

Química

1. Fundamentación

En el Diseño Curricular de Química del Ciclo Básico, se ha hecho mención al posicionamiento ideológico y filosófico de dicho espacio: *... la educación científica en este siglo reporta una nueva visión del mundo y, por lo tanto, un interés superador en la enseñanza de las ciencias en la escuela secundaria. Ya no es solo formar ciudadanos que sean capaces de interpretar y elegir, se trata de formar ciudadanos que puedan posicionarse en el mundo, y actuar en consecuencia con una conciencia planetaria. Sujetos que destaquen la diversidad para comprender la equidad, que se sientan ciudadanos del planeta que habitan, respetando la identidad de la que gozan y orientando su acción, de manera que su intervención les permita preservar la vida en todas sus formas.*

Las ciencias naturales refuerzan su presencia en la formación de la inteligencia general, pues comprender los problemas complejos del mundo requiere del aprendizaje de grandes núcleos conceptuales que servirán de puentes para acceder al entramado, y tomar conciencia de la multidimensionalidad y globalidad de los fenómenos, para actuar en consecuencia. La sostenibilidad que involucra los problemas ambientales, la crisis energética, los movimientos sociales alrededor de un recurso, los intereses mundiales sobre los recursos no renovables, refiere a fenómenos que no pueden comprenderse desde una mirada fragmentada, de una ciencia reduccionista y simplificista; sino que requieren de un tratamiento que permita la entrada al estudio de la problemática con una concepción de ciencia renovada. En palabras de Carlos Galano, se debe “ambientalizar el currículo para promover la sustentabilidad a escala humana, favorecer la propuesta interdisciplinaria, como puente de integración de los mundos físicos, biológicos y culturales y especialmente como magma propiciatorio para la construcción del paradigma ambiental”.

La formación científica entendida como un componente importante de la formación ciudadana exige un replanteo profundo de las formas en que su enseñanza ha sido desarrollada tradicionalmente. Alfabetizar científicamente requiere el desarrollo de las capacidades necesarias para intervenir en la toma de decisiones tecnocientíficas, que pueden y deben ser educadas. “Además, es en el desarrollo de estas capacidades donde se manifiesta con más intensidad la relación entre la enseñanza de las ciencias y la educación en valores, algo que reivindica con gran vigor el movimiento CTS” (Acevedo, 1996a; Martín, Osorio y López- Cerezo, 2001; Waks, 1996). Es entonces que una de las primeras consideraciones que deben hacerse al plantear la enseñanza de las ciencias en la escuela secundaria, es saber qué tipo de conocimiento hace falta para analizar críticamente los argumentos que se esgrimen en esas cuestiones.¹⁰²

Desde esa perspectiva, en este espacio curricular del Ciclo Orientado de la Enseñanza Secundaria, se propone profundizar dichos aspectos centrándose en aquellos saberes de la Química que permitirán la comprensión de los fenómenos del mundo que revisten mayor complejidad conceptual, con el enfoque de la sostenibilidad. Este espacio se caracterizará por la construcción de saberes que los jóvenes ciudadanos requieren para poder intervenir (sentir, pensar y actuar) en el mundo, no sólo en busca de la calidad ambiental, sino también de la equidad y la justicia social como criterios y valores que es preciso considerar en este nivel de formación.

¹⁰² Ministerio de Educación de la Provincia de Río Negro, Diseño Curricular de la Escuela Secundaria, Ciclo Básico, Química, Fundamentación, 2008.

La propuesta se fundamenta en la caracterización de la sostenibilidad realizada en consideración a la “Década de la educación para el desarrollo sostenible” proclamada por la ONU (2002) y llevada a cabo por la UNESCO entre 2005-2014, que promueve una educación que forme ciudadanos comprometidos con la *reducción de la pobreza, igualdad de sexos, promoción de la salud, protección del medio ambiente, transformación rural, derechos humanos, comprensión cultural y paz, producción y consumo responsables, respeto a la diversidad cultural y acceso igualitario a las TIC*.¹⁰³

La idea de sostenibilidad requiere *planteamientos holísticos, globales; exige tomar en consideración la totalidad de problemas interconectados a los que la humanidad ha de hacer frente y que sólo es posible a escala planetaria, porque los problemas son planetarios: no tiene sentido aspirar a una ciudad o un país sostenibles (aunque sí lo tiene trabajar para que un país, una ciudad, una acción individual, contribuyan a la sostenibilidad). Esto es algo que no debe escamotearse con referencias a algún texto sagrado más o menos críptico o a comportamientos de pueblos muy aislados para quienes el mundo consistía en el escaso espacio que habitaban*.¹⁰⁴

Se comprende la sostenibilidad como un concepto complejo que incluye e interrelaciona aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales del desarrollo humano que se deben contemplar en los procesos de formación. Dado su carácter interdisciplinar, la construcción de los saberes inherentes a éste debe abordarse previendo la profundización de los conocimientos disciplinares vinculados a las ciencias, y en particular a la Química.¹⁰⁵

En referencia a la construcción de saberes, resulta conveniente en este momento, hacer mención a la concepción en que se sustenta la enseñanza y aprendizaje en Química.

El saber es un proceso que se basa en las relaciones entre saber y psiquismo. Estas relaciones se pueden abordar de dos maneras, las cuales coinciden en destacar la noción de proceso. En primer lugar, se trata de comprender el aprendizaje de los saberes: ¿cómo se los adquiere o se fracasa en adquirirlos? ¿Cómo se facilita su apropiación mediante ciertas técnicas? ¿Cómo surgen y se desarrollan las inhibiciones de saber y de aprender? ¿Cómo actúan los mecanismos cognitivos? Una gran parte de la psicología cognitiva del siglo XX logró sacar a la luz las relaciones complejas que mantienen los sujetos que aprenden con los saberes por adquirir, se llegó entonces a concebir la idea de que **los aprendizajes de un saber representan la realidad dinámica del saber: los saberes no son sino aprendizajes cuyo objeto es adquirirlos**. Esta concepción psicológica ha dado lugar a múltiples ensayos e innovaciones pedagógicas que pusieron énfasis en las situaciones que favorecen el acto de aprender, lo que equivale a mostrar que aprender es acto y no sólo impregnación pasiva. **Es la actividad lo que hace el saber, no su almacenamiento**; una actividad de segundo grado, podría decirse. El saber no está constituido por la masa de resultados (informaciones); el saber es saber de lo que él es, de la capacidad

¹⁰³ Colocar documento de donde se extrajo

¹⁰⁴ Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C. y Macías, O. (2009). “La sostenibilidad como [r]evolución cultural, tecnocientífica y política” [artículo en línea]. OEI. <http://www.oei.es/decada/accion000.htm>

¹⁰⁵ Se recomienda la lectura del Anexo: Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C. y Macías, O. (2009). “Educación para la sostenibilidad” [artículo en línea]. OEI. [Fecha de consulta: 10/07/2009]. <http://www.oei.es/decada/accion004.htm>

de un individuo de dar cuenta y razón de lo que sabe. Por eso aprender es aprender la libre disposición de espíritu que es el saber, una facultad de elegir entre todas las cosas y las opiniones, de acuerdo con la razón.

J. Schlander destaca que todo saber implica un sujeto que conoce, que no existe un saber en sí, que todo saber es acto y no esencia, y que por lo tanto **el saber consiste en una actividad cognitiva**. No obstante, agrega, aunque el saber es una relación, es también producto y un resultado. La representación del saber como reserva omite una parte de la realidad. Una comparación viene al caso: así como una mina de oro no es nada sin el laboreo que produce la riqueza, un libro es un objeto muerto cuya única importancia reside en el potencial que representa para el trabajo del lector; el saber no es el contenido del libro sino la actividad mental. Se pone así en primer plano la noción de trabajo. Trabajo psíquico, trabajo mental, trabajo colectivo, es el trabajo, es decir la transformación, lo que se convierte en el paradigma del saber.

En segundo lugar, al saber percibido como del hacer y del decir se le opone el saber del pensar y del hacer, es decir, el actuar. **El saber se estaría haciendo y no sería el que es sabido. Saber algo no es poseer algo: es poder hacer.** El saber como proceso de trabajo no puede ya confundirse con el resultado momentáneo de ese trabajo, porque el saber es una acción que transforma al sujeto para que éste transforme al mundo (lo que nos acerca a la idea de que el saber es el de las preguntas y no el de las respuestas).

En concordancia con esta concepción, desde el espacio curricular de Química se promoverá la formalización de conceptos, modelos y teorías que permitan a los estudiantes comprender los fenómenos para posicionarse racionalmente como ciudadanos, trascendiendo la objetividad fragmentaria; brindando propuestas de enseñanza y aprendizaje que permitan conectar interdisciplinariamente los fenómenos del mundo natural, socio-económicos y culturales propios del medio ambiente y su desarrollo local y global. De esta manera, se promoverá un cambio de las representaciones mentales sobre la realidad, desde una ética que no solo implica saber y poder hacer, sino que instalará en las aulas un tipo de formación que oriente la acción.

Victoria Chitepo, Ministra de Recursos Naturales y Turismo de Zimbabwe, en *Nuestro futuro común* (el informe de la CMMAD) expresa: "*Se creía que el cielo es tan inmenso y claro que nada podría cambiar su color, nuestros ríos tan grandes y sus aguas tan caudalosas que ninguna actividad humana podría cambiar su calidad, y que había tal abundancia de árboles y de bosques naturales que nunca terminaríamos con ellos. Después de todo vuelven a crecer. Hoy en día sabemos más. El ritmo alarmante a que se está despojando la superficie de la Tierra indica que muy pronto ya no tendremos árboles que talar para el desarrollo humano*".¹⁰⁶ Esta realidad es la que precisa diseñar y orientar adecuadamente una renovada construcción de saberes que permitan comprender la idea de desarrollo, no crecimiento infinito, que incluye la satisfacción de las necesidades básicas de todos y la aspiración de una vida mejor.

Posicionado el currículo de esta manera, la Química cumple un papel central en la construcción de los saberes vinculados a la sostenibilidad, al promover el abordaje de distintos fenómenos para interpretarlos y explicarlos, con modelos progresivamente más cercanos a los consensuados por la comunidad científica.

¹⁰⁶ Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C. y Macías, O. (2009). Op.cit.

2. Encuadre Didáctico

2.1. La Química en la Formación General del Ciclo Orientado

En este Ciclo, el espacio de Química se orienta a la formación general de los estudiantes, con el propósito de acompañar la construcción de su subjetividad como ciudadanos, imprimiendo en ella una cultura científica y apropiándose de saberes específicos del área de las ciencias de la naturaleza.

Este proceso de construcción se da en un espacio escolar que no es homogéneo sino que es un ámbito, que además de tener especificidad cultural, es heterogéneo y conflictivo, ya sea que esto se haga explícito o no. Las significaciones culturales que portan los alumnos y los docentes y las propias del colectivo institucional están siempre en proceso de interacción, resignificación e implicación mutua, constituyendo una cierta totalidad atravesada por el currículum. (Marco Teórico, Diseño Curricular de la Escuela Secundaria, 2008)

Docentes y estudiantes se enfrentan a la tarea de darle significatividad al proceso educativo, y desde esa perspectiva, la historicidad, la idea de sí mismos, de los otros y del mundo que los rodea, los intereses; tensionan la vida de las aulas produciéndose un proceso de socialización único. Es entonces que reconocer y reconocernos como sujetos interactivos en dicha construcción, es el punto de partida para darle sentido a la enseñanza y el aprendizaje en la escuela. *Es a partir de esa posibilidad que tendremos que definir algunos acuerdos a la hora de pensar una escuela para los adolescentes y jóvenes de nuestra provincia, inserta en una realidad nacional y latinoamericana.* (Marco Teórico, Diseño Curricular de la Escuela Secundaria, 2008)

Asimismo, cuando se trata de caracterizar la cultura del joven estudiante en esta etapa de formación, Tenti Fanfani (2000) señala que en el contexto latinoamericano en el que se producen constantes transformaciones, *los síntomas manifiestos y estridentes son la exclusión y el fracaso escolar, el malestar, el conflicto y el desorden, la violencia y las dificultades de la integración en las instituciones, y sobre todo la ausencia de sentido de la experiencia escolar para proporciones significativas de adolescentes y jóvenes latinoamericanos [...], con dificultades para ingresar, progresar y desarrollarse en instituciones que no han sido hechas para ellos. Todo parece indicar que [...] ingresan a una institución ajena, y que por lo tanto no cumple ninguna función para sus proyectos vitales. [...] Cuando la distancia entre la cultura social incorporada por los muchachos y la cultura escolar-curricular es grande, el conflicto es un fenómeno factible en la experiencia escolar.*

Si tuviéramos que decirlo con una sola frase, diríamos que los jóvenes mantienen con las instituciones escolares una relación definitivamente ambigua y compleja. (Urresti, M., 2005). Esta se manifiesta claramente en la relación que establecen con sus pares, con el conocimiento y con los docentes; por lo tanto, docentes y estudiantes, deben ser percibidos en un *complejo micromundo de relaciones interpersonales*. Ya no basta pensar el proceso educativo con la *lógica de la práctica pedagógica*, sino que es necesario no solo [...] *tomar en cuenta las características o propiedades materiales de los actores (su edad, sexo, nivel de escolaridad, condiciones de existencia, etc.), las cuales pueden medirse como cualquier objeto del mundo físico, sino que también es preciso tomar en cuenta las cualidades simbólicas, las cuales funcionan como propiedades distintivas [...] según las percepciones de los alumnos.* (Tenti Fanfani, 2001).

En este contexto, [...] los adolescentes necesitan propuestas de trabajo, que incorporen el ejercicio de la palabra plena como condición para desarrollarse y devenir un sujeto responsable de sí y de sus actos ante los demás, de instituciones educativas que los incluyan y reconozcan como sujetos capaces de incorporarse activamente con su historia a la investigación, al análisis y evaluación de sus propios procesos de aprendizaje. (Marco Teórico del Diseño Curricular de la Escuela Secundaria, 2008)

Es entonces un desafío para los profesores de Química, transformar el aula de modo que las relaciones que se construyen en este espacio permitan apreciar el valor formativo de la disciplina en la construcción de subjetividades. Pero aún en consideración de estos aspectos relevantes de la vida escolar, investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales muestran actualmente que los currículos de Química propuestos para el ciclo Orientado de la escuela secundaria continúan siendo propedéuticos, abstractos y excesivamente extensos; por lo que los jóvenes no perciben a la Química como algo próximo a sus intereses y la valoran negativamente en su formación.

Para transformar la visión tradicional de la disciplina, es indispensable que se considere que:

- *Los estudiantes de secundaria --como todos los seres humanos-- tienen capacidad limitada de procesamiento de información; y el esfuerzo cognitivo para aprender se relaciona directamente con la motivación.*
- *Los estudiantes de secundaria, como integrantes de una cultura globalizada postmoderna, perciben negativamente a la Química como contaminante del planeta y como una disciplina “difícil”, cuya salida laboral no recompensa el esfuerzo que demanda aprehenderla.*
- *Los que elegimos enseñar Química, debemos aceptar que sólo algunos de nuestros estudiantes de secundaria estarán interesados en seguir ciencias. La mayoría de ellos no seguirán carreras relacionadas con la Química, pero serán ciudadanos y ciudadanas que deberían llegar a valorarla a partir del contacto con esta disciplina durante sus años de secundaria. (Galagovsky, 2007)*

Pensar en la enseñanza y el aprendizaje de Química de la Formación General del ciclo Orientado requiere entonces, articular la propuesta del Ciclo Básico de formación y profundizar el enfoque que el mismo promueve, instalando una ruptura con el modelo tradicional de enseñanza de esta disciplina aún presente en las aulas.¹⁰⁷

Retomando la propuesta del Ciclo Básico del Diseño Curricular de la Escuela Secundaria, la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza se sustenta en la concepción de “ciencia escolar” caracterizada por:

- tener propósitos que la alejan de ser una “copia a escala” del trabajo de innovación científica
- vislumbrarse tanto las estrategias del trabajo científico como su aspecto abstracto
- responder a una organización conceptual que tiene su propia lógica, secuenciando los objetos de enseñanza y aprendizaje con un propósito pedagógico
- el papel central de la construcción del discurso en su enseñanza y aprendizaje.

¹⁰⁷ Se recomienda la lectura del Diseño Curricular de Química en el Ciclo Básico de la Escuela Secundaria Rionegrina, 2008.

El espacio curricular de Química recuperará esta concepción, y centrándose en las características del sujeto pedagógico de esta etapa, profundizará la formación específica en la disciplina orientada según se ha explicitado en la fundamentación.

Al respecto, Lydia Galagovsky (2005) cita en el documento “La enseñanza de la Química pre-universitaria: ¿qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes?”: *“Se enseña la misma Química para todos los ciudadanos, aunque es evidente que una mínima parte de estos ciudadanos se convertirán en profesionales o investigadores químicos. El currículo, enfrenta a todos los alumnos con abstracciones teóricas, alejadas de sus entornos cotidianos e irrelevantes para sus vidas como ciudadanos. La tradición de enseñar Química desde un punto de vista científico, en lugar de haber enfrentado las cada vez mayores dificultades que aparecen, se ha vuelto autoreferente (self-evident). Así como se presentan los contenidos de Química, son inaccesibles, incomprensibles hasta llegar al punto de ser esta asignatura percibida como de relevancia nula para la vida de los alumnos. (Wobbe de Vos, 2002)”*

La Química suele aparecer en los programas escolares con una estructura organizada desde una lógica disciplinar, que reproduce el modelo de construcción “ladrillo a ladrillo” donde en muchos casos, el estudiante pierde la visión de “la obra” que podrá construir una vez adquiridos los saberes (ladrillos) en una ardua disputa por dar sentido a aquello que se dice relevante y que no reviste trascendencia en la constitución de su subjetividad ciudadana. Estos programas de contenidos, muestran una selección que responde a un criterio positivista de la ciencia erudita y, a pesar de los intentos por contextualizar su enseñanza y aprendizaje, no permiten la construcción significativa de saberes. En este sentido, Monereo y Pozo (2001) señalan: *en la escuela actual, profesores del siglo XX, enseñamos a alumnos del siglo XXI los contenidos del siglo XIX (o anteriores).*

Es necesario despojar a la Química, en tanto ciencia escolar, de su imagen epistemológica empirista y de su visión a-histórica¹⁰⁸, para que se transforme en una ciencia que promueva la comprensión de los fenómenos del mundo natural, en su contexto socio-económico-cultural y con fuerte presencia en problemáticas actuales vinculadas al concepto de sostenibilidad; para intentar superar el poco afecto de los estudiantes hacia esta ciencia y los problemas que a veces se generan en su aprendizaje.

Resulta entonces una decisión curricular, la construcción de los saberes relacionados con los conocimientos que se han producido a partir del siglo XX, en el campo de la Química, con los que se podrán comprender los fenómenos del siglo actual, proporcionando una cultura científica que permita a los estudiantes integrarse en una sociedad cada vez más científica y tecnológica.

Realizando un recorrido por la enseñanza de las ciencias, y en particular de la Química, en el Ciclo Básico de la escuela secundaria rionegrina se observa en primer lugar, en el Taller de Ciencias de la Naturaleza, el estudio de las propiedades de los materiales esenciales, como el agua, y a partir de fenómenos del mundo natural, un acercamiento a la construcción del mundo microscópico. Luego, en los espacios

¹⁰⁸ Transitado el Ciclo Básico de la enseñanza secundaria, suele pensarse que llega el momento de tratar “científicamente” los conocimientos en Química, como quitándole rigurosidad a los saberes construidos en esa etapa y revistiendo la disciplina de una visión puramente erudita. Suele considerarse que ha llegado el momento de aprender Química “en serio”, por lo que se instalan nuevamente en el aula, propuestas de enseñanza muy alejadas de la concepción en la que se fundamenta este espacio curricular.

curriculares de Química de 2° y 3° año, se ha profundizado el estudio de dichas propiedades y su relación con los cambios y la estructura de la materia. En los tres años de este ciclo, se ha abordado el tratamiento y la construcción de los saberes desde los problemas que cualquier ciudadano común podría cuestionarse, con el propósito de desarrollar una competencia específica: **el conocimiento y la interacción con el mundo físico**, que requiere la elaboración de modelos de representación mental de cierto grado de abstracción, consensuados y científicamente coherentes, que iniciaron la inclusión del lenguaje propio de la Química.

En la Formación General del Ciclo Orientado, dada la característica de los conocimientos científicos que involucran la construcción de los saberes que se proponen, el estudiante continuará la elaboración de modelos de representación cada vez más complejos y formales, en evolución coherente con su desarrollo psicológico y cognitivo, introduciendo nuevas abstracciones y, en muchos casos, considerando distintas teorías para explicar un mismo fenómeno. Resulta imprescindible no desviar el enfoque de la enseñanza propuesto, evitando el tratamiento tradicional que se ha hecho de dichos conocimientos, que lejos de permitir la evolución de los modelos mentales de los estudiantes, empobrece su visión sobre la ciencia y, en particular sobre la Química.

Es trascendente que los estudiantes avancen en la comprensión de los problemas vinculados al ambiente, haciendo hincapié en la obtención y análisis de datos relevantes, de qué manera obtenerlos y cómo interpretarlos, para diferenciarlos de las opiniones personales y asumiendo una postura para intervenir como ciudadanos. Como ejemplo, para comprender la formación de la capa de ozono, aparece como relevante entre otros el concepto (complejo y abstracto) de equilibrio químico; por lo que su abordaje en esta etapa de la formación, requerirá retomar el concepto de reacción química y complementarlo, para elaborar un modelo que permita explicar dicho fenómeno.

En definitiva, no se trata de ofrecer unas ciencias básicas para aquellos estudiantes que no volverán a trabajar contenidos científicos sino, más bien, contribuir a que estos le pierdan el miedo al análisis de cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología que le afectan o afectarán a sus condiciones de vida y a que todos, los de letras y los de ciencias, adquieran las competencias necesarias para la resolución de problemas, valoren la importancia de disponer de una opinión informada y se ejerciten en la toma de decisiones. (Pedrinaci, 2006)¹⁰⁹

2.2. Propósitos

En este marco, los propósitos a considerar para la enseñanza de la Química en la Formación General del Ciclo Superior incluyen:

- Reconocer el carácter humanístico de la Química como ciencia central en el estudio y análisis de problemáticas naturales y sociales, indispensable para pensar, sentir y actuar como ciudadanos comprometidos.

¹⁰⁹ Emilio Pedrinaci. (2006). Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿Una materia para la participación ciudadana? [Versión electrónica]. Revista Alambique 49, Ed. Grao

- Relacionarse con los fenómenos del mundo natural, explorándolos sistemáticamente mediante estrategias propias del pensamiento científico, para construir saberes socialmente validados.
- Conocer las ideas fundamentales de la Química del siglo XX, considerando su génesis histórica y destacando su carácter provisional, valorando su manejo para explicar los fenómenos del mundo.
- Construir modelos de representación mental de mayor abstracción, incluyendo los conceptos y teorías científicas apropiadas, para explicar los fenómenos químicos asociados a las problemáticas vinculadas al desarrollo sostenible.
- Discernir sobre la validez de la información originada en diversas fuentes, utilizando el criterio propio de la formación científica, para evaluar la pertinencia real de las ideas comunicadas.
- Integrar la mirada Química de los fenómenos complejos con las de las otras disciplinas, mediante el abordaje interdisciplinar de núcleos temáticos específicos, para comprender el tratamiento científico de los problemas vinculados a la sostenibilidad.
- Construir el discurso científico, incorporando el lenguaje químico, para comunicar los saberes construidos.
- Valorar críticamente los resultados de las investigaciones, sometiéndolos a procesos de validación social, para desarrollar la visión actual del conocimiento y actuar en debates científicos.
- Comprender la materia como un sistema de partículas en interacción, construyendo diferentes modelos para interpretar la realidad.
- Interpretar los cambios en términos de interacción entre partículas o sistemas, comprendiendo la conservación de las propiedades no observables y el equilibrio, para profundizar el estudio de los fenómenos químicos.
- Integrar esquemas de cuantificación tales como proporción, probabilidad y correlación, en los modelos de representación mental, para comprender las leyes que permitieron el desarrollo del aspecto abstracto de la Química.
- Tomar conciencia de los saberes construidos, reflexionando metacognitivamente, para valorar la evolución en la alfabetización científica.

2.3. Contenidos

Dado que no existe una única forma universal de organizar los conocimientos (Porlán, 1993), seleccionar los contenidos con los que se construirán los saberes, requiere tomar decisiones que se encuentran fuertemente ligadas a la fundamentación ideológica y epistemológica del espacio curricular.

En algunos currículos prevalece aún, un enfoque enciclopedista con un énfasis excesivo para enseñar "hechos" que, contrariamente a la visión de enseñanza y aprendizaje actual, minan la posibilidad de explorar una nueva y creativa forma de aprender ciencias. Los estudiantes no son estimulados a pensar científicamente ni

desarrollan las competencias básicas necesarias para completar su proceso de alfabetización científica.

En concordancia con la fundamentación de este espacio curricular, los contenidos se seleccionaron para permitir la comprensión de los fenómenos químicos del mundo natural y a aquellos producidos por la actividad humana, de manera que promuevan la formación de un ciudadano comprometido con el desarrollo sostenible.

La Química tiene un papel central en la explicación de fenómenos como el uso racional de los recursos, la disponibilidad y el acceso al agua potable, la demanda de alimentos para toda la población, entre otros.

Al impacto que produce el crecimiento poblacional a nivel mundial, se asocian procesos y productos como:

- *Disminución de la capa de ozono.*
- *Pérdida de suelos por prácticas agrícolas no sostenibles.*
- *Contaminación de los mares, con la consiguiente disminución de recursos alimentarios.*
- *Persistente introducción de contaminantes orgánicos en el ecosistema.*
- *Cambio climático, que causa alteraciones impredecibles en el ciclo hidrológico, como cambio en el nivel del mar, inundaciones, sequías y la propagación de enfermedades infecciosas.* (Hjeresen, Schutt y Boese, 2000)

Las ideas científicas que requiere la comprensión de estos procesos, encuentran en este nivel de formación, el espacio propicio para que por medio de la construcción de los saberes específicos de la Química, de cierto grado de complejidad y abstracción, se amplíen los modelos mentales de los estudiantes. Lo importante será determinar, más allá de su pertinencia, el grado de profundización o alcance con el que se abordarán dichos conocimientos en función de los propósitos planteados.

2.4. Consideraciones metodológicas

2.4.1. La caracterización de la enseñanza y aprendizajes de las ciencias en estudiantes del ciclo Orientado

El desarrollo cognitivo de un adolescente estudiante en esta etapa se caracteriza en general por el aumento de su preocupación con respecto a su futuro, consolida y define sus hábitos de trabajo, es más capaz de fijarse metas, tiende a concentrarse en sí mismo, aumenta su capacidad de pensamiento abstracto y a largo plazo, y puede controlar su conducta. Asimismo, se interesa por el conocimiento filosófico, la política y los asuntos sociales; puede utilizar supuestos en situaciones de resolución de problemas y distingue entre acontecimientos probables e improbables pudiendo resolver problemas de los tipos mencionados.

En esta etapa de la escolarización, comienza a ser posible que los estudiantes adquieran una formación científica de cierta profundización, tanto para avanzar en la construcción de su subjetividad como ciudadanos responsables y comprometidos como para proseguir estudios superiores en cualquier área del conocimiento.

Se hace indispensable promover el desarrollo de habilidades de orden superior, que permitan abordar el tratamiento de problemática cotidianas con acento en el manejo del conocimiento científico para comprenderlas y explicarlas. Los estudiantes

adquirirán las herramientas necesarias para saber el tipo de conocimiento que deben utilizar en determinada situación, de manera que, poniendo en tensión la consistencia de los razonamientos, opiniones y/o afirmaciones que la gente acepta como verdaderas en el contexto de la vida cotidiana, construyan los saberes propios de la cultura científica. Estas habilidades demandan una construcción sostenida y deben ser enseñadas en la escuela, pues no son dadas, y su desarrollo se produce en el contexto real del aula.

En el Ciclo Básico de la escuela secundaria, se ha hecho hincapié en la implementación de propuestas de enseñanza que activaran procesos cognitivolingüísticos en los que describir, resumir, narrar, explicar, definir, hipotetizar y explicar, fueran habilidades desplegadas por los estudiantes a medida que se producía la construcción de los modelos mentales de representación de los fenómenos naturales. En el Ciclo Orientado, se espera que dichos modelos se complementen y para ello es necesario que la argumentación científica se constituya como propósito central del desarrollo del pensamiento en toda propuesta de enseñanza y aprendizaje.

La argumentación¹¹⁰, como habilidad de orden superior, requiere poder explicar y justificar; dando lugar a un “texto” o discurso de alta complejidad. De esta manera, los estudiantes avanzarán en la construcción de un modelo teórico que se despoje o resignifique las teorías implícitas, e incluya los saberes específicos de la disciplina en correspondencia con los fenómenos del mundo natural; poniéndolos en juego en diferentes contextos.

Dada la característica de la argumentación, en términos de la posibilidad de ser exteriorizada, la construcción del discurso científico adquiere un papel central en las clases de Química. El manejo del lenguaje simbólico, los modelos de representación, el vocabulario específico, entre otros, deben constituir dicho discurso, tanto en las acciones lectoras como en la producción de textos.

En el Marco Teórico del Diseño Curricular de la Escuela Secundaria de Río Negro (2008), se señala como una de las intenciones educativas o propósitos que dan sentido al proceso educativo: *Multiplicar las oportunidades para que analicen, jerarquicen confronten y validen, cantidad y variedad de información que circula en el mundo actual para contribuir a la formación de un pensamiento crítico.*

Paulo Freire, explicita que pensamiento crítico es pensamiento y es acción. Por lo tanto, enseñar no es transmitir conocimientos, sino crear las posibilidades para su construcción o producción. El docente de Química no solo debe orientar la construcción de los conocimientos específicos sino que también debe desarrollar simultáneamente la actitud crítica de quienes aprenden. Desde la perspectiva constructivista, la orientación en la construcción del conocimiento y la enseñanza crítica, son inseparables.

¹¹⁰ Argumentar es una de las operaciones mentales del tercer nivel del método interior (método interior: serie de procedimientos de la mente humana que se realizan en todo proceso cognitivo). Es una operación mental interna que puede o no ser manifestada exteriormente. Consiste en buscar y presentar datos y pruebas para fundamentar, demostrar y hacer creíble (conocimientos, problemas, resultados, hechos, fenómenos, contradicciones...). Los usos de la argumentación son diversos. Argumentamos para demostrar o debatir ofreciendo evidencias y razonamientos lo más complejos y estructurados posibles para mostrar o convencer de algo. (María Eugenia De la Chaussée Acuña, (2009) **Las estrategias argumentativas en la enseñanza y el aprendizaje de la química.** Revista Educación Química, Segunda Época, Volumen 20, Número 2, abril de 2009, pág.144.

El pensamiento crítico está determinado por un conjunto de habilidades y por un conjunto de disposiciones. Nieto, Saiz y Orgaz (2009), señalan que *las habilidades representan el componente cognitivo y las disposiciones el componente motivacional. Esta distinción es muy importante porque viene a reflejar el hecho de que si una persona sabe qué habilidad aplicar en una situación determinada pero no está dispuesto a hacerlo, no exhibirá su pensamiento crítico. Es importante que la persona sepa aplicar la habilidad y además desee hacerlo*, para lo cual las propuestas de enseñanza tendrán que motivar y despertar el interés en los estudiantes.

Saiz y Nieto (2002), Halpern (2006) y Saiz, Nieto y Orgaz (2009) han caracterizado las habilidades de pensamiento crítico en:

1. Habilidades de razonamiento verbal y análisis de argumento. Reconocer y categorizar ideas y razones de un argumento y emitir una conclusión coherente; identificar analogías en el lenguaje de uso cotidiano.
2. Habilidades de Comprobación de Hipótesis. El enunciado de hipótesis a modo de ideas provisionales permite explicar, predecir y controlar hechos de la vida cotidiana y reflexionar acerca de los mismos. Su planteo y la consecuente estrategia de intervención favorecen la aparición de nuevos argumentos que vehiculizan la construcción del aprendizaje.
3. Habilidades de probabilidad y de incertidumbre. Instalan la idea de probabilidad, esencial en el conocimiento científico actual, como así también la capacidad de considerar las distintas alternativas en toma de decisiones en una situación dada, valorando sus ventajas e inconvenientes.

Estas construcciones se dan conjuntamente con los aprendizajes que se promueven en el espacio curricular de matemática que, como se ha mencionado anteriormente, se constituye central en la formalización de los modelos de representación de la Química. Al respecto, dicho diseño señala: *Otro aspecto señalado por Fischbein es el carácter exclusivamente determinista de los currículos actuales, y la necesidad de mostrar al alumno una imagen más equilibrada de la realidad: "En el mundo contemporáneo, la educación científica no puede reducirse a una interpretación unívoca y determinista de los sucesos. Una cultura científica eficiente reclama una educación en el pensamiento estadístico y probabilístico. La intuición probabilística no se desarrolla espontáneamente, excepto dentro de unos límites muy estrechos. La comprensión, interpretación, evaluación y predicción de fenómenos probabilísticos no pueden ser confiados a intuiciones primarias que han sido despreciadas, olvidadas, y abandonadas en un estado rudimentario de desarrollo bajo la presión de esquemas operacionales que no pueden articularse con ellos".*

Esta tendencia determinista de la enseñanza no es motivada por razones científicas. A pesar del carácter aproximado de las leyes del azar, desde el momento en que se conoce su grado de aproximación, es posible hacer predicciones, como ocurre con las restantes leyes experimentales, ya que ninguna magnitud se puede medir con una precisión absoluta.

Por otro lado nuestro sistema de educación tiende a dar la impresión a los estudiantes de que para cada pregunta existe una sola respuesta sencilla y clara, que no existe nada intermedio entre lo verdadero y lo falso. Esto no es demasiado acertado, ya que los problemas que encontrarán a lo largo de su vida tendrán un carácter mucho menos definido. Así pues, parece importante que durante los años de escuela se enseñe a los estudiantes el carácter específico de la lógica probabilística, la forma de distinguir grados de incertidumbre y que se les enseñe a

comparar sus predicciones y extrapolaciones particulares con lo que realmente sucede; en una palabra, que se les enseñe a ser dueños de su propia incertidumbre.

Los modelos de representación que explican los fenómenos del mundo, muchas veces afianzados en las concepciones deterministas de los estudiantes, requieren dejar paso a la lógica probabilística evitando los arraigos clásicos persistentes en los modelos modernos.

4. Habilidades de toma de decisiones y solución de problemas. Promueven el reconocimiento y la definición de un problema a partir de ciertos datos, la selección de la información, las alternativas de solución, las formas de expresión de un problema y la generación de soluciones.

Estas habilidades son necesarias para la toma de decisiones y la resolución de problemas, y junto a la argumentación como habilidad específicamente cognitivolingüística, se constituyen como esenciales, y a ser desarrolladas, en el proceso educativo. Las propuestas de enseñanza deberán proporcionar las situaciones óptimas para que los las desplieguen. Dichas propuestas estarán orientadas a:

- Presentar situaciones problemáticas abiertas probables de ser atendidas de acuerdo al nivel de desarrollo de los estudiantes.
- Darle sentido a la construcción de los saberes específicos de la Química.
- Promover el trabajo colectivo de investigación, orientando las acciones de los estudiantes.
- Plantear preguntas investigables que acoten las problemática y las contextualicen significativamente.
- Reconocer en papel esencial de la matemática desde la formulación del problema.
- Enunciar hipótesis que se fundamenten en los conocimientos que disponen (ideas previas/preconcepciones/teorías implícitas) y no como meras especulaciones o adivinaciones.
- Elaborar estrategias de intervención para abordar el estudio del problema, contemplando diseños experimentales apropiados para el nivel de los estudiantes, potenciando la incorporación de la tecnología actual disponible.
- Analizar los resultados obtenidos en la investigación a la luz de los conocimientos (contrastándolos o confirmando su pertinencia), y de las hipótesis planteadas.
- Reflexionar sobre las posibles diferencias entre los resultados esperados y los resultados obtenidos, para tomar decisiones que autorregulen el trabajo.
- Reflexionar metacognitivamente sobre el paralelismo entre la construcción de sus modelos y la evolución del conocimiento científico.
- Comunicar las producciones, conclusiones, aproximaciones, entre otros, como así también leer y criticar textos científicos, aspectos esenciales de la actividad científica que se tornan centrales para la cultura científica.
- Potenciar la creatividad en todas las acciones de los estudiantes redimensionando su valor en el aprendizaje de conceptos, leyes y teorías; favoreciendo una visión apropiada de la ciencia y el trabajo científico.
- Incluir aspectos de la educación no formal que enriquecen el aprendizaje como visitas a museos, centros de investigación, uso de material de divulgación científica y tecnológica, entre otros.

- Promover un clima apropiado, distendido y ordenado, para la participación individual y colectiva que recoja la experiencia de los estudiantes, sus vivencias, su historicidad.

2.4.2. Perspectiva didáctica de la enseñanza de la Química

Como postulado central se propone que ningún profesor debe enfrentarse a un proceso de enseñanza- aprendizaje si no conoce en detalle cómo sus estudiantes aprenden lo que él les enseñará. Si en algún momento se planteó que el primer principio ético para llegar a enseñar alguna materia era conocerla en detalle, lo que se propone hoy es, desde la misma perspectiva ética, preguntarnos acerca de si los profesores conocen cómo aprenden los estudiantes las materias o los conceptos que ellos enseñan. Se propone, entonces, como condición sine qua non de cualquier proceso de enseñanza, que el profesor conozca en detalle los diferentes procesos de aprendizaje de los estudiantes en el dominio de conocimientos que les enseña.”(Tamayo, 2006)

No solamente resulta indispensable conocer las ideas previas de los estudiantes sino saber cómo piensan para poder interactuar y orientar los aprendizajes en la construcción de los saberes químicos.

Existen algunos conceptos estructurantes que se desarrollaron en el Ciclo Básico, y sobre los cuales se prestará especial atención. Ellos son: la naturaleza corpuscular de la materia, y los conceptos de sustancia, compuesto y cambio químico. Sobre sus representaciones, es necesario conocer de qué modo piensan y cómo se relacionan éstas en sus estructuras cognitivas, pues sobre ellos se cimentarán, conceptualizaciones de mayor complejidad como los referentes al equilibrio químico, la termoquímica y la electroquímica.

Furió y Furió (2000) señalan que el pensamiento de los estudiantes tiene *una primera característica ontológica¹¹¹ de la cultura cotidiana [...] y una segunda característica que se deriva de su integración en el medio social y cultural*. La primera se observa en los estudiantes cuando se les pregunta qué es para ellos la realidad. Habitualmente consideran que es tal cual la perciben, *visión realista ingenua* (Pozo y Gómez Crespo, 1998), por lo cual es posible que aún persistan dificultades para comprender la materialidad del estado gaseoso, la interpretación de los cambios físicos y químicos, la conservación de la masa en una reacción química en la que intervienen gases, el concepto de sustancia y el de compuesto químico.

La persistencia de esta visión ingenua de la realidad, estaría originada por la forma de razonar de los estudiantes, que Gil y otros (1991) denominan la *metodología de la superficialidad*. Según este tipo de razonamiento, es común que se precipiten explicaciones, conclusiones o generalizaciones a partir de una aproximación cualitativa a los fenómenos, poco rigurosa, carente de reflexión y creatividad, que evidencia la búsqueda de soluciones basadas en relaciones de causalidad simple (causa-efecto), sin considerar el control de variables de las que depende el fenómeno ni el abordaje holístico del suceso.

Vinculadas a las dificultades en la comprensión de la naturaleza corpuscular de la materia, se encuentran los inconvenientes por establecer claras diferencias entre el

¹¹¹ Que surgen de la necesidad del hombre de comprender la realidad y constituyen las visiones que, acerca de él, se construyen.

mundo macroscópico y el microscópico; atribuyendo no solo propiedades de las sustancias a las partículas –“las moléculas de agua son incoloras”- sino también la idea de que algo debe existir entre las partículas –“entre las moléculas de agua hay aire”- (“horror al vacío”) ó considerar que como en los sólidos se cree que las partículas carecen de movimiento “toda partícula que se enfría, deja de moverse”.

Con respecto al concepto de sustancia, es probable que las consideren como materiales, sin comprender su carácter ontológico y haciendo uso un criterio de percepción que excluye la determinación de un conjunto de propiedades específicas para su caracterización, aplicando preferentemente una clasificación (mezclas homogéneas y heterogéneas) como única aproximación a su concepción.

Ligado al concepto de cambio químico, se encuentra la diferenciación macroscópica posiblemente no dada, entre mezcla y sustancia; muchas veces agravada por el hecho de que se instala prioritariamente la representación simbólica de dichos procesos (ecuación química) que requiere el manejo de la simbología y el lenguaje específico de la disciplina, sin que éste revista valoración conceptual alguna, y responde al uso indiscriminado del formulismo memorístico vacío de significado.

Acerca de la idea de compuesto químico, suele confundirse con la idea de mezcla homogénea y, consecuentemente, proviene de la falta de significación de la idea de cambio químico. Esto se evidencia en el hecho de que los estudiantes pueden asociar fácilmente las propiedades macroscópicas de las sustancias a las propiedades de la mezcla (disolución de sal en agua) haciendo alusión a la conservación del sabor (propiedad macroscópica), desconociendo la modelización microscópica del proceso. Es decir, suponen que si se conservan algunas propiedades es porque se conservan los elementos en la mezcla (ó compuesto), considerando que se ha modificado su apariencia pero sigue manteniendo su identidad (concepción errónea de la conservación de los elementos químicos).¹¹²

Estas dificultades señaladas podrían aparecer como obstáculos en la construcción de los saberes específicos de Química en el Ciclo Orientado, por lo que las planificaciones estratégicas deberán incluir acciones tendientes a indagar tanto sus ideas previas como su metodología de pensamiento.

Se resume la característica distintiva del modelo didáctico en palabras de García y Sanmartí, (2006).: *A partir del estudio de situaciones transformadas en problemas para los alumnos, éstos expresan sus ideas y el profesorado les ayuda a ponerlas en juego, promoviendo la discusión sobre aspectos que son relevantes en relación con el modelo o teoría científica de referencia, es decir, el profesor gestiona la selección de los aspectos a discutir, y ayuda a tomar conciencia y jerarquizar las ideas relevantes que se van construyendo. Así, partiendo de las experiencias previas e ideas del*

¹¹² Existe una gran cantidad sitios y publicaciones de acceso libre en la web, en que los docentes pueden encontrar trabajos de investigación referentes a las ideas previas de los estudiantes y las dificultades de aprendizaje, como así también propuestas didácticas para realizar en el aula. A modo de ejemplo se muestran los links de algunos sitios:

Revista Eureka <http://www.apac-eureka.org/revista/>

Revista electrónica de enseñanza de las ciencias <http://www.saum.uvigo.es/reec/>

Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas OEI <http://www.oei.es/es21.htm>

Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza>

La punta del ovillo <http://www.educared.org.ar/enfoco/lapuntadelovillo/>

Química Viva <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/>

alumnado, se promueve la construcción de significados progresivamente más abstractos y complejos.

3. Organización de los contenidos

3.1. Eje Organizador

Así como en el Taller de Ciencias de la Naturaleza, los contenidos se organizaron en torno al eje: “El mundo natural y los cambios que la actividad humana produce”. En los espacios de Química de 2º y 3º año dicha organización ha sido profundizada en torno a dos ejes: “Las propiedades de los materiales y sus cambios”, y, “Las propiedades de los materiales y su estructura”. Esta organización permitió la construcción de los saberes vinculados al estudio de las propiedades de los materiales, transformando las teorías intuitivas de los estudiantes centradas en aspectos perceptivos, en construcciones más abstractas caracterizadas por la elaboración de modelos de representación mental coherentes con una visión científica. Asimismo, se promovió la aceptación de la existencia de los “procesos” (cambio ontológico) que explicarían los cambios que experimentan estas propiedades en una transformación y, al mismo tiempo, de qué manera dichas propiedades se relacionan con la estructura de los materiales. Finalmente, se habría construido la noción de existencia de “sistemas” en los cuales las interacciones permiten comprender los mecanismos de cambios y predecir propiedades. En síntesis, se ha transitado desde una visión en la que se reconocen los estados y las propiedades de los materiales pasando por la explicación de los cambios entre estados, entendidos como procesos, hasta concebir la interacción entre los elementos de un sistema para interpretar el comportamiento de la materia.

En este espacio se organizarán los contenidos en torno al eje: **Las interacciones entre sistemas, conservación y equilibrio**. Esta estructuración profundizará el estudio de los fenómenos desde una visión centrada en hechos y propiedades observables, basados en la percepción de los estados, en una dimensión análisis cualitativa; hacia modelos de representación con los que se comprendan los fenómenos químicos como un complejo sistema de partículas en interacción y equilibrio, donde se produce la conservación de propiedades no observables, utilizando un esquema de cuantificación de cierto grado de complejidad.

Las interacciones que se estudiarán, ingresarán las aulas a partir de una problemática vinculada a la sostenibilidad, de manera de no desvirtuar los propósitos de la enseñanza de la Química en esta etapa, evitando un tratamiento tradicional de las temáticas.

3.2. Ejes temáticos

Se propone la organización en siete ejes temáticos, secuenciados de manera que recojan la intención pedagógica que permitirá estructurar los modelos mentales de los estudiantes, de menor a mayor complejidad, incorporando en los mismos los conceptos, leyes y teorías que los acercan a los modelos científicos.

Para comenzar a delinear el alcance de los saberes que se construirán, se enuncian las ideas básicas, a modo de orientación del proceso de enseñanza y aprendizaje.

A continuación, se listan los ejes y sus contenidos específicos, destacando que de la manera que se presentan es como se propone secuenciar su enseñanza:

➤ **Eje: Termoquímica**

Idea básica

Las reacciones químicas involucran una variación de energía, en el sistema y en el entorno, que se relaciona con los cambios químicos que se producen en ella. La energía asociada a un cambio químico a presión constante (entalpía) está determinada por la ruptura y formación de enlaces químicos. Puede predecirse la espontaneidad de una reacción química en función de la entropía o desorden del sistema, conociendo la energía libre disponible para realizar trabajo útil.

Contenidos

Sistemas termodinámicos. Principios de la Termodinámica. Calor y Entalpía. Entalpía de Formación. Entalpía de Reacción. Ley de Hess. Entalpía de enlace. Entropía. Energía libre de Gibbs.

➤ **Eje: Cinética Química**

Idea básica

El progreso de una reacción química puede estudiarse a nivel macroscópico, considerando la velocidad de las mismas, y a nivel microscópico, conociendo el mecanismo de reacción. Existen factores que modifican la velocidad de una reacción química, acelerándola o inhibiéndola, que se analizan en estas dos dimensiones.

Contenidos

Dinámica de las reacciones. Ecuaciones cinéticas. Mecanismos de reacción. Velocidad de reacción. Factores que la modifican. Catalizadores.

➤ **Eje: Equilibrio químico**

Idea básica

Existen reacciones químicas reversibles en las que se establece un equilibrio dinámico, que puede ser perturbado por factores externos al sistema y provocan que el mismo evolucione para restaurarlo.

Contenidos

Reacción directa e inversa. Equilibrio químico. Constante de Equilibrio. K_c y K_p . Grado de disociación. Ley de Le Chatelier.

➤ **Eje: Equilibrio ácido-base: transferencia de protones**

Idea básica

Los ácidos y bases son sustancias presentes habitualmente en la naturaleza, que pueden reconocerse por sus propiedades características. Su fuerza relativa puede expresarse cuantitativamente y su acidez se mide en una unidad química de concentración de soluciones denominada pH. Existen sistemas químicos y biológicos que tienen la propiedad de evolucionar autorregulando su pH.

Contenidos

Teorías de ácidos y bases. Fuerza relativa de ácidos y bases. K_a y K_b . Equilibrio iónico del agua. pH. Indicadores. Soluciones Reguladoras.

➤ **Eje:** *Electroquímica: transferencia de electrones*

Idea básica

Existen reacciones químicas en las que se transfieren electrones produciendo transformaciones de los estados de oxidación de las especies químicas. Dichas transferencias pueden producirse del sistema al entorno o viceversa, originándose distintos fenómenos. La cantidad de corriente eléctrica que circula por un sistema químico, determinará la magnitud de las transformaciones que se produzcan. Las transformaciones que ocurren pueden o no ser espontáneas, dependiendo de la energía libre.

Contenidos

Oxidación y Reducción. Celda galvánica. Pila de Daniel. Potenciales de reducción estándar. Espontaneidad de las reacciones de óxido-reducción. Desplazamiento electroquímico. Ley de Faraday. Corrosión.

➤ **Eje:** *Química Orgánica*

Idea básica

Las propiedades físicas y químicas de los compuestos orgánicos, requieren un tratamiento específico de este grupo de especies químicas. Existen grupos de compuestos relevantes, de los cuales es necesario conocer sus propiedades ya que intervienen en procesos biológicos, fisiológicos e industriales, entre otros, de gran importancia.

Contenidos

Propiedades físicas y químicas características de las funciones químicas más relevantes. Macromoléculas. Polímeros.

➤ **Eje:** *Química y nuevos horizontes*

Idea Básica

La Química se presenta en la actualidad constituyendo campos de conocimiento inter y transdisciplinar de gran desarrollo. Los avances tecnológicos han contribuido a ampliar los horizontes de esta ciencia, incurriendo en beneficios para la vida de todos.

Contenidos

Nuevos materiales. Combustibles. Productos químicos: de higiene, de limpieza, fármacos, tóxicos. Nanoquímica. Bioquímica. Química verde.

3.2.1. Fundamentación de la selección de los ejes temáticos.

Termoquímica

En el espacio curricular de Física del Ciclo Básico, se han construido los saberes vinculados a la termodinámica, elaborando las ideas científicas relacionadas con la conservación, disipación y el desorden (entropía). Desde el punto de vista químico, su enseñanza se fundamenta en el concepto de energía de enlace que permita apropiarse del modelo microscópico para explicar fenómenos cotidianos como: contenido calorífico de alimentos, comida chatarra y nutrición, metabolismo, cocina, entre otros; todos estos vinculados a la idea de la disponibilidad de alimentos para todos.

Cinética química

El estudio de las reacciones químicas iniciado en el Ciclo Básico se continúa en esta etapa profundizando las consideraciones cinéticas de las mismas. Tanto la reacción por la cual se produce el almidón en las plantas o la síntesis de proteínas en las células como también cualquier oxidación en el ambiente, requiere el estudio de la velocidad y el mecanismo en que ésta ocurre.

Su tratamiento estará orientado tanto a la comprensión de fenómenos que ocurren en determinadas condiciones de reacción como a aquellos que requieren el uso de catalizadores, comprendiendo su mecanismo.

Equilibrio químico

El equilibrio químico es uno de los conceptos centrales en la enseñanza de la Química. Su interés se fundamenta en el hecho de que complementa la conceptualización sobre reacción química, ya que introduce el concepto de reversibilidad de la reacción, hasta ahora no elaborado, y porque es central para explicar una serie de fenómenos del mundo natural y de la actividad humana, como por ejemplo: la formación de la capa de ozono, la regulación de sistemas biológicos, procesos industriales, entre otros.

Equilibrio ácido-base: transferencia de protones

La mayoría de las transformaciones químicas ocurren en medio acuoso y son afectadas por cambios de pH. En particular, las transformaciones que ocurren en los seres vivos y el ambiente involucran intercambio de iones hidrógeno y su consecuente modificación del pH. En algunos casos es necesario mantener el pH dentro de valores que el organismo pueda tolerar; de ahí la importancia del tratamiento del equilibrio ácido-base en esta etapa de formación pues permitirá comprender fenómenos vinculados a problemáticas de los seres vivos y el ambiente, como así también aquellas vinculadas al suelo y la desertificación producto del exceso uso del recurso.

Electroquímica: transferencia de electrones

La Electroquímica forma parte de la vida cotidiana cada vez en mayor medida y sus aplicaciones abarcan hoy en día numerosos campos. Se ocupa del modo en el que la *electricidad* produce cambios químicos y de cómo, a su vez, dichos cambios pueden dar lugar a la producción de energía eléctrica. Esta interacción es la base para la explicación de una gran cantidad de hechos asociados a la conversión y almacenamiento de energía, fenómenos biológicos, la corrosión, el tratamiento de contaminantes o el estudio de procesos de alta repercusión tecnológica y económica que condicionan nuestra vida.

La transferencia de electrones de una molécula a otra constituye uno de los procesos básicos en el desarrollo de la vida y por ello es obvia su implicación en cualquier proceso de tipo biológico que ocurra en lo que, en términos genéricos, conocemos como medio ambiente.

Los ejes que se describen a continuación, se han propuesto para que su abordaje se produzca de modo transversal, en el desarrollo de los anteriormente detallados.

Se propone este enfoque, pues en el caso de la Química orgánica no se promueve el aprendizaje del aspecto sistemático de su nomenclatura y formulación, ni la especificidad de los mecanismos de reacción de los distintos grupos de compuestos

sino que la misma reviste interés por la importancia de los compuestos que son su objeto de estudio, en la construcción de una visión de la Química como ciencia central en la comprensión de los fenómenos del mundo. Tanto las propiedades y la estructura como los procesos químicos que se estudian en los cursos de Química que anteceden, reciben un tratamiento cuya orientación curricular no incluye la separación entre Química inorgánica y orgánica sino que promueve la comprensión de fenómenos de ambos universos químicos con el propósito de construir modelos de representación que permitan explicar las relaciones químicas que suceden.

En cuanto al eje: Química y nuevos horizontes, su abordaje está íntimamente ligado al desarrollo tecnocientífico de la misma y a su incidencia en todos los campos de conocimiento donde esta ciencia ha incursionado, proveyendo alternativas para el tratamiento de problemáticas vinculadas al desarrollo humano y al ambiente en general.

La fundamentación de ambos ejes se describe a continuación, destacándose que la inclusión de los contenidos en los ejes anteriormente descritos y la construcción de los saberes correspondientes, queda librada a las decisiones curriculares que los docentes tomen al respecto.

Química Orgánica

En el espacio de Química del Ciclo Básico se ha comenzado con la construcción de las ideas científicas referidas a las propiedades de los compuestos orgánicos y a las características de la formación de sus moléculas.

En este espacio se pretende profundizar en el estudio de las propiedades de aquellos compuestos que resulten relevantes en el tratamiento de las problemáticas referidas a la alimentación, los combustibles, los productos de higiene y salud, entre otros.

Química y nuevos horizontes

En el papel cambiante de la Química, como ciencia cada vez más auxiliar de otras ciencias, pero a la vez sustentadora de campos de investigación tan importantes para el bienestar de la humanidad como el medio ambiente, los nuevos materiales, la biotecnología, la química médica, la química farmacéutica, la química alimentaria, etc., es que se fundamenta su inclusión en el curriculum.

Nuevos campos de conocimiento vinculados a esta ciencia como la nanoquímica, la química verde, entre otros, requieren ser abordados para comprender los aportes que esta ciencia realiza al desarrollo sostenible.

3.2.2. Cuadro de contenidos

Eje temático	Idea básica	Contenidos específicos a abordar Posibles saberes a construir
Termoquímica	<p>Las reacciones químicas involucran una variación de energía, en el sistema y en el entorno, que se relaciona con los cambios químicos que se producen en ella. La energía asociada a un cambio químico a presión constante (entalpía) está determinada por la ruptura y formación de enlaces químicos. Puede predecirse la espontaneidad de una reacción química en función de la entropía o desorden del sistema, conociendo la energía libre disponible para realizar trabajo útil.</p>	<p>Sistemas termodinámicos. Principios de la Termodinámica. Calor y Entalpía. Entalpía de Formación. Entalpía de Reacción. Ley de Hess. Entalpía de enlace.</p> <p><i>Analizar cualitativamente las situaciones problemáticas exotérmicas o endotérmicas.</i></p> <p><i>Modelizar los intercambios energéticos que ocurren en las interacciones entre sistemas (modelización termodinámica macroscópica)</i></p> <p><i>Asociar las correspondientes energías a los cambios microscópicos que ocurren en los procesos físicos y químicos (modelización atomista).</i></p> <p><i>Analizar las transferencias y transformaciones energéticas entre sistemas físicos y químicos mediante la realización de trabajo y/o de calor, en particular, si están formados por gases (trabajo de compresión-expansión)</i></p> <p><i>Comprender el significado de entalpía como nueva función energética de estado que representa la suma de la energía interna (por estar a una temperatura y tener una configuración determinada) y del potencial P.V del sistema (este último potencial variara al interaccionar.</i></p> <p><i>Explicar, desde un punto de vista microscópico, la ΔH de un cambio físico o químico como el balance entre la entalpia aportada para romper los enlaces en las partículas de las sustancias reaccionantes y la liberada al formarse nuevos enlaces en las de las sustancias que se originan en el proceso a temperatura constante.</i></p> <p><i>Aplicar la Ley de Hess para determinar la variación de entalpía en una reacción química.</i></p>

Cinética Química	El progreso de una reacción química puede estudiarse a nivel macroscópico, considerando la velocidad de las reacciones, y a nivel microscópico, conociendo el mecanismo de reacción. Existen factores que modifican la velocidad de una reacción química, acelerándola o inhibiéndola, que se estudian en estas dos dimensiones.	<p>Dinámica de las reacciones. Mecanismos de reacción. Velocidad de reacción. Factores que la modifican. Catalizadores.</p> <p><i>Aplicar correctamente las relaciones entre la velocidad de una reacción química (nivel macroscópico) y el mecanismo de reacción (nivel microscópico).</i></p> <p><i>Relacionar la evidencia empírica de las modificaciones de la velocidad de una reacción con las representaciones mentales de los cambios químicos.</i></p> <p><i>Explicar los fenómenos vinculados a la modificación de la velocidad de una reacción química mediante la teoría de las colisiones.</i></p> <p><i>Representar y analizar gráficas de concentración en función del tiempo.</i></p>
Equilibrio químico	Existen reacciones químicas reversibles en las que se establece un equilibrio dinámico, que puede ser perturbado por factores externos al sistema y provocan que el mismo evolucione para restaurarlo.	<p>Reacción directa e inversa. Equilibrio químico. Constante de Equilibrio. K_c y K_p. Grado de disociación. Ley de Le Chatelier. Entropía. Energía libre de Gibbs.</p> <p><i>Explicar gráficamente la evolución de una reacción química identificando la condición de equilibrio.</i></p> <p><i>Cuantificar los equilibrios químicos mediante la determinación de la constante de equilibrio.</i></p> <p><i>Relacionar las valoraciones cuantitativas de las condiciones de equilibrio con la caracterización microscópica de los sistemas químicos en equilibrio. Relacionar las propiedades macroscópicas de un sistema en equilibrio químico con su comportamiento a nivel microscópico.</i></p> <p><i>Emplear el Principio de Le Chatelier para explicar la evolución de sistemas químicos en equilibrio ante una perturbación.</i></p> <p><i>Predecir la evolución de un sistema químico en función de su energía libre.</i></p>

		<p><i>Diseñar estrategias de intervención para el estudio de problemáticas vinculadas al estado de equilibrio de un sistema químico, controlando las variables de las que depende.</i></p> <p><i>Modelizar sistemas químicos del mundo natural, empleando las ideas construidas sobre equilibrio químico.</i></p>
Equilibrio ácido-base: transferencia de protones	<p>Los ácidos y bases son sustancias presentes habitualmente en la naturaleza, que pueden reconocerse por sus propiedades características. Su fuerza relativa puede expresarse cuantitativamente y su acidez se mide en una unidad química de concentración de soluciones denominada pH. Existen sistemas químicos y biológicos que tienen la propiedad de evolucionar autorregulando su pH.</p>	<p>Teorías de ácidos y bases. Fuerza relativa de ácidos y bases. K_a y K_b. Equilibrio iónico del agua. pH. Indicadores. Soluciones Regulatoras.</p> <p><i>Explicar provisoriamente las propiedades de los ácidos y bases (nivel macroscópico) a partir de su estructura.</i></p> <p><i>Representar las transformaciones que experimentan los ácidos y las bases, empleando el lenguaje simbólico apropiado.</i></p> <p><i>Inferir cualitativamente la fuerza relativa de ácidos y bases a partir de las constantes de acidez y basicidad.</i></p> <p><i>Cuantificar el comportamiento de los sistemas químicos en términos de pH.</i></p> <p><i>Modelizar sistemas químicos del mundo natural, empleando las ideas construidas sobre equilibrio ácido-base.</i></p> <p><i>Interpretar las autorregulaciones del pH que se presentan en sistemas químicos del mundo natural, a la luz de los modelos de representación construidos y disponibles.</i></p>
Electroquímica: transferencia de electrones	<p>Existen reacciones químicas en las que se transfieren electrones produciendo transformaciones de los estados de oxidación de las especies químicas. Dichas transferencias pueden producirse del sistema al entorno o viceversa, originándose distintos fenómenos. La cantidad de corriente eléctrica que circula por un sistema</p>	<p>Oxidación y Reducción. Espontaneidad de las reacciones de óxido-reducción. Celda galvánica. Pila de Daniel. Potenciales de reducción estándar. Desplazamiento electroquímico. Ley de Faraday. Corrosión.</p> <p><i>Reconocer reacciones de óxido-reducción en fenómenos del mundo natural, especificando los agentes oxidante y reductor.</i></p>

	<p>químico, determinará la magnitud de las transformaciones que se produzcan. Las transformaciones que ocurren pueden o no ser espontáneas, dependiendo de la energía libre.</p>	<p><i>Modelizar reacciones en las que se produzcan transferencia de electrones, implicando la espontaneidad y energía libre de Gibbs.</i></p> <p><i>Vincular los potenciales de reducción estándar como medida de la fuerza relativa de oxidantes y reductores, en la modelización de procesos electroquímicos.</i></p> <p><i>Predecir la evolución de una reacción de óxido-reducción aplicando los criterios de espontaneidad.</i></p> <p><i>Cuantificar la transferencia de electrones que se produce en una transformación química en función de las masas de los productos obtenidos para ampliar el modelo explicativo de fenómenos como la corrosión, entre otros.</i></p> <p><i>Conocer distintos tipos de almacenamiento de energía que promuevan el desarrollo sostenible como la pila de hidrógeno, entre otros.</i></p> <p><i>Plantear estrategias de intervención a problemas medioambientales, vinculados a la electroquímica.</i></p>
--	--	--

3.3. Síntesis explicativa

Eje temático: Termoquímica

La propuesta de enseñanza deberá evitar mostrar una visión rígida y algorítmica de la Química en la que se privilegie la inserción de definiciones operativas de los conceptos que se construirán, como por ejemplo, la entalpía. En cambio se deberá promover la construcción de ideas científicas que le den significado al término, luego de que su tratamiento ingrese a partir de una situación problemática.

Para eso, se favorecerá el análisis cualitativo microscópico de fenómenos termodinámicos en correlación con los macroscópicos, de modo de dar coherencia a la modelización y facilitando su comprensión.

Se requiere partir de problemáticas de interés para los estudiantes como por ejemplo: ¿cómo sabemos que nuestra alimentación es saludable? ¿Qué necesidades energéticas hay en el mundo y cuáles se satisfacen quemando combustibles fósiles? ¿Cuáles son las fuentes o recursos energéticos que utilizamos para producir las transformaciones – movernos, calentarnos, iluminarnos, escuchar música, etc.- que nos interesa y qué previsiones hay con respecto a su agotamiento? ¿Cómo y por qué ahorrar energía en el transporte? (vinculación con el eje de Química orgánica). Todas estas problemáticas se encuentran consideradas en el llamamiento ‘Década de la Educación para un futuro sostenible 2005-2014’ de la ONU. (Ver Anexo)

Con respecto a la construcción de estos saberes, en el tránsito por el Ciclo Básico de la escuela secundaria, los estudiantes han elaborado las ideas referidas a las reacciones químicas y su cuantificación, pudiendo determinar cuánto producto se forma al transformarse una cantidad determinada de reactivos mediante la introducción del concepto de cantidad de sustancia (mol) que mide macroscópicamente el número de partículas que interaccionan en estos cambios. En esta oportunidad se centrará la atención en las manifestaciones energéticas que acompañan a cualquier transformación, considerando los cambios que se producen en las sustancias, y el desprendimiento o la absorción de calor tanto como el trabajo de compresión-expansión cuando en la reacción intervienen gases. Para esto necesario que los estudiantes hayan construido las ideas científicas correspondientes a la primera ley de la Termodinámica (ocurrida en el espacio curricular de Física del Ciclo Básico), y aquellas referidas a la teoría atómica que interpreta los cambios macroscópicos a nivel microscópico, mediante la interacción entre partículas.

La falta de construcción de la relación entre estas ideas puede ser el origen de las dificultades en el aprendizaje de la termoquímica. Por ejemplo, puede ocurrir que los estudiantes aún no diferencien calor de temperatura, o que le atribuyan al calor o a la energía, naturaleza material. También puede ocurrir que desconozcan la idea, a nivel microscópico, de la energía de los enlaces químicos, y más aún y en primer lugar, habrá que indagar sobre la idea sustancia, compuesto y cambio químico a las que se ha hecho referencia en el apartado: Perspectiva didáctica de la enseñanza de la Química.

Se sugiere que una vez concluida la construcción de las ideas referidas a la entalpía y la energía interna, se realice en análisis cualitativo de la situación problemática planteada, de modo de poner en tensión las concepciones iniciales de los estudiantes con los

modelos de representación elaborados de manera de modelizar macroscópicamente dichas transformaciones incluyendo los nuevos saberes apropiados.

Eje temático: Cinética química

Los estudiantes del Ciclo Básico han construido las ideas científicas vinculadas a las reacciones químicas, clasificándolas e identificando algunas de sus características más importantes sin considerar en su evolución la variable tiempo ni la direccionalidad de los procesos.

En primer lugar se procederá a la construcción de la idea de velocidad de una reacción química que requiere identificar cómo varía la concentración de uno de los reactivos con respecto al tiempo, para luego ampliar esta idea y generalizarla de modo que comprendan que dependerá de la o las concentraciones de los reactivos. En esta construcción se dará una evolución de los modelos de representación, desde considerarla como una interacción de fuerzas (afinidades entre partículas) hasta su consideración cinética (colisiones entre partículas), tal como ha evolucionado históricamente el conocimiento. (Raviolo, 2003)

Tanto la representación gráfica como la interpretación de gráficas de la variación de la concentración en función del tiempo, proporcionan valiosa información para la construcción de esta idea. Es entonces que el conocimiento matemático se pone en juego para formalizar las ideas intuitivas o los conceptos derivados de la evidencia empírica, indispensable para continuar con el desarrollo de las habilidades superiores del pensamiento.

Para construir las ideas referidas a la velocidad de reacción y comenzar a indagar sobre la incidencia de algunos factores que al modifican (concentración, grado de división de las partículas, temperatura, presión (en gases), catalizadores), será necesario investigar en qué estado se encuentran los modelos de representación que los estudiantes han construido sobre la teoría de las colisiones y cómo modelizan fenómenos empleando el modelo cinético de partículas.

En el espacio de Química de segundo año de la escuela secundaria, se ha sugerido iniciar la construcción de la idea de cambio químico a partir de la diferenciación entre disoluciones y reacciones químicas en soluciones acuosas. Esta permite establecer macroscópicamente los cambios que se producen en las propiedades (se recurría al término propiedades inesperadas) para inferir la diferencia entre dichos fenómenos e instalar la noción de otro tipo de cambio. Al trabajar sobre la idea de velocidad de reacción, también es conveniente comenzar con un paralelismo con la solubilidad, en tanto que la modifican la concentración, la temperatura y la presión.

Desde una perspectiva problematizadora de la realidad, el estudio de las velocidades de las reacciones químicas puede abordarse a partir de varias temáticas como la capacidad de recuperación de los espejos de agua, la función de los enzimas como catalizadores del metabolismo, la absorción de medicamentos o drogas en el organismo, los procesos de descomposición radiactiva del ^{14}C en la determinación de la edad de fósiles, la degradación de los suelos, entre otros. (Vinculación con los ejes transversales)

Eje temático: Equilibrio químico

Al comenzar la construcción de la idea de equilibrio químico, se ingresa en uno de los conceptos más complejos de la Química. Se necesita desarraigar la visión matemática que caracteriza los modelos de enseñanza de este concepto, para centrarse especialmente en el análisis cualitativo de las propiedades a nivel macroscópico y microscópico. Será necesario que los estudiantes aprendan a caracterizar macroscópicamente cuando un sistema químico ha alcanzado un estado de equilibrio, reconociendo que no existe variación de las propiedades del sistema (temperatura, etc.) ni de la composición aun habiendo reactivos en el sistema. Esto permitirá comprender al equilibrio químico como un estado final y dinámico al que accede un sistema químico.

Profundizando, los estudiantes tendrán que poder construir las representaciones mentales apropiadas que les permitan comprender que cuando un sistema químico llega al equilibrio, las velocidades de las reacciones directa e inversa se igualan, no registrándose un avance neto de la reacción, y siendo necesario la introducción de la idea de constante de equilibrio y su dependencia con la temperatura. Será posible entonces, predecir el sentido de evolución de un sistema químico en equilibrio cuando es perturbado (modificando sus propiedades o la concentración de las especies químicas) fundamentándolo en el Principio de Le Chatelier.

Al respecto, Andrés Raviolo (2003) señala que una secuencia didáctica posible comenzaría *con revisar las imágenes que se tienen de un sistema en equilibrio químico, diferenciando equilibrio químico del físico, y discutiendo los distintos significados que se le da al término equilibrio, generalmente asociado con una igualdad de fuerzas. Continuaría con actividades que favorezcan la construcción del modelo cinético y de las colisiones, es decir un enfoque submicroscópico del cambio químico y de las velocidades de reacción. Para, finalmente, arribar al modelo termodinámico. Esto permitiría al alumno construir una imagen del sistema químico con valor explicativo y predictivo, dado que el aspecto dinámico del equilibrio no puede abstraerse directamente del nivel macroscópico del fenómeno.*¹¹³

Arribar al modelo termodinámico requiere continuar la construcción del concepto de entropía ya iniciada en el espacio de Física del Ciclo Básico, de modo de completar la visión del equilibrio químico. En este punto es importante señalar que avanzar en este sentido precisa que los estudiantes hayan desarrollado las habilidades de pensamiento que le permitan formalizar los modelos de representación. Si esto no se hubiera dado, avanzar en la concepción termodinámica del equilibrio químico resultaría inapropiado. El docente será quien evaluará la pertinencia de avanzar en este sentido.

¹¹³ Existe gran cantidad de trabajos sobre la enseñanza de equilibrio químico, en particular los que abordan las dificultades de los alumnos para comprender los modelos que explican su carácter dinámico, el uso de analogías en la construcción de dichos modelos, entre otros. A continuación se listan algunos de los que se recomienda su lectura.

Raviolo, A. y Garritz, A. (2007) **Analogías en la enseñanza del equilibrio químico**, Monografía "ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: PERSPECTIVAS IBEROAMERICANAS". Revista *Educación Química* 18, Enero 2007, pp. 15-28.

http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/Raviolo-Garritz_EQ-2007.pdf

Gibbs, al enunciar sus ideas sobre la energía libre... *fundó una nueva área de las ciencias químicas comparable en importancia con la creada por Lavoisier*, según dijera el propio Le Chatelier (1885). (Disalvo, 2007)

La energía libre permite interpretar las reacciones químicas, relacionando hechos aislados hasta entonces como los cambios en el volumen, el calor y la composición química. Se verá entonces, que debido a la complejidad de esta idea podrá darse si los estudiantes han construido los modelos de representación referidos a las propiedades del estado gaseoso, la termoquímica y los mecanismos de reacción, tanto en su dimensión macroscópica como en su correlación con el mundo microscópico.

En una primera aproximación, en el Ciclo Básico de la enseñanza secundaria, los estudiantes han realizado explicaciones provisionarias a fenómenos sencillos como por ejemplo: los cambios que experimentan las bebidas calientes luego de elaboradas o las bebidas frías una vez que cesa su refrigeración, la combustión de un papel, la expansión de un gas a un volumen mayor. Fundamentados en la segunda ley de la termodinámica, han señalado las características del equilibrio térmico de los sistemas, y empleando el modelo cinético de partículas y la teoría de las colisiones, explicaron provisoriamente los cambios químicos.

El concepto de energía libre, incorporará a estos modelos explicativos que incluyen la idea de desorden (entropía) tanto en el interior como en el exterior del sistema, y la idea de trabajo útil que permite predecir la evolución de los mismos. Al retomarla para explicar los cambios químicos y en particular, el comportamiento de un sistema químico en equilibrio, su comprenderá que la estabilidad está determinada por un mínimo de energía y un máximo de desorden. Esta idea científica será la que construirán los estudiantes incorporando el concepto de energía libre a los modelos cinéticos del equilibrio químico.

No se propone centrar las propuestas de enseñanza en el cálculo de ΔG , sino en concebir la vinculación entre el desorden y la entalpía, e incluirlo en la representación de nuevos modelos mentales de mayor complejidad que permitirán explicar los fenómenos del mundo como el calentamiento global, el agotamiento de los recursos o degradación del ambiente, entre otros; como así también comprender que el metabolismo de los alimentos proporciona la energía necesaria (mediante la ruptura y formación de enlaces químicos) compensando el decaimiento de la entropía que sufre un organismo vivo cuando se forman células, y argumentar sobre la posibilidad de que otros fenómenos sucedan como, por ejemplo, la descomposición de la Pietà de Miguel Ángel¹¹⁴. (Vinculación con los ejes transversales)

Eje temático: Equilibrio ácido-base: transferencia de protones

El inicio del estudio de las propiedades de los ácidos y las bases sucedió en el espacio curricular de Química del Ciclo Básico. Allí se propuso que los estudiantes investigaran experimentalmente las propiedades de disoluciones ácidas y no ácidas de uso cotidiano y de laboratorio (vinagre, aspirina, sal de frutas, limpiadores de horno, antiácidos, etc.), como por ejemplo, la reacción con algunos metales desprendiendo hidrógeno en algunos

¹¹⁴ Baumgartner, E. y Bulwick, M. **¿Es posible que la Pietà de Miguel Ángel se descomponga debido a una reacción química?** Archivos curriculares, Ciencias de la Naturaleza <http://www.nuevaalejandria.com/archivos-curriculares/ciencias/nota-019.htm>

casos, la reacción con los carbonatos desprendiendo dióxido de carbono, entre otros. También se caracterizó las disoluciones alcalinas, denominadas “no ácidas” hasta entonces y diferenciándolas de las disoluciones neutras. Asimismo, se elaboraron indicadores químicos naturales para investigar la modificación de sus propiedades por acción de disoluciones ácidas o básicas, para completar la primera aproximación a estas ideas realizada en estudio del suelo en el Taller de ciencias de la Naturaleza para el Ciudadano.

Las dificultades más comunes de los estudiantes en estos aspectos, pueden estar vinculadas a sus percepciones macroscópicas de sentido común, como por ejemplo, que los ácidos son venenosos, queman, atacan, no se ingieren, son de sabor picante y amargo, y en contraposición, lo que no es ácido se puede comer, es de sabor dulce, etc. En esta etapa, se propone profundizar el tema, vinculando las propiedades (nivel macroscópico) con la estructura dichas sustancias (nivel microscópico), ampliando los conocimientos del lenguaje simbólico de la Química, sin que la propuesta didáctica se centre exclusivamente en ese aspecto, para luego complementar la modelización del comportamiento de ácidos y bases incorporando los saberes construidos sobre equilibrio químico. Se debería partir de la modelización sobre la conducción de la corriente de las disoluciones de ácidos y bases (que comienza en el espacio de Química de segundo año del Ciclo Básico con el estudio de la estructura atómica y continúa en el espacio de 3º año con el estudio de las interacciones moleculares) para promover la apropiación de la teoría de Arrhenius. Luego debe darse la introducción del concepto de ácido y base conjugada a partir de la observación experimental de la acidez de diferentes disoluciones de igual concentración molar, prosiguiendo con la conceptualización de fuerza de ácidos y bases y su relación con la concentración, para determinar cuantitativamente el pH, de soluciones de ácidos y bases a través de la introducción de las constantes de acidez y basicidad y el equilibrio ácido-base.

Esta secuenciación propuesta, permite abordar la construcción de las ideas vinculadas al comportamiento ácido-base, desde una primera etapa más concreta relacionada con teoría de Arrhenius (modelo parcialmente iónico de la materia, construido al abordar la estructura en el tercer año del Ciclo Básico) hacia otra más formal que incluye la Teoría ácido-base de Brønsted-Lowry (transferencia de protones), considerando que los estudiantes comenzarán este curso de Química haciendo descripciones del comportamiento de los ácidos y las bases *con base a un modelo continuo (nivel macroscópico) y en ocasiones con descripciones antropomórficas. Únicamente un bajo porcentaje maneja un modelo de partícula en su descripción* (Guerra, G. y otros, 2008); teniendo que ampliar dichos modelos de representación a otros nuevos, de mayor complejidad conceptual.

Con respecto a la concepción ácido-base de Brønsted-Lowry, la dificultad en su aprendizaje puede estar vinculada a la construcción incompleta de la idea de equilibrio químico como estado dinámico, lo que trae aparejado el conflicto con la idea de transferencia de protones. Al avanzar en la idea de neutralización, las concepciones de los estudiantes pueden reforzarse con la enseñanza cuando se instala el carácter neutro de la reacción entre un ácido y una base como comportamiento general, y no como un caso particular de estas reacciones.

La relevancia del tratamiento del equilibrio ácido-base reside en los innumerables procesos químicos que ocurren en el mundo. Desde el laboratorio, la industria, el

organismo o el ambiente, la comprensión de los conceptos vinculados a las reacciones ácido-base son esenciales; en especial, es oportuno presentar sistemas químicos donde el pH se autorregule, como por ejemplo: la sangre humana. *Este es un complejo medio acuoso con un pH amortiguado entre 7.2 y 7.4; cualquier insignificante variación en el pH de este valor resulta en una severa respuesta patológica y, eventualmente, la muerte. La función de la sangre se lleva a cabo gracias a la presencia de la hemoglobina y del ácido carbónico, los que contribuyen al equilibrio-desequilibrio del pH sanguíneo, sin cuya presencia la sangre transportaría al oxígeno por todo el cuerpo sin liberarlo, con lo cual las células y todo el organismo, morirían por falta de oxígeno.* (Guerra, G. y otros, 2008).¹¹⁵ (Vinculación con los ejes transversales)

Eje temático: Electroquímica: transferencia de electrones

En el espacio de Química del Ciclo Básico de la enseñanza secundaria se comenzó la construcción de las ideas relacionadas con la oxidación a partir de la experimentación, y con la noción de intercambio de energía en este proceso; haciendo hincapié en las representaciones que tienen los estudiantes sobre estos fenómenos y cómo los modelizan.

Se propone profundizar estos aspectos al considerar la simultaneidad con la que ocurre la reducción complementando la visión de este proceso, relacionando la visión macroscópica con los modelos de representación a nivel microscópico. Para esto se tendrá en cuenta la necesidad de que los estudiantes hayan construido la noción de estado de oxidación de modo que se comprenderá el proceso de óxido-reducción suponiendo la transferencia de electrones.

Se avanzará en la consideración de la espontaneidad de estos procesos para introducirse en la comprensión de del funcionamiento de la pila cuando se utiliza la energía liberada en una transformación química para generar corriente eléctrica, es decir, el movimiento de los electrones en un conductor.

Siempre a partir de la exploración de fenómenos, se procederá a ampliar los modelos construidos introduciendo el concepto de potencial de reducción estándar, para determinar cuantitativamente el ΔE de una reacción de óxido-reducción, para luego introducir el tratamiento de las reacciones no espontáneas, la electrólisis. En este sentido, es importante vincular esta idea con el trabajo y la energía libre de Gibbs, para lo cual se sugiere el estudio de la corrosión y como la aireación diferencial favorece dicho proceso.¹¹⁶

Finalmente se procederá a vincular la evidencia empírica obtenida acerca de los cambios de las propiedades de los sistemas químicos y la circulación de los electrones en las soluciones, cuantificando las transferencias de electrones (nivel microscópico) en función de la masa de las sustancias (nivel macroscópico) producidas en las transformaciones, Ley de Faraday.

¹¹⁵ Se recomienda la lectura de Liso, M. y otros, (2001) **Ácidos y bases: ¿Está todo claro? Concepciones alternativas de los estudiantes sobre los procesos ácido-base.** Revista Educación en la Química, Vol 7 N°3, pp. 11-24, Buenos Aires.

¹¹⁶ Se sugiere tener en cuenta las recomendaciones previas realizadas para el abordaje de estas ideas

Las dificultades que podrían observarse en la construcción de estas ideas están relacionadas con aquellos aprendizajes no dados en el Ciclo Básico, como por ejemplo la idea de carga eléctrica (construida en segundo año en el tratamiento de la estructura del átomo) o aquellas, propias de este ciclo como la simultaneidad de los procesos químicos, reversibilidad de las reacciones químicas, criterios de espontaneidad, entre otros, menos específicos de este nivel pero que podrían continuar obstaculizando los aprendizajes como cambio químico, sustancia y compuesto.

La electroquímica permite el ingreso al aula de innumerables problemáticas relacionadas con los seres vivos y el ambiente, de ahí que su tratamiento puede introducirse desde diferentes ámbitos, como por ejemplo: la cosmética de los metales (en referencia a la electrodeposición), la necesidad de nuevos procesos de preparación de productos químicos de bajo impacto medioambiental (química verde), mejora de la calidad del agua, tratamiento de efluentes, procesos biológicos de importancia, entre otros. (Vinculación con los ejes transversales)

4. Evaluación

En el Marco Teórico del Diseño Curricular (2008), se menciona acerca de la concepción de evaluación... *En consecuencia, la evaluación, excede el planteo exclusivamente técnico – pedagógico y queda ligada a cuestiones éticas, políticas, sociales e ideológicas. Por eso interesa la afirmación de De Alba (1984) cuando al referirse a las acciones evaluativas señala que “...lejos de reducirse a un conjunto de técnicas, son puntos de concreción de concepciones teóricas, tanto sobre la evaluación en particular como de la educación en general”. En todo caso es preciso explicitar los supuestos teóricos que fundamentan la práctica evaluativa para garantizar su coherencia con los conceptos de enseñanza y de aprendizaje y con la práctica concreta que se deriva de éstos. Es decir forma parte de un continuum y como tal debe ser procesual, continua e integrada en el curriculum y, con él, en el aprendizaje.*

Goñi (1997) sostiene que: “La evaluación es una parte del currículum. Esta afirmación sencilla y redonda suscita, hoy en día, un amplio consenso en el mundo educativo. Supongamos que sea cierta, ¿cuáles son las consecuencias de diverso orden que se derivan de la misma? De las muchas posibles me interesa destacar la siguiente: parece difícil, por no decir imposible, reformar el currículum sin reformar la evaluación. Resulta claro que si una Reforma (con mayúscula) se entiende como un cambio en el paradigma o modelo en el que se basa el curriculum, un cambio estructural de esta enjundia solo puede realizarse si todos los elementos de este entramado cambian o evolucionan hacia el nuevo modelo. Dicho de manera más clara, directa y contundente: existe, entre nosotros, el riesgo de aceptar las teorías cognitivo-constructivistas como forma de organizar el curriculum en los aspectos relativos a los objetivos y la metodología pero resistirse a su utilización en el tema de la evaluación. Para la evaluación seguimos usando el modelo positivista-tecnológico”. Ministerio de Educación de Río Negro, 2010)

Tal como afirma Philippe Perrenoud (2008) *“... al hacer saltar el cerrojo de la evaluación tradicional se facilita la transformación de las prácticas de enseñanza hacia pedagogías más abiertas, activas, individualizadas, y se hace más lugar al descubrimiento, la*

investigación, los proyectos, honrando mejor los objetivos de alto nivel, tales como aprender a aprender, a crear, a imaginar, a comunicar”.

La concepción de evaluación en que se sustenta el espacio curricular de Química de la escuela secundaria, ya ha sido explicitado en el diseño del Ciclo Básico tanto en el espacio Curricular del Taller de Ciencias de la Naturaleza para el Ciudadano como en el de Química de 2° y 3° año.¹¹⁷

En este Diseño Curricular se reitera la concepción que considera la evaluación como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje en tanto permite averiguar sobre el mismo para intervenir en él, reorientándolo. De tal manera, será la forma de obtener información tanto sobre los aprendizajes dados en instancias de formación anterior, como para la regulación de las construcciones que se van produciendo y para ajustar las propuestas didácticas.

Respecto de los criterios de evaluación y los instrumentos empleados¹¹⁸, se sostiene la idea de que su variedad y su implementación consensuada (docentes-estudiantes), promueven la construcción de una visión sobre el proceso de evaluación que lo separa de la valoración negativa que dicho proceso tiene en los estudiantes y modifica la práctica real de evaluación en el aula.

*Son criterios de evaluación, por ejemplo, la diversidad de estrategias en la resolución de un problema, la transferencia de conocimientos a situaciones diversas, el uso de modelos teóricos para explicar situaciones de la vida cotidiana, la presentación formal de los trabajos, la coherencia del texto, la creatividad, la variedad de material y la calidad de la bibliografía que utiliza, la manera como articula los conceptos, etc. Estos criterios requieren de referencias observables, los **indicadores**, para obtener la información buscada mediante los instrumentos de evaluación. Por ejemplo si el criterio es la diversidad de estrategias en la resolución de un problema, la referencia observable sería el planteo de más de una estrategia de resolución por parte del alumno.*

Estos criterios deben ser consensuados con los estudiantes y ser de público conocimiento, tal como lo establece la Resolución Nº 1000/08 - C.P.E. en su Anexo 1: Las producciones orales, escritas, artísticas, corporales, y toda otra producción de los alumnos considerada relevante para el aprendizaje, serán evaluadas por el o los docentes a cargo del espacio curricular, realizando sugerencias y observaciones según criterios acordados previamente en forma conjunta con los estudiantes...

*Con respecto a los **instrumentos** de evaluación, apunta Cecilia Bixio (2003): “Los instrumentos de evaluación refieren a los sustentos materiales y a las formas que asumen las evaluaciones. Así, son instrumentos de evaluación un cuestionario, un protocolo, una guía de exposición oral, una guía de trabajo para elaborar un escrito, las consignas sobre la base de las cuales deberán los alumnos realizar una determinada tarea, una situación problemática para resolver, un conjunto de datos sobre la base de los cuales construir una*

¹¹⁷ Se recomienda su lectura para visualizar la continuidad de la propuesta en el Ciclo Orientado. Así también se recomienda la lectura del Documento **La evaluación en el Taller de Ciencias de la Naturaleza para el Ciudadano**, 2008, Ministerio de Educación de la Provincia de Río Negro.

¹¹⁸ Ver instrumentos de evaluación en el documento citado anteriormente.

situación problemática, una propuesta de dramatización, las reglas de un juego, un crucigrama, etc.

Mientras más ricos y variados sean los instrumentos y tipos de evaluación, más alternativas estaremos contemplando para respetar las modalidades propias de cada alumno y reconocer en cada uno sus propias posibilidades.”

En la selección de los instrumentos de evaluación que se realiza generalmente en la escuela secundaria, sigue observándose como rasgo predominante su concepción como medida del rendimiento escolar del alumno. Es así que el “examen” (y en particular el instrumento “prueba escrita”) sigue siendo el más utilizado, como reaseguro de objetivación de lo enseñado y aprendido. Habitualmente estas concepciones técnicas¹¹⁹ de la evaluación³, suelen confundir el proceso con los instrumentos que se utilizan para llevarla a cabo y los recursos metodológicos con sus principios y fines.

Los instrumentos de evaluación están incluidos dentro de lo que algunos autores llaman “sistema de evaluación”. Éste se entiende como el conjunto de principios y supuestos, así como de procedimientos, instrumentos, técnicas que pone en marcha el docente y que, relacionados entre sí, contribuyen a recoger y sistematizar la información que previamente ha considerado relevante, a efectos de alcanzar juicios justificados sobre el aprendizaje de sus estudiantes. Este sistema de evaluación justifica la utilización de uno u otro instrumento que se incluye y se justifica desde el propio sistema de enseñanza del docente.

Con respecto a los instrumentos de evaluación, Salinas (2002) dice: “El instrumento es un mediador entre los criterios de evaluación y la información que derivamos de la realidad para ser enjuiciada. La utilidad de un instrumento en el ámbito de la evaluación de alumnos radica fundamentalmente en su potencialidad para poner de manifiesto aquello que se pretende evaluar y en su posibilidad real de ser bien utilizado. Es decir, utilidad y factibilidad. Nuestra apreciación de la realidad a evaluar, puede verse distorsionada tanto si el instrumento utilizado no nos pone de manifiesto, no nos proporciona información, sobre lo que pretendemos evaluar, como si el instrumento resulta tan costoso de aplicar (por complejidad del instrumento o por falta de tiempo o por falta de formación) que su utilización implica más problemas y dificultades que otra cosa.” (Ministerio de Educación de Río Negro, 2009)

Finalmente, si se pretende que los estudiantes procedan con autonomía en la regulación de su aprendizaje, la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación constituyen el contexto de evaluación que promoverá la modificación de las concepciones que aún predominan en las aulas.

La construcción de ideas científicas y la modelización de los fenómenos del mundo natural, requieren una participación individual y grupal coincidentemente con la idea de

¹¹⁹ Aquellas concepciones que tanto separan la reflexión de la acción, como también separan la formación que reciben los profesores de las prácticas docentes para las que se preparan y que reducen la evaluación a una mera cuestión técnica, cuya finalidad es la valoración de sujetos concretos atemporal, neutra, descontextualizada, libre de intereses y valores; y de interpretaciones diversas y dispersas. (Álvarez Méndez, 2003)

construcción social del conocimiento. Por tal motivo, incluir la mirada del otro sobre el aprendizaje y la enseñanza es esencial para complementar el proceso evaluativo. Cómo evoluciona un proyecto de investigación, la coincidencia o no con la argumentación, las estrategias de intervención para indagar algún fenómeno, el desempeño de cada estudiante en el grupo de investigación, la consideración de las ideas de los otros en la construcción de las propias, entre otros, son parte del aspecto social de la evaluación que debe incluirse.

Los instrumentos que promueven esta participación social en el proceso de evaluación se han descrito exhaustivamente en los documentos ya citados, destacándose los formularios KPSI y los cuestionarios abiertos, entre los propuestos.

5. Lineamientos de acreditación

La construcción de los saberes propuestos, seleccionados apropiadamente de acuerdo a la realidad escolar y los aprendizajes dados en el ciclo anterior, podrá evidenciarse al:

- Planificar investigaciones de sistemas químicos, controlando las variables de su comportamiento y obteniendo la información necesaria para la modelización de sus representaciones.
- Aplicar correctamente estrategias de intervención para estudiar los fenómenos químicos, elaboradas de modo autónomo y considerando la complejidad de los procesos a los que se dirigen.
- Comunicar las ideas construidas, incorporando en el discurso la información en sus dimensiones cuali y cuantitativas obtenidas en las investigaciones, utilizando el lenguaje simbólico apropiado, para informar a diferentes públicos acerca de determinados fenómenos estudiados.
- Emplear modelos de representación que evidencien matemáticamente el comportamiento de los sistemas químicos en interacción, formalizando sus construcciones mentales para explicarlos y proponer soluciones a problemas de interés.
- Evidenciar el dominio conceptual sobre reactividad y equilibrio químico, valorando el conocimiento riguroso construido socialmente para la explicación de fenómenos químicos.
- Reconocer la presencia de los fenómenos ácido-base en el entorno, comprendiendo algunas de las múltiples situaciones que pueden interpretarse a partir de los modelos construidos, para actuar como sujetos comprometidamente con el devenir de su sociedad.
- Aplicar los fundamentos de la electroquímica en la explicación de fenómenos ambientales, fortaleciendo su compromiso ciudadano en la construcción de un futuro sostenible.
- Valorar la formación en Química, mediante el reconocimiento de las posibilidades de intervención ciudadana fundamentada, propiciando la elección de un modelo de vida acorde con su ideología.
- Demostrar una postura frente a los problemas ambientales y del desarrollo en su globalidad, teniendo en cuenta las repercusiones a corto, medio y largo plazo tanto para la comunidad como para el conjunto de la humanidad y nuestro planeta.

6. Bibliografía

ALVAREZ MÉNDEZ, J.M. (2003). **La evaluación a examen- Ensayos críticos**, Ed. Miño y Dávila, Buenos Aires.

ALVAREZ MÉNDEZ, J.M. (2000). **Didáctica, currículo y evaluación**, Ed. Miño y Dávila, Buenos Aires.

ALVAREZ MÉNDEZ, J.M. (2000). **Evaluar para conocer examinar para excluir**, Ed. Morata, Madrid.

BENLLOCH, M. compiladora (2002). **La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica**, Ed. Paidós, España.

BLANCHARD LAVILLE, C., (2004). **Saber y relación pedagógica**. Coedición Novedades Educativas. Universidad de Buenos Aires, Formación de Formadores, Serie Los Documentos, N°5, 2° Reimpresión, Buenos Aires.

CHARLOT, B., (2006). **La relación con el saber. Elementos para una teoría**. Libros del Zorzal, Colección Formación Docente, Buenos Aires.

DISALVO, E., (2007). **La energía libre de Gibbs y el Principito de Saint Exupery**, Revista Educación Química, Vol 13 N°1, pp. 63-66, Argentina

ESPINOSA, A., CASAMAJOR, A., PITTON, E. (2009). **Enseñar a leer textos de ciencias**, Ed. Paidós, Buenos Aires.

FUMAGALLI, L. (1993). **El desafío de enseñar ciencias naturales**”, Ed. Troquel, Buenos Aires.

FURIÓ, C. y FURIÓ, C. (2000). **Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos**. Revista Educación Química Vol 11 N° 3, pp. 300-308

FURMAN, M. y PODESTÁ, M. (2009). **La aventura de enseñar Ciencias Naturales**, Ed. Aique, Buenos Aires.

GALAGOVSKY, L. (2007). **Enseñar Química Vs. Aprender Química: Una ecuación que no está balanceada**, Química Viva, mayo, año/vol. 6, número especial: suplemento educativo, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

GALAGOVSKY, L. (2005). **La enseñanza de la Química pre-universitaria: ¿qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes?**, Revista Química Viva, número 1, año 4, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

GARCÍA FRANCO, A. y GARRITZ RUIZ, ANDONI, (2006). **Desarrollo de una unidad didáctica: El estudio del enlace químico en el bachillerato**, Revista Enseñanza de las Ciencias, 24(1), pp. 111–124.

GARRITZ, A., (2010) **La enseñanza de la Química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre**, Educación Química, 21(1), 2-15.

GELLON, G. et al. (2005), **La ciencia en el aula- Lo que nos dice la ciencia de cómo enseñarla**, Paidós, Buenos Aires.

GINÉ FREIXES, N. y PARCERISA ARAN, A. (2000). **Evaluación en la educación secundaria-Elementos para la reflexión y recursos**, Ed. Grao, España.

GUERRA, G., ALVARADO, C., ZENTENO-MENDOZA, B. y GARRITZ, A. (2008) **La dimensión ciencia-tecnología-sociedad del tema de ácidos y bases en un aula del bachillerato**, Revista educación en Química, de Aniversario, pp. 277-288.

HALPERN, D. (2006). **Halpern Critical Thinking Assessment Using Everyday Situations: Background and scoring standards (2º Report)**. [Unpublished manuscript]. Claremont, CA: Claremont, McKenna College.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M., PEDRINACI RODRÍGUEZ, E. CAAMAÑO ROS, A. DE PRO BUENO, A., OÑORBE DE TORRE, A. (2007). **La enseñanza y el aprendizaje de la Química**, Ed. Graó, 2ª Edición, España, pp.203-229

LABURÚ, C. (1996). **La crítica en la enseñanza de las ciencias: Constructivismo y contradicción**. Revista Enseñanza de las ciencias, 14 (1), pp. 93-101.

MALDONADO, M. (2006) **Una escuela dentro de una escuela- Un enfoque antropológico sobre los estudiantes en una escuela pública de los '90**. Ed. Eudeba, Buenos Aires, p. 65.

NIETO, A., SAIZ, C. y ORGAZI, B. **Análisis de la propiedades psicométricas de la versión española del HCTAES-Test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas**, Revista Electrónica de Metodología Aplicada, Facultad de Psicología. Universidad de Salamanca, 2009, Vol. 14 nº 1, pp. 1-15

PALACÍN, G. (2005). **El Currículum como proceso reflexivo en la construcción de Saberes**, Facultad de Educación Elemental y Especial - U.N.Cuyo

PERRENOUD, P. (2008), **La evaluación de los alumnos. De la producción de la excelencia a la regulación de los aprendizajes. Entre dos lógicas**. Buenos Aires: Colihue (págs. 85 a 100)

POZO, J.I., GÓMEZ CRESPO, M.A., (1998), **Aprender y Enseñar Ciencia**, Ed. Morata, Madrid.

RAVILOLO, A. (2003). **Modelos históricos sobre el equilibrio químico**. Revista Educación en la Química. 9(3), Argentina, pp.17-26

SAIZ C. y NIETO, A. (2002). **Pensamiento crítico: capacidades y desarrollo: conceptos básicos y actividades prácticas**. Ed. Pirámide. Madrid:

SOLSONA, N., IZQUIERDO, M. y DE JONG, O. (2004). **Explorando el desarrollo de perfiles conceptuales de los estudiantes acerca del equilibrio químico**, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 2, Nº 2, pp. 269-271

TAMAYO, O. E. (2006), **La Reflexión Metacognitiva**, Revista Novedades Educativas Nº192, p. 93, Buenos Aires.

TENTI FANFANI, E. (2004). **Sociología de la educación**. Ed. Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, p. 126.

URRESTI, M. (2005), **La Escuela Media hoy, desafíos, debates, perspectivas**, Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología, Presidencia de La Nación - OEI, <http://www.oei.org.ar/edumedia/>

VILCHES, A., GIL PÉREZ, D., TOSCANO, J.C. y MACÍAS, O. (2009). **Educación para la sostenibilidad** [artículo en línea]. OEI. [Fecha de consulta: 07/10]. <<http://www.oei.es/decada/accion004.htm>>

ANEXO

Educación para la sostenibilidad

La importancia dada por los expertos en **sostenibilidad** al papel de la educación queda reflejada en el lanzamiento mismo de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible o, mejor, para un futuro sostenible (2005-2014) a cuyo impulso y desarrollo está destinada esta página web.



Como señala UNESCO (ver “enlaces” en esta misma página web): “*El Decenio de las Naciones Unidas para la educación con miras al desarrollo sostenible pretende promover la educación como fundamento de una sociedad más viable para la humanidad e integrar el desarrollo sostenible en el sistema de enseñanza escolar a todos los niveles. El Decenio intensificará igualmente la cooperación internacional en favor de la elaboración y de la puesta en común de prácticas, políticas y programas innovadores de educación para el desarrollo sostenible*”.

En esencia se propone impulsar una *educación solidaria* -superadora de la tendencia a orientar el comportamiento en función de intereses particulares a corto plazo, o de la simple costumbre- que contribuya a una correcta percepción del estado del mundo, *genere actitudes y comportamientos responsables* y prepare para la toma de decisiones fundamentadas (Aikenhead, 1985) dirigidas al logro de un desarrollo culturalmente plural y físicamente sostenible (Delors, 1996; Cortina et al., 1998).

Para algunos autores, estos valores solidarios y comportamientos responsables exigen superar un “posicionamiento claramente antropocéntrico que prima lo humano respecto a lo natural” en aras de un biocentrismo que “integra a lo humano, como una especie más, en el ecosistema” (García, 1999). Pensamos, no obstante, que no es necesario dejar de ser antropocéntrico, y ni siquiera profundamente egoísta -en el sentido de “egoísmo inteligente” al que se refiere Savater (1994)- para comprender la necesidad de, por ejemplo, proteger el medio y la biodiversidad: ¿quién puede seguir defendiendo la explotación insostenible del medio o los desequilibrios “Norte-Sur” cuando comprende y siente que ello pone seria y realmente en peligro la vida de sus hijos?

La educación para un futuro sostenible habría de apoyarse, cabe pensar, en lo que puede resultar razonable para la mayoría, sean sus planteamientos éticos más o menos antropocéntricos o biocéntricos. Dicho con otras palabras: no conviene buscar otra línea de demarcación que la que separa a quienes tienen o no una correcta percepción de los problemas y una buena disposición para contribuir a la necesaria toma de decisiones para su solución. Basta con ello para comprender que, por ejemplo, una adecuada educación ambiental para el desarrollo sostenible es incompatible con una publicidad agresiva que estimula un consumo poco inteligente; es incompatible con explicaciones simplistas y maniqueas de las dificultades como debidas siempre a “enemigos exteriores”; es incompatible, en particular, con el impulso de la competitividad, entendida como contienda para lograr algo *contra otros* que persiguen el mismo fin y cuyo futuro, en el mejor de los casos, no es tenido en cuenta, lo cual resulta claramente contradictorio con las características de un desarrollo sostenible, que ha de ser necesariamente global y abarcar la totalidad de nuestro pequeño planeta.



Frente a todo ello se precisa una educación que ayude a contemplar los problemas ambientales y del desarrollo en su globalidad (Tilbury, 1995; Luque, 1999; Duarte, 2006), teniendo en cuenta las repercusiones a corto, medio y largo plazo, tanto para una colectividad dada como para el conjunto de la humanidad y nuestro planeta (Novo, 2006a); a comprender que no es sostenible un éxito que exija el fracaso de otros; a transformar, en definitiva, la interdependencia planetaria y la mundialización en un proyecto plural, democrático y solidario (Delors, 1996). Un proyecto que oriente la actividad personal y colectiva en una perspectiva sostenible, que respete y potencie la riqueza que representa tanto la diversidad biológica como la cultural y favorezca su disfrute (Ver [Biodiversidad y Diversidad cultural](#)).

Merece la pena detenerse en especificar los cambios de actitudes y comportamientos que la educación debería promover: ¿Qué es lo que cada uno de nosotros puede hacer “para salvar la Tierra”? Las llamadas a la responsabilidad individual se multiplican, incluyendo pormenorizadas relaciones de posibles acciones concretas en los más diversos campos que podemos agrupar en:

- *Consumo responsable (ecológico o sostenible)*, presidido por las “3 R” (reducir, reutilizar y reciclar), que puede afectar desde la alimentación (reducir, por ejemplo, la ingesta de carne) al transporte (promover el uso de la bicicleta y del transporte público como formas de movilidad sostenible), pasando por la limpieza (evitar sustancias contaminantes), la calefacción e iluminación (sustituir las bombillas incandescentes por las de bajo consumo) o la planificación familiar, etc., etc. (Button y Friends of the Earth, 1990; Silver y Vallely, 1998; García Rodeja, 1999; Vilches y Gil, 2003). Particular importancia está adquiriendo la idea de *compensar* los efectos de aquellas acciones que contribuyan a la degradación y no podamos evitar, como, por ejemplo, determinados viajes en avión (Bovet et al., 2008, pp 22-23). Puede consultarse, entre otras, la web www.ceroco2.org.
- *Comercio justo*, que implica producir y comprar productos con garantía de que han sido obtenidos con procedimientos sostenibles, respetuosos con el medio y con las personas (y que ha dado lugar a campañas como “*Ropa limpia*”, centrada en el comercio textil o “*Juega limpio*” que se ocupa más concretamente de ropa deportiva). Este mismo principio de responsabilidad personal ha de aplicarse en la práctica del turismo (ver [Turismo sostenible](#)) o en las actividades financieras, siguiendo los principios de la Banca ética, de forma que el beneficio obtenido de la posesión e intercambio de dinero sea consecuencia de la actividad orientada al bien común y sea equitativamente distribuido entre quienes intervienen a su realización.
- *Activismo ciudadano ilustrado*, lo que exige romper con el descrédito de “la política”, actitud que promueven quienes desean hacer **su** política sin intervención ni control de la ciudadanía

En ocasiones surgen dudas acerca de la efectividad que pueden tener los comportamientos individuales, los pequeños cambios en nuestras costumbres, en nuestros estilos de vida, que la educación puede favorecer: Los problemas de agotamiento de los recursos energéticos y de degradación del medio –se afirma, por ejemplo- son debidos, fundamentalmente, a las grandes industrias; lo que cada uno de nosotros puede hacer al respecto es, comparativamente, insignificante. Pero resulta fácil mostrar (bastan cálculos muy sencillos) que si bien esos “pequeños cambios” suponen, en verdad, un ahorro energético per cápita muy pequeño al multiplicarlo por los muchos millones de personas

que en el mundo pueden realizar dicho ahorro, éste llega a representar cantidades ingentes de energía, con su consiguiente reducción de la contaminación ambiental (Furió et al., 2005).

El futuro va a depender en gran medida del modelo de vida que sigamos y, aunque éste a menudo nos lo tratan de imponer, no hay que menospreciar la capacidad que tenemos los consumidores para modificarlo (Comín y Font, 1999). La propia Agenda 21 indica que la participación de la sociedad civil es un elemento imprescindible para avanzar hacia la sostenibilidad. Aunque no se debe ocultar, para ir más allá de proclamas puramente verbales, la dificultad de desarrollo de las ideas antes mencionadas, ya que comportan cambios profundos en la economía mundial y en las formas de vida personales. Por ejemplo, el descenso del consumo provoca recesión y caída del empleo. ¿Cómo eludir estos efectos indeseados? ¿Qué cambiar del sistema y cómo se podría hacer, al menos teóricamente, para avanzar hacia una sociedad sostenible?

Se precisa, por tanto, un esfuerzo sistemático por incorporar la educación para la sostenibilidad, como una prioridad central en la alfabetización básica de todas las personas, es decir, como un objetivo clave en la formación de los futuros ciudadanos y ciudadanas (Novo, 2006a). Un esfuerzo de actuación que debe tener en cuenta que cualquier intento de hacer frente a los problemas de nuestra supervivencia como especie ha de contemplar el conjunto de problemas y desafíos que conforman la situación de emergencia planetaria (Vilches y Gil, 2003 y 2009). Ése es precisamente uno de los retos fundamentales que se nos presentan, el carácter sistémico de problemas y *soluciones*: la estrecha vinculación de los problemas, que se refuerzan mutuamente y han adquirido un carácter global, exige un tratamiento igualmente global de las soluciones. Dicho con otras palabras: ninguna acción aislada puede ser efectiva, precisamos un entramado de medidas que se apoyen mutuamente. Una “Nueva cultura del agua”, por ejemplo, concebida para una adecuada gestión de este recurso vital, ha de ser solidaria de otras “Nuevas culturas” (energética, urbana, de la movilidad, demográfica...) que abarquen sin contradicciones ni olvidos el conjunto de las actividades humanas.

Se requieren acciones educativas que transformen nuestras concepciones, nuestros hábitos, nuestras perspectivas... que nos orienten en las acciones a llevar a cabo, en las formas de participación social, en las políticas medioambientales para avanzar hacia una mayor eficiencia, hacia una sociedad sostenible... acciones fundamentadas, lo que requiere estudios científicos que nos permitan lograr una correcta comprensión de la situación y concebir medidas adecuadas.

Particular importancia reviste el esfuerzo de educación en los medios no urbanos, hasta aquí escasamente atendidos. Cabe recordar a este respecto que, a pesar de la rápida y creciente urbanización (ver [Urbanización y sostenibilidad](#)), más de 3000 millones de personas en los países en desarrollo (cerca del 60% de su población) y casi la mitad de la población mundial viven en zonas rurales. La educación es crucial para afrontar la pobreza en este medio y lograr un desarrollo rural sostenible. Por ello, en 2002, durante la Segunda Cumbre de la Tierra, celebrada en Johannesburgo, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la UNESCO pusieron en marcha una iniciativa de cooperación para incrementar el acceso y mejorar la educación básica de la población rural (<http://cms01.unesco.org/es/esd/themes/rural-development/>).

Estas acciones educativas no pueden limitarse hoy a la educación formal sino que han de extenderse al amplio campo de la educación no reglada (museos, prensa, documentales...), sin olvidar que vivimos en la *era digital*, en la que Internet está favoreciendo una *difusión global* y una conectividad constante que debe ser aprovechada críticamente (Hayden, 2008).

Es preciso insistir en que las acciones en las que podemos implicarnos no tienen por qué limitarse al ámbito "individual": han de extenderse al campo profesional (que puede exigir la toma de decisiones) y al socio-político, oponiéndose a los comportamientos depredadores o contaminantes (como está haciendo con éxito un número creciente de vecinos que denuncian casos flagrantes de contaminación acústica, urbanismo depredador, etc.) o apoyando, a través de ONGs, partidos políticos, etc., aquello que contribuya a la solidaridad, a la construcción de una cultura de paz y la defensa del medio. Una defensa a nivel ciudadano que viene siendo impulsada con el establecimiento por la Asamblea general de las Naciones Unidas del [Día Mundial del Medio Ambiente](#), el 5 de Junio, a través del cual Naciones Unidas intenta estimular la concienciación sobre el cuidado del medio ambiente a nivel mundial, promoviendo la atención y la acción política.

Es preciso insistir en que las acciones en las que podemos implicarnos no tienen por qué limitarse al ámbito "individual": han de extenderse al campo profesional (que puede exigir la toma de decisiones) y al socio-político, oponiéndose a los comportamientos depredadores o contaminantes (como está haciendo con éxito un número creciente de vecinos que denuncian casos flagrantes de contaminación acústica) o apoyando, a través de ONGs, partidos políticos, etc., aquello que contribuya a la solidaridad, a la construcción de una cultura de paz y la defensa del medio.

Y es preciso, también, que las acciones individuales y colectivas eviten los planteamientos parciales, centrados exclusivamente en cuestiones ambientales *físicas* (contaminación, pérdida de recursos...) y se extiendan a otros aspectos íntimamente relacionados, como el de los graves desequilibrios existentes entre distintos grupos humanos o los conflictos étnicos y culturales (campana pro cesión del 0.7 del presupuesto, institucional y personal, para ayuda a los países en desarrollo, defensa de la pluralidad cultural, etc.). En definitiva, es preciso reivindicar de las instituciones ciudadanas que nos representan (ayuntamientos, asociaciones, parlamento...) que contemplen los problemas locales en la perspectiva general de la situación del mundo y que adopten medidas al respecto, como está ocurriendo ya, por ejemplo, con el movimiento de "ciudades por la sostenibilidad". Como afirman González y de Alba (1994), "el lema de los ecologistas alemanes 'pensar globalmente, pero actuar localmente' a lo largo del tiempo ha mostrado su validez, pero también su limitación: ahora se sabe que también hay que actuar globalmente". También Novo (2006b) insiste en el carácter transnacional de la problemática ambiental contemporánea y en la necesidad, por tanto, de análisis y medidas "glocales" (a la vez globales y locales) para hacer frente a dicha problemática. Ello nos remite a las medidas políticas, que junto a las educativas y tecnológicas resultan imprescindibles para sentar las bases de un futuro sostenible. (ver [Gobernanza universal](#)).

Como hemos señalado, es imprescindible incorporar la educación para la sostenibilidad como un objetivo clave en la formación de los futuros ciudadanos y ciudadanas y hacer comprender la necesidad de acciones que contribuyan a un futuro sostenible en los diferentes ámbitos: consumo responsable, actividad profesional y acción ciudadana.

Resulta esencial, sin duda, *comprender* la relevancia que tienen nuestras acciones –lo que hacemos o dejamos de hacer- y construir una visión global de las medidas en las que *podemos* implicarnos. Pero la acción educativa no puede limitarse al logro de dicha comprensión, dando por sentado que ello conducirá a cambios efectivos en los comportamientos: un obstáculo fundamental para lograr la implicación de los ciudadanos y ciudadanas en la construcción de un futuro sostenible es reducir las acciones educativas al estudio conceptual.

Es necesario, por ello, *establecer compromisos de acción* en los centros educativos y de trabajo, en los barrios, en las propias viviendas... para *poner en práctica* algunas de las medidas y realizar el seguimiento de los resultados obtenidos. Estas acciones *debidamente evaluadas* se convierten en el mejor procedimiento para una comprensión profunda de los retos y en un impulso para nuevos compromisos. Éste es el objetivo, por ejemplo de “*Hogares verdes*”, un programa educativo dirigido a familias preocupadas por el impacto ambiental y social de sus decisiones y hábitos cotidianos. El programa persigue:

- Promover el autocontrol del consumo de agua y energía
- Introducir medidas y comportamientos que favorezcan el ahorro
- Ayudar a hacer una compra más ética y ecológica

El programa propone, en una primera fase, reducir las emisiones de CO₂ en el equivalente al objetivo marcado por Kyoto (5.2%) y el consumo doméstico del agua entre un 6 y un 10%.

En una segunda fase pretende:

- Sustituir al menos 5 productos de alimentación básicos por otros procedentes de agricultura y ganadería ecológica o comercio justo
- Eliminar de la lista de compra al menos dos productos nocivos
- Eliminar igualmente al menos dos productos superfluos.

De este modo, mediante una serie de medidas progresivas, que cuentan con el debido seguimiento, se evita generar desánimo y el consiguiente abandono y se contribuye a la implicación de la ciudadanía para la construcción de un futuro sostenible. Pero el objetivo ha de ser llegar a extender los cambios de actitud y comportamiento al conjunto de actividades que como consumidores, profesionales y ciudadanos podemos realizar (Vilches, Praia y Gil-Pérez, 2008). El *Premio Goldman*, también conocido como “Premio Nobel Verde” viene a destacar anualmente la labor de ecologistas de base en defensa del medio y, en particular, en la protección de ecosistemas y espacios en peligro, contribuyendo así a la creación de un clima social de implicación en la construcción de un futuro sostenible.

Y ese clima social de implicación en la construcción de un futuro sostenible se verá enriquecido por la inclusión de la educación para la sostenibilidad en la propuesta “*Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios*”, un proyecto que según se indica en la presentación del Documento a Debate pretende: “*Reflexionar y acordar en 2010 un conjunto de metas e indicadores que diera un impulso a la educación de cada uno de los países. El objetivo final es lograr a lo largo de la próxima década una educación que dé respuesta satisfactoria a demandas sociales inaplazables (...)* Así mismo este proyecto ha de ser un instrumento fundamental en la

lucha contra la pobreza, en la defensa de los derechos de las mujeres y en el apoyo a la inclusión de los más desfavorecidos, especialmente las minorías étnicas, las poblaciones originarias y los afrodescendientes”.

(<http://www.oei.es/metas2021/indice.htm>).

Terminaremos presentando, a título de ejemplo, una serie de acciones que la educación para la sostenibilidad puede y debe promover, impulsando el establecimiento de compromisos de acción concretos que impliquen a la ciudadanía y a los futuros ciudadanos y ciudadanas en la construcción de un futuro sostenible (ver **cuadros 1 a 7**). Este conjunto de propuestas resumen el trabajo colectivo realizado por diversos grupos de profesores en formación y en activo en talleres concebidos para el impulso de la Década de la educación para un futuro sostenible.

Cuadro 1. Reducir (no malgastar recursos)

(Ver www.idae.es/consejos; www.unesco.org/water/wwap/ ...)

Reducir el consumo de agua en la higiene, riego, piscinas
Ducha rápida; cerrar grifos mientras nos cepillamos los dientes o enjabonamos
Proceder al riego por goteo
Reducir el consumo de energía en iluminación
Usar bombillas de bajo consumo;
Apagar las luces innecesarias (vencer inercias) y aprovechar al máximo la luz natural
Reducir el consumo de energía en calefacción y refrigeración
Aislar (aplicar las normas adecuadas de aislamiento de las viviendas)
No programar temperaturas muy altas (abrigarse más) o excesivamente bajas (ventilar)
Apagar los radiadores o acondicionadores innecesarios (vencer inercias)
Reducir el consumo de energía en transporte promoviendo la movilidad sostenible
Usar transporte público
Usar la bicicleta y/o desplazarse a pie
Organizar desplazamientos de varias personas en un mismo vehículo
Reducir la velocidad, conducir de manera eficiente
Evitar el avión siempre que posible
Evitar los ascensores siempre que sea posible
Reducir el consumo de energía en otros electrodomésticos
Cargar adecuadamente lavadoras, lavaplatos, etc. No introducir alimentos calientes en el
Apagar <i>completamente</i> la TV, el ordenador, etc., cuando no se utilizan
Descongelar regularmente el frigorífico, revisar calderas y calentadores, etc.
Reducir el consumo energético en alimentación, mejorándola al mismo tiempo
Comer más verduras, legumbre y frutas y menos carne
Respetar las paradas biológicas y no consumir inmaduros
Evitar productos exóticos que exijan costosos transportes
Consumir productos de temporada y de agricultura ecológica
Reducir el uso de papel

Reducir el uso de papel
Evitar imprimir documentos que pueden leerse en la pantalla
Escribir, fotocopiar e imprimir a doble cara y aprovechando el espacio (sin dejar márgenes excesivos)
Rechazar el consumismo: practicar e impulsar un consumo responsable (Ver Guía de consumo Actúa)
Analizar críticamente los anuncios (ver www.consumehastamorir.com). Enmudecer los anuncios...
No dejarse arrastrar por campañas comerciales: San Valentín, Reyes...
Programar las compras (ir a comprar con lista de <i>necesidades</i>)
Otras Propuestas (Añadir)

Cuadro 2. Reutilizar todo lo que se pueda

Reutilizar el papel
Imprimir, por ejemplo, sobre papel ya utilizado por una cara
Reutilizar el agua
Recoger el agua del lavabo y ducha para el WC. Recoger también agua de lluvia para riego o WC
No utilizar ni aceptar objetos de usar y tirar
En particular evitar bolsas y envoltorios de plástico, papel de aluminio, vasos de papel...
Sustituirlos por reutilizables, reparándolos cuando sea necesario, mientras se pueda
Utilizar productos reciclados (papel, tóner...) y reciclables
Favorecer la reutilización de ropa, juguetes, ordenadores...
Donarlos a las ONG que los gestionan
Rehabilitar las viviendas
Hacerlas más sostenibles (mejor aislamiento, etc.) evitando nuevas construcciones
Otras Propuestas (Añadir)

Cuadro 3. Reciclar

Separar los residuos para su recogida selectiva
Llevar a "Puntos Limpios"(ecopuntos y ecoparques) lo que no puede ir a los depósitos ordinarios
Reciclar pilas, bombillas fluorescentes, móviles, ordenadores, aceite de cocina, productos tóxicos...
No echar residuos al WC ni a desagües
Otras Propuestas (Añadir)

Cuadro 4. Utilizar tecnologías respetuosas con el medio y las personas

Aplicar personalmente el principio de precaución
No comprar productos sin cerciorarse de su inocuidad: vigilar la composición de los alimentos, productos de limpieza, ropa... y evitar los que no ofrezcan garantías
Evitar sprays y aerosoles (utilizar pulverizadores manuales)

Aplicar las normas de seguridad en el trabajo, en el hogar...
Optar por las energías renovables en el hogar, automoción, etc.
Utilizar electrodomésticos eficientes, de bajo consumo y poca contaminación (A++)
Disminuir el consumo de pilas y utilizar pilas recargables
Otras Propuestas (Añadir)

Cuadro 5. Contribuir a la educación y acción ciudadana

Informarnos bien y comentar con otr@s (familiares, amig@s, colegas, estudiantes...) cuál es la situación y, sobre todo, qué podemos hacer
Realizar tareas de divulgación e impulso:
Aprovechar prensa, Internet, video, ferias ecológicas, materiales escolares...
Ayudar a tomar conciencia de los problemas insostenibles y estrechamente vinculados: consumismo, explosión demográfica, crecimiento económico depredador, degradación ambiental, desequilibrios...
Informar de las acciones que podemos realizar e impulsar a su puesta en práctica, promoviendo campañas de uso de bombillas de bajo consumo, reforestación, asociacionismo, maternidad/paternidad responsable, trabajo político...
Ayudar a concebir las medidas para la sostenibilidad como una mejora que garantiza el futuro de todos y no como una limitación
Impulsar el reconocimiento social de las medidas positivas
Estudiar y aplicar lo que un@ puede hacer por la sostenibilidad como profesional
Investigar, innovar, enseñar...
Contribuir a ambientalizar el lugar de trabajo, el barrio y ciudad donde habitamos...
Otras Propuestas (Añadir)

Cuadro 6. Participar en acciones sociopolíticas para la sostenibilidad

Respetar y hacer respetar la legislación de protección del medio de defensa de la biodiversidad
Evitar contribuir a la contaminación acústica, luminosa o visual
No fumar donde se perjudique a terceros y no arrojar nunca colillas al suelo
No dejar residuos en el bosque, en la playa...
Evitar ir a residir en viviendas que contribuyan a la destrucción de ecosistemas
Tener cuidado con no dañar la flora y la fauna
Cumplir las normas de tráfico para la protección de las personas y del medio ambiente
Denunciar las políticas de crecimiento continuado, incompatibles con la sostenibilidad
Denunciar los delitos ecológicos
Talas ilegales, incendios forestales, vertidos sin depurar, urbanismo depredador...
Respetar y hacer respetar los Derechos Humanos
Denunciar cualquier discriminación, étnica, social, de género...
Colaborar activamente y/o económicamente con asociaciones que defienden la sostenibilidad
Abovar programas de ayuda al Tercer Mundo. defensa del medio ambiente. ayuda a

poblaciones en dificultad, promoción de Derechos Humanos...
Reclamar la aplicación del 0.7 de ayuda al Tercer Mundo y contribuir personalmente
Promover el Comercio Justo
Rechazar productos fruto de prácticas depredadoras (maderas tropicales, pieles animales, pesca esquiladora, turismo insostenible...) o que se obtengan con mano de obra sin derechos laborales, trabajo infantil y apoyar las empresas con garantía (Ver www.sellocomerciojusto.org)
Reivindicar políticas informativas claras sobre todos los problemas
Defender el derecho a la investigación sin censuras ideológicas
Exigir la aplicación del principio de precaución
Oponerse al unilateralismo, las guerras y las políticas depredadoras
Exigir el respeto de la legalidad internacional
Promover la democratización de las instituciones mundiales (FMI, OMC, BM...)
Respetar y defender la diversidad cultural
Respetar y defender la diversidad de lenguas
Respetar y defender los saberes, costumbre y tradiciones (siempre que no conculquen derechos humanos)
Dar el voto a los partidos con políticas más favorables a la sostenibilidad
Trabajar para que gobiernos y partidos políticos asuman la defensa de la sostenibilidad
Reivindicar legislaciones locales, estatales i universales de protección del medio
"Ciberactuar": Apoyar desde el ordenador campañas solidarias y por la sostenibilidad
Otras Propuestas (añadir)

Cuadro 7. Evaluar y compensar

Realizar auditorías del comportamiento personal
En la vivienda, transporte, acción ciudadana y profesional...
Compensar las repercusiones negativas de nuestros actos (emisiones de CO2, uso de productos contaminantes...) mediante acciones positivas (ver www.ceroco2.org).
Contribuir a la reforestación, ayudar a ONGs...
Otras Propuestas (añadir)

Naturalmente, no se trata de proponer la puesta en marcha simultánea del conjunto de medidas concebidas. Conviene seleccionar colectivamente, para empezar, aquéllas que se vean más fácilmente realizables y consensuar planes y formas de seguimiento que se conviertan en impulso efectivo, favorezcan resultados positivos y estimulen una implicación creciente.

Referencias en este tema "Educación para la sostenibilidad"

AIKENHEAD, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69(4), 453-475.
BOVET, P., REKACEWICZ, P., SINAI, A. y VIDAL, A. (Eds.) (2008). *Atlas Medioambiental de Le Monde Diplomatique*, París: Cybermonde.

- BUTTON, J. and FRIENDS OF THE EARTH (1990) *¡Háztelo Verde!* Barcelona: Integral.
- COMÍN, P. y FONT, B. (1999). *Consumo sostenible*, Barcelona: Icaria.
- CORTINA, A., ESCAMEZ, J., LLOPIS, J. A. y CIURANA, J. C. (1998). *Educación en la justicia*. Valencia: Generalitat Valenciana.
- DELORS, J. (Coord.) (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Madrid: Santillana. Ediciones UNESCO.
- DUARTE, C. (Coord.) (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC.
- FURIÓ, C., CARRASCOSA, J., GIL-PÉREZ, D. y VILCHES, A. (2005). ¿Qué problemas plantean la obtención y el consumo de recursos energéticos? En: Gil- Pérez et al. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: UNESCO.
- GARCÍA, J. E. (1999). Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en Educación Ambiental, *Investigación en la Escuela*, 37, 15-32.
- GARCÍA RODEJA I. (1999). El sistema Tierra y el efecto invernadero, *Alambique*, 20, 75-84.
- GONZÁLEZ, E. y DE ALBA, A. (1994). Hacia unas bases teóricas de la Educación Ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 66-71.
- HAYDEN, T. (2008). *2008 El estado del planeta*. National Geographic España. Madrid: RBA
- LUQUE, A. (1999). Educar globalmente para cambiar el futuro. Algunas propuestas para el centro y el aula. *Investigación en la Escuela*, 37, 33-45
- NOVO, M. (2006a). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: UNESCO-Pearson.
- NOVO, M. (2006b). El desarrollo local en la sociedad global: Hacia un modelo "glocal" sistémico y sostenible. En MURGA MENOYO, M. A. (Coordinadora). *Desarrollo local y Agenda 21*. Madrid: UNESCO-Pearson.
- SAVATER, F. (1994). Biología y ética del amor propio. En Nadal, J. (Ed), *El mundo que viene*. Madrid: Alianza.
- SILVER, D. y VALLELY, B. (1998). *Lo que Tú Puedes Hacer para Salvar la Tierra*. Salamanca: Lóquez
- TILBURY, D. (1995). Environmental education for sustainability: defining de new focus of environmental education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1(2), 195-212.
- VILCHES, A. y GIL-PÉREZ, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press. Capítulo 1
- VILCHES, A y GIL-PÉREZ, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y *podemos* hacer frente. *Revista de Educación*. Número extraordinario 2009, 101-122.
- VILCHES, A., PRAIA, J. y GIL- PÉREZ, D. (2008). O Antropoceno: Entre o risco e a oportunidade, *Educação. Temas e Problemas*, 5, Año 3, 41-66. 3.

Cita recomendada

VILCHES, A., GIL PÉREZ, D., TOSCANO, J.C. y MACÍAS, O. (2009). «Educación para la sostenibilidad» [artículo en línea]. OEI. [Fecha de consulta: dd/mm/aa]. <<http://www.oei.es/decada/accion004.htm>>

Este espacio irá incorporando otros materiales, documentos, enlaces, foros y otras informaciones de interés. Les invitamos a remitir sus aportaciones que serán entregadas al Comité Académico para su valoración.

Algunos enlaces de interés en este tema “Educación para la sostenibilidad”

[CRL \(Campaña Ropa Limpia\)](#)

[Carta de la Tierra](#)

[Compensar emisiones, Iniciativa para el cuidado del clima](#)

[Coordinadora Estatal de Comercio Justo \(España\)](#)

[Día mundial del medio Ambiente, Naciones Unidas](#)

[Educación sin Fronteras](#)

[FAO, dimensión educación](#)

[Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible](#)

[Metas educativas 2021. Documento para debate](#)

[Ministerio de Medio Ambiente, Formación y Educación Ambiental](#)

[Programa de Educación para el Desarrollo del Banco Mundial](#)

[UNESCO, Educación para todos en América Latina y el Caribe](#)

[UNESCO Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe \(OREALC\)](#)

[UNESCO, Educación para todos para el 2015](#)

[UNESCO, Educación para un Desarrollo Sostenible](#)

[UNESCO, Educación para todos en América Latina y el Caribe](#)

[UNESCO OREALC, Cultura de Paz](#)