la escala de pH y los valores de referencia según el color que marque el papel indicador.
- Determinación del % de Error, este procedimiento permite reconocer la precisión de los instrumentos y los errores que puede tener durante la toma de datos. Se trabaja con los estudiantes la fórmula matemática para calcularlo, así:

$$\% E = \text{Valor experimental} - \text{valor teórico} / \text{Valor teórico} \times 100\%$$

- b. Análisis de soluciones a partir de lectura de etiquetas de productos cotidianos:** El propósito de esta actividad es identificar los componentes de una solución y representar de modo cuantitativo el grado de concentración utilizando algunas expresiones matemáticas: % en volumen, % en masa, molaridad (M), molalidad (m). Inicialmente se motiva a los estudiantes para que lleven al aula, etiquetas de productos de uso cotidiano en sus hogares, algunas pueden ser: vinagre blanco de mesa, blanqueador sin colorantes, alcohol antiséptico, vino blanco. La secuencia propuesta es la siguiente:
- Lectura de etiquetas de productos cotidianos, de tal forma que se centre la atención en la composición química que trae el producto. Este ejercicio se orienta con preguntas como: ¿Cuál es la composición de cada uno de estos productos?, ¿cuál es la sustancia química principal presente en el producto?, ¿clasificas ese material como una sustancia o como una mezcla?, explica tu respuesta, ¿si dice que es una mezcla, qué clase de mezcla es?, ¿cuál es el soluto y cuál es el solvente?, ¿qué significa cada uno de esos porcentajes?, ¿qué inferencias hace de cada porcentaje cuando dice X% en volumen, si el volumen es 500 ml., 750 ml., 1 litro, 2 litros?.
 - Representación de la disolución presente en cada uno de los productos propuestos. Se pretende que el estudiante realice la representación cuantitativa del grado de concentración en % volumen, % masa, molaridad (M) y molalidad (m) y establezca la relación cualitativa entre solutos y solventes presentes en la solución. El maestro orienta la elaboración de una tabla de datos con las representaciones de los estudiantes. Se hace el énfasis en el concepto de concentración de las soluciones y en la clase de soluciones, si son saturadas, insaturadas y sobresaturadas.
 - Representación por medio del lenguaje químico. En primer lugar, se invita los estudiantes a representar cada sustancia por medio de fórmulas moleculares, estructurales y de Lewis; en segundo lugar, a representar cada disolución a manera del conjunto de sustancias presentes en la mezcla disolución acuosa.

Para ello, se les pregunta ¿cómo se representa una solución acuosa de ácido acético $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{ac})}$ al 5% en volumen?, ¿cómo representas una solución acuosa de hipoclorito de sodio NaClO al 6% en volumen?, ¿cómo representas una solución acuosa de alcohol etílico $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{ac})}$ al 73,7% en volumen?, ¿cómo representas una solución acuosa de alcohol etílico $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{ac})}$ al 12% en volumen?. Se socializa el trabajo en el grupo clase y se invita a los estudiantes a plantear otras disoluciones diferentes donde se incluyan disoluciones gaseosas como ejemplo el aire.

Estas actividades pueden acompañarse con la implementación de algunos laboratorios virtuales, (a manera de ejemplo: <http://chemlab.byu.edu>), con el fin de facilitar la manipulación de diferentes sustancias que pueden ser de difícil consecución en las instituciones educativas o que revisten algún peligro en su manipulación. Las diferentes actividades propuestas se espera que ayuden en el trabajo tanto individual como colectivo, y que el maestro esté pendiente de las devoluciones e identificación de posibles dificultades que los estudiantes tengan en la medida que se acercan a estos conceptos.

Para la transferencia y aplicación de los conocimientos se plantea el uso de problemas de investigación in situ, problemas que tengan relación con los contextos educativos y en los cuales se pueda establecer articulaciones con las temáticas trabajadas. El diseño, desarrollo y comunicación de investigaciones por parte de los estudiantes, es una estrategia que puede utilizarse como parte de la evaluación formativa durante el proceso de enseñanza, también al generar productos finales aporta insumos para la evaluación sumativa y especialmente, este tipo de estrategias pueden promover habilidades metacognitivas en los mismos estudiantes, como son la planificación y el control del propio aprendizaje. A modo de ejemplo de una vía para generar un proyecto de investigación:

La quebrada Doña María principal afluente del Río Medellín, presenta niveles críticos de contaminación especialmente por los procesos de mineralización y porque en ella se acumulan grandes cantidades de materia orgánica, especialmente en la zona baja de la cuenca. Nos han invitado por parte de la Alcaldía del municipio a que investiguemos y propongamos una alternativa para resolver el fenómeno de acidificación de la quebrada, ¿qué podemos hacer?.

Esta clase de investigaciones fortalecen la conexión entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTS-A), promoviendo el desarrollo de habilidades y actitudes científicas y ambientales, que en últimas buscan generar mayor conciencia ambiental en los ámbitos locales, también a desarrollar el pensamiento crítico y a construir procesos de cambio social, personal, político y ambiental.

Entorno vivo.

Se propone trabajar con conceptos estructurantes como los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos, la expresión de la información genética y las teorías científicas sobre el origen de las especies. Respecto a los conceptos que encierran los principios mendelianos, se plantea la necesidad de establecer relaciones entre el proceso de la meiosis y las Leyes de la Herencia de Mendel; además, se propone la aplicación de diferentes mecanismos (probabilidades o punnet) para que los estudiantes identifiquen las proporciones de las características heredadas (genotipo) en algunos organismos, y expliquen con base en principios post mendelianos la forma como se transmite la información de padres a hijos, identificando las causas de la variabilidad entre organismos de una misma familia. En cuanto a la forma como se expresa la información genética se plantea la necesidad de acercar a los estudiantes en la comprensión de la síntesis

de proteínas; además, es importante que el estudiante pueda explicar los principales mecanismos de cambio en el ADN (mutación y otros), identificando variaciones en la estructura de las proteínas que dan lugar a cambios en el fenotipo de los organismos y la diversidad en las poblaciones.

Por otro lado, el concepto estructurante que encierra el análisis de las teorías científicas del origen de las especies, plantea la necesidad de que los estudiantes por una parte se acerquen a los procesos socio-históricos que posibilitan la construcción del conocimiento científico y que se concreta en teorías y principios biológicos. Por otra, se espera que puedan identificar los procesos de transformación de los seres vivos ocurridos en cada una de las eras geológicas, lo que les puede ayudar a explicar la distribución geográfica de las especies, restos fósiles y homologías, así como evidencias que dan sustento a la teoría del ancestro común y a la de selección natural. Además se propone buscar que los estudiantes reconozcan el concepto de mutación y su influencia en la selección natural y variabilidad de las especies de una población que vive en un determinado ambiente.

Estos conceptos permiten reconocer de manera holística la forma como se transmite la información genética y se manifiesta el fenotipo de los organismos, con relación a lo que se hereda y lo que se adquiere del medio, lo que permite la variabilidad, promoviendo en los estudiantes, la búsqueda de explicaciones entre las características de los seres y el ambiente donde habitan.

En la enseñanza de la biología en secundaria es conocido que las temáticas de genética y evolución representan un desafío a los maestros por los niveles altos de complejidad y abstracción de varios de los conceptos, procedimientos y actitudes que tiene cada uno de éstos. Jiménez-Aleixandre (2003), señala justamente algunas dificultades de aprendizaje en estas:

| TEMA | DIFICULTADES DE APRENDIZAJE |
|-----------|--|
| Genética | <p><i>Conceptos:</i> confusión alelo/gen; determinismo vs probabilismo; atribución del origen del fenotipo solo al genotipo; confusión células somáticas/gametos; significado diploidía, cromosoma, meiosis.</p> <p><i>Procedimientos:</i> resolución mecánica de problemas siguiendo un algoritmo; dificultades con problemas abiertos.</p> <p><i>Actitudes:</i> reconocimiento de las dimensiones sociales y éticas de la manipulación genética.</p> |
| Evolución | <p><i>Conceptos:</i> cambios individuales vs cambios de poblaciones; adaptación “a medida” vs supervivencia de los más aptos; herencia de caracteres adquiridos; atribución de homogeneidad genética a las poblaciones.</p> <p><i>Procedimientos:</i> aplicación del modelo de selección natural a situaciones de cambio biológico.</p> <p><i>Actitudes:</i> delimitar campo de creencias de modelos y teorías científicos.</p> |

Además de las anteriores, se pueden encontrar algunas concepciones alternativas de los estudiantes en cuanto a la transmisión de la información genética, donde se manifiesta una tendencia reduccionista, que simplifica el conocimiento solo a una búsqueda de causas, manifestando posiblemente desconocimiento de la complejidad respecto a la relación entre la carga genética y los factores ambientales. Esto ocurre principalmente debido al poco conocimiento de conceptos que enriquecen su aplicación, como la finalidad y el proceso de división celular y las características estructurales y funcionales del material genético; además existen falencias en el desconocimiento del papel del azar y la probabilidad en el hecho evolutivo, con los que podrían comprender mejor los conceptos de variabilidad y selección natural (Driver, et al, 1999). Así mismo, algunos estudiantes presentan dificultades en la relación de la síntesis de proteínas y la información presente en

el material genético, especialmente cuando se representa esta información con una serie de códigos que generan ciertas confusiones al momento de traducir las proteínas sintetizadas. Respecto a las teorías de la evolución, en ocasiones algunos estudiantes tienen dificultades alrededor de las teorías de la selección natural cuando en sus explicaciones mezclan ideas alternativas (lamarckianas, teleológicas, creacionistas) con ideas acordes al darwinismo (Fernández, 2007).

Para este grado se plantean estrategias evaluativas, en las que se indagan las concepciones alternativas de los estudiantes para valorar, a manera de *evaluación inicial o diagnóstica*, cómo están sus ideas frente los conceptos estructurantes sugeridos, lo que permitirá tomar decisiones sobre las actividades a desarrollar y a los estudiantes, tenerlas en cuenta para paulatinamente ir las comparando a lo largo del tiempo. Un instrumento que puede ser útil para esta indagación es el cuestionario Q-sort, cuyas principales características son: se incluyen respuestas posibles, para que el estudiante elija; se sugiere que además de elegir la opción, justifique la respuesta; y la forma de éste tipo de cuestionario, facilita la tabulación de la información. A manera de ejemplo se presenta el siguiente:

¿Por qué el topo es ciego?

Andrea le contaba a sus compañeros que había visto un programa de Discovery Channel, donde dijeron que el topo estrellado tenía ojos pero que no le servían, se guiaba por varios tentáculos (22) retorcidos que rodean la nariz; ella se preguntaba ¿cómo era que el topo había perdido el sentido de la vista?.

Julián que la escuchaba, decía que los ojos en los topos se habían perdido con el tiempo, porque no los utilizaban para nada en esos túneles oscuros.

Cecilia, cuestionaba lo de Julián y proponía que en algún momento de la historia de éste animal, los topos que tenían más facilidad de percibir con el olfato que con la vista, encontraron debajo del suelo condiciones favorables donde se podían reproducir y que así, habían sobrevivido.

Tú qué opinas?, ¿con cuál de las opciones te identificas? argumenta tu respuesta

Elaborado por los autores.

Las respuestas de los estudiantes podrán permitirle al maestro identificar la cercanía que tienen con las perspectivas de Lamarck o de Darwin para explicar la evolución de las especies. En esta indagación se sugiere evitar la estigmatización de las respuestas que dan los estudiantes y que pueden estar más cercanas a la perspectiva lamarkiana, y más bien aprovecharlas como una oportunidad para trabajar los procesos que se dan en la construcción del conocimiento científico, en este caso, biológico, utilizando estrategias como la narración histórica para la construcción de sus teorías.

Para avanzar en el trabajo de este grado, tomando en cuenta las ideas de los estudiantes, es necesario que el maestro organice una secuencia de enseñanza pensando en cómo ayudarles a estructurar su propio conocimiento. Inicialmente las actividades pueden ser dirigidas por parte del maestro, utilizando las charlas magistrales, el uso de videos donde se expliquen los diferentes conceptos, también puede usar talleres y actividades individuales y grupales con preguntas orientadoras como: ¿cuál es el origen de los seres vivos?, ¿cuáles son los principales factores en los procesos de división celular que repercuten en la variabilidad de las especies? , ¿en qué lugar de la célula se encuentra la información genética?, ¿qué factores hacen que tengas características similares a las de tus familiares?, ¿qué características te definen como un organismo de la especie humana?. De acuerdo al contexto, el maestro puede proponer diferentes estrategias de enseñanza, para los conceptos de duplicación y distribución del material genético, se puede utilizar la resolución de problemas mediante situaciones cercanas, locales y/o globales.

Se propone el uso de modelos bidimensionales y tridimensionales –como maquetas- sobre la estructura celular como la molécula de ADN o la estructura de un cromosoma, así como los procesos de reproducción celular (mitosis y meiosis), los cuales pueden ser construidos por los mismos estudiantes en la clase o fuera de ella, utilizando los materiales que tengan disponibles y que sean de fácil consecución como: palos de paleta, alambre, pitillos, plastilina, barro, arcilla; las que ayuden en la identificación de los componentes y la estructura del ADN; la forma como se lee una secuencia de nucleótidos, entre otros. Posteriormente se puede plantear ejercicios donde asocien nuevos términos, como tripletas de codones, nucleótidos, aminoácidos, ARNt, ARNr, duplicación, transcripción, con la forma como normalmente se lee la información genética y los posibles “errores” que pueden ocurrir en su lectura (mutaciones). Estas bases conceptuales articuladas a modelos/representaciones en físico, pueden ayudar en la comprensión de los estudiantes sobre la forma como se manifiesta la información genética, igualmente, favorece la construcción de relaciones entre lo micro y lo macro, nociones que permanentemente están presentes en la enseñanza de la biología.

De igual forma, estos conceptos son propicios para incorporar elementos histórico-epistemológicos de la ciencia y las reflexiones sobre ciencia-tecnología y sociedad (CTS). Así entonces, se les puede proponer a los estudiantes situarse en la época de Watson y Crick o de Mendel, y profundizar en estos personajes, ¿quienes son?, qué características tenían esos momentos históricos cuando ellos estaban vivos?, cómo se vivía en esa época (casas, movilidad, las ciudades)?, ¿qué experimentos hicieron y por qué fueron (y son) importantes para la genética?, ¿en la actualidad siguen vigentes estas ideas?. La consulta, los ejercicios de síntesis, el compartir las ideas, realizar una representación con las características de la época, hacer un debate con los opositores y defensores de las ideas de estos científicos, son posibilidades para abordar algunas de estas preguntas.

Es importante en este grado incorporar actividades que ayuden a que los estudiantes puedan resolver problemas abiertos, aquellos que no se resuelven solo con una consulta o la aplicación de un algoritmo, sino situaciones que para su respuesta tengan que hacer uso de diferentes estrategias individuales y colectivas, que favorezcan habilidades de pensamiento crítico, toma de decisiones, expresión de puntos de vista con un fundamento en evidencias, entre otras. El uso de situaciones actuales que aparecen en los medios de comunicación (TV, internet, periódico), en los cuales se pone en cuestionamiento la manipulación de información genética que tienen relación con temáticas de la salud y el ambiente, son propicias para convertirlas en posibles investigaciones. A manera de ejemplo, se incluye el fragmento de una noticia sobre el Zika, a partir de la cual se puede generar una lectura crítica, la identificación de los puntos de vista en pro y contra, así como la proyección de lo que pasará en el futuro:

La guerra de la ciencia contra el mosquito del Zika

La manipulación genética y el uso de bacterias podrían extinguir los mosquitos que transmiten el virus

La ciencia podría acabar con el mosquito que transmite el virus del Zika o, al menos, reducir de forma significativa su población. Con el concurso de las más modernas herramientas de manipulación genética, los científicos proponen esterilizar a los machos, masculinizar a las hembras o hacer a las crías adictas a un antibiótico. Otros han encontrado en una bacteria un mecanismo menos radical para que los mosquitos sean resistentes a los virus.

La Organización Mundial de la Salud decía esta semana que hay al menos 15 grupos trabajando en una vacuna contra el virus del Zika. Pero añadía enseguida que harán falta unos 18 meses para que pueda ser probada a gran escala. En ese plazo, la ciencia podría llevar a la extinción al mosquito que transmite el virus, siempre que se rebajaran los controles de seguridad a los experimentos que se están realizando con mosquitos transgénicos. Otra cosa es que sea aceptable acabar con toda una especie, aunque sea la de un mosquito que transmite varios virus.

La idea básica aquí es matar al mensajero. El vector del Zika es el *Aedes aegypti*, mosquito originario de África que ha colonizado toda la zona tropical del planeta y que también puede transmitir la fiebre amarilla, el dengue o el chikunguña. Entre las armas convencionales para frenarlo están los insecticidas y el uso de repelentes o hasta, como han hecho las autoridades de varios países americanos con más efectismo que efectividad, desplegar miles de soldados para cazarlos casa por casa. (...) Para ampliar ver artículo tomado temporalmente de: http://elpais.com/elpais/2016/02/18/ciencia/1455816482_588210.html

De las diferentes actividades que el maestro seleccione para su secuencia, es importante que decida desde cuáles va a realizar el monitoreo y seguimiento del aprendizaje de los estudiantes. Si bien cada uno de los ejemplos mencionados, se podrían tomar en sí mismo como actividad de evaluación, es necesario que con anterioridad el maestro acuerde con los estudiantes cuál o cuáles actividades y bajo qué criterios se hará la evaluación.

Para poder analizar los avances de aprendizaje con respecto a los conceptos que se han trabajado, se propone aplicar una *evaluación procesual* por medio de un KPSI¹, como el que se plantea a continuación.

¿Qué he aprendido en relación a la información genética?

Coloca en las columnas el número que corresponda con tu respuesta:

Estudio previo: He estudiado los conceptos básicos de este tema 1: SI 2: NO

Nivel de conocimientos que crees tener:

- 1: No lo conozco
- 2: Es posible que sepa alguna cosa sobre él
- 3: Lo conozco un poco
- 4: Lo conozco bien
- 5: La puedo explicar a un amigo o amiga

| CONCEPTO | a) Estudio previo | b) Nivel de conocimiento (se puede diligenciar en diferentes momentos de la secuencia de enseñanza) |
|----------|-------------------|---|
|----------|-------------------|---|

¹ Instrumento propuesto inicialmente por Tamir y Lunetta en 1978, “es una herramienta de autoevaluación que permite a una persona en situación de aprendizaje tomar conciencia del grado inicial y de la evolución posterior de sus conocimientos, habilidades o competencias respecto a una materia en cuestión” (Jorba & Sanmartí, 1994).

| | | |
|--|--|--|
| ADN Síntesis de proteínas ARN Duplicación Replicación Traducción Leyes de Mendel Meiosis Selección natural | | |
|--|--|--|

Posteriormente se proponen actividades como: lectura de artículos científicos, prácticas de laboratorio como la extracción de ADN, observación y socialización de videos, lectura de periódicos con noticias recientes. Estas actividades pueden ayudar a que el estudiante también establezca conexiones entre los contenidos trabajados en este grado y los anteriores, en este caso, la comprensión de las relaciones entre célula, tejidos, órganos y sistemas es clave para que el estudiante entienda tanto lo micro (ADN) como las implicaciones de esto en la genética y la evolución.

Con base en los conceptos, habilidades y actitudes sugeridos en este grado, se proponen en la parte final de las secuencias de enseñanza aquellas actividades que permitan que los estudiantes expresen de forma libre y utilizando diferentes medios -escrito, oral, audiovisual, etc.- lo que han aprendido. Se espera que puedan plantear argumentos con soportes teóricos para poner en discusión posturas que den cabida por ejemplo, a temáticas como la discriminación o a la manipulación genética. Ellos mismos pueden organizar debates en los que se busque promover visiones holísticas y movilizar los esquemas deterministas biológicos específicamente genéticos, que en ocasiones sobresalen en los discursos y prácticas de los seres humanos, y más bien, la expresión de sus ideas estén sustentadas en evidencias, que no sean promovidas por los discursos mediáticos sin bases científicas, seleccionando con criterios claros las fuentes y respetándolas al citarlas.

El maestro puede evaluar el debate, mediante el diseño de rúbricas, con las que puede promover procesos de autoevaluación en los estudiantes y en las que incluya asuntos en cuanto a la participación, tipos de argumentaciones, calidad en las mismas, propuestas de contraargumentos, soportes conceptuales en sus argumentos, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS, RECURSOS Y OTRAS LECTURAS RECOMENDADAS

Referencias Bibliográficas:

- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V., (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor (traducción de María José Pozo Municio).
- Fernández-Curay, R. (2015). Ideas alternativas de los estudiantes del curso de física 1, de la facultad de ingeniería, sobre la mecánica. Tesis de maestría. Universidad de Piura Facultad de Ciencias de la Educación. Perú
- Fernandez, J. & Sanjosé V. (2007). Permanencia de ideas alternativas sobre Evolución de las Especies en la población culta no especializada. *Didáctica De Las*

Ciencias Experimentales Y Sociales. 21. P. 129-149

Grupo Metodología Enseñanza de la Química MEQ-Maestros. (2013). Reconstrucción de los conceptos de acidez y basicidad a partir del análisis de situaciones ambientales problemáticas. VI Encuentro de maestros MEQ. Taller a maestros en ejercicio. Biblioteca EPM. Medellín, octubre 21. Grupo MEQ. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Ibarra Sáiz, M. & Rodríguez Gómez, G. (2007). El trabajo colaborativo en las aulas universitarias. Reflexiones desde la autoevaluación. *Revista de Educación*, 344, P. 355-375.

Jiménez Aleixandre, M., Caamaño, A. & Pedrinaci, E. (2003). *Enseñar Ciencias*. 2da ed. Serie didáctica de las ciencias experimentales. Barcelona: Editorial Grao.

Jorba, J. & Sanmartí, N. (1994). *Enseñar, Aprender y Evaluar: Un proceso de regulación continua*. MEC. Madrid.

Rodríguez, M. L. (2000). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la biología y la investigación en el estudio de la célula. *Investigações em Ensino de Ciências*. 5(3), P. 237-263.

Romanos Forcada, I. (2014). Errores conceptuales en física en los alumnos de la E.S.O y bachillerato. Propuestas de resolución. Trabajo de fin de Máster. Universidad de Pública de Navarra. España

Jorba, J. & Sanmartí, N. (1994). *Enseñar, Aprender y Evaluar: Un proceso de regulación continua*. MEC. Madrid.

Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.

Recursos:

Entorno Físico

| | |
|-------------------------------|---|
| Movimiento | http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/cine01/re11.swf |
| Indicadores ácido-base | https://salvadorhurtado.wikispaces.com/file/view/INDICADORES.swf |
| Disolución agua- sal | http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_9/S/menu_S_G09_U04_L02/index.html |
| Preparación de una disolución | http://rabfis15.uco.es/labquimica/simulaciones/Flash/DISOLUCIONES/Disoluciones.swf |

Entorno vivo:

| | |
|--|---|
| Genética | Cuento: Maria Fabiana Malacarne. ¿por qué los hijos se parecen a los padres? http://masscience.com/2015/12/02/por-que-los-hijos-se-parecen-a-los-padres/ |
| ¿Cómo cambian las especies en el tiempo? | http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/G_9/S/index.html |

BORRADOR