ENSEÑANZA RENOVADA DE LA QUÍMICA DEL AGUA Y SU RELEVANCIA PARA LOS SISTEMAS VIVOS,

DIRIGIDA A LA EDUCACIÓN MEDIA

TESIS DE DOCTORADO DE EDUCACIÓN EN QUÍMICA

JAVIER TEXEIRA PANIZZA

Lic. Psic. Mag. Alice ZUNINI
Directora Tesis Educación
Orientación Educación General

Dra. Beatriz MACEDO
Directora Tesis Educación
Orientación Educación en Química

Dra. Zulema COPPES PETRICORENA
Directora Académica y Científica

FACULTAD DE QUÍMICA
2018

ENSEÑANZA RENOVADA DE LA QUÍMICA DEL AGUA Y SU RELEVANCIA PARA LOS SISTEMAS VIVOS, DIRIGIDA A LA EDUCACIÓN MEDIA

TESIS DOCTORADO EN EDUCACIÓN QUÍMICA - FQ

JAVIER TEXEIRA PANIZZA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Características que despiertan interés por el agua

1.1.1. VISIÓN DEL COLOR DEL AGUA (11)
1.1.2. FLUIR DEL AGUA (12)
1.1.3. CREACIÓN DE LA SUSTANCIA AGUA (13)
1.1.4. CAPACIDADES DEL AGUA COMO DISOLVENTE (15)
1.1.5. FISICOQUÍMICA ACUÁTICA (18)
1.1.6. EL AGUA Y SU RELACIÓN CON EL SÍLICE (19)

1.2. EL TEMA AGUA COMO OBJETO DE APRENDIZAJE Y DE ENSEÑANZA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

1.2.1. ANTECEDENTES (21 - 22)

1.3. MARCO TEÓRICO

1.3.1. EL CICLO BÁSICO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA. FUNDAMENTACIÓN: ENSEÑANZA DEL TEMA AGUA (23)
1.3.2. APLICACIÓN DEL CURRÍCULO (25)
1.3.3. TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA (27)

1.3.3.1 Enseñanza de la Física y la Química (28)
1.3.3.2 Actividades Prácticas (32)
1.3.4. MOTIVACIÓN (39)
1.3.5. EVALUACIÓN (42)
1.3.6. INTERDISCIPLINARIEDAD (44)

1.4. RESUMEN (46)

1.5 OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVOS GENERALES (48)
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (48)

2. METODOLOGÍA

2.1. EL CICLO BÁSICO COMO POBLACIÓN DE ESTUDIO (49)
2.2. ASIGNATURAS QUE ESTUDIAN EL TEMA AGUA EN EL CICLO BÁSICO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA (51)
2.3. POBLACIÓN SELECCIONADA PARA EL ESTUDIO (52)
2.4. ANÁLISIS DOCUMENTAL
2.4.1- TÉCNICAS EMPLEADAS (53)
2.4.1.1 Técnicas Cualitativas (54)
2.4.1.2. Técnicas Cuantitativas (55)
2.4.2 ANÁLISIS PROPUESTOS
2.4.2.1 Análisis de Currículo (55)
2.4.2.2 Análisis de Textos (56)
2.4.2.3 Análisis de Opiniones (59)

2.4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

2.4.3.1. Análisis de varianzas (63)

2.4.3.2. Cálculo del error de muestreo y tamaño de la muestra (63)

2.4.3.3. Análisis de clúster (66)

2.5. DESARROLLO DE PRÁCTICAS

2.5.1 PRÁCTICAS DE CORTE INVESTIGATIVO E INTERDISCIPLINAR (67)

2.5.2. DESARROLLO DE PRÁCTICAS CORTAS QUE DEVELAN ASPECTOS ESPECIALES DEL AGUA (68)

3. RESULTADOS

3.1. ANÁLISIS DE LOS CURRÍCULOS (70)

3.1.1. OBJETIVOS PROGRAMÁTICOS (71)

3.1.2- CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS (71)

3.2- ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO (73)

3.2.1- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LIBROS DE TEXTO (76)

3.3.- ANÁLISIS DE OPINIONES (77)

3.3.1. OPINIONES DE ALUMNOS DE PRIMERO A TERCERO (78)

3.3.2. OPINIONES DE ALUMNOS DE CUARTO A SEXTO (79)

3.3.3. OPINIONES DE LOS PROFESORES (81)

3.3.3.1. Análisis de los clusters (81)

3.3.4. ENTREVISTAS A INSPECTORES (82)
3.3.4.1. Resumen de la entrevista a los Inspectores de Geografía (82)
3.3.4.2. Resumen de la entrevista al Inspector de Química (83)
3.3.4.3. Resumen de la entrevista a la Inspectora de Física de UTU (84)

3.4. JUSTIFICACIÓN DEL DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS

3.5. DESARROLLO DE PRÁCTICAS (85)

3.5.1. PRÁCTICAS DE CORTE INVESTIGATIVO E INTERDISCIPLINAR
3.5.1.1. Fósil sintético (86)
3.5.1.2- Micro mundo de crustáceos (90)
3.5.1.3. Estudio interdisciplinario de una laguna (95)
3.5.2. PRÁCTICAS CORTAS QUE DEVELAN ASPECTOS ESPECIALES DEL AGUA (102)
3.5.2.1. Circulación e intercambio de iones (102)
3.5.2.2. Circulación del agua (102)
3.5.2.3. Solubilización de sales e intercambio iónico en las cuencas (108)
3.5.2.4. Prácticas sencillas sugeridas para reivindicar la complejidad del AGUA (110)
3.5.2.4.1. ¿Por qué el agua tiene color azul? (111)
3.5.2.4.2. El agua ¿disuelve todo? (112)

4. DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DEL CURRÍCULO (115)

4.1.1. ANALISIS DE LOS OBJETIVOS PROGRAMÁTICOS (119)

4.2. ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO (120)

4.3. ANÁLISIS DE OPINIONES (126)

4.4. DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS PROPUESTAS (137)

4.4.1. FÓSIL SINTÉTICO (139)

4.4.2. MICRO MUNDO DE CRUSTÁCEOS (142)

4.4.3. ESTUDIO INTERDISCIPLINARIO DE UNA LAGUNA (144)

4.4.4. PRÁCTICAS CORTAS (149)

4.4.5. PRÁCTICAS SENCILLAS (150)

5. CONCLUSIONES (153)

6. PERSPECTIVAS (154)

6.1. DESARROLLO DE UNA PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR LA ENSEÑANZA INTEGRAL DEL TEMA AGUA (154)

6.2. OTRAS PROPUESTAS A FUTURO (159)

7. AGRADECIMIENTOS (159)

8. BIBLIOGRAFÍA (162)

TESIS DE DOCTORADO

EDUCACIÓN EN QUÍMICA

FACULTAD DE QUÍMICA

ENSEÑANZA RENOVADA DE LA QUÍMICA DEL AGUA Y SU RELEVANCIA PARA LOS SISTEMAS VIVOS, DIRIGIDA A LA EDUCACIÓN MEDIA

Javier TEXEIRA PANIZZA

1. INTRODUCCIÓN

¿*Por qué estudiar el agua*?

El agua, una sustancia tan común, pero a la vez única en sus propiedades químicas y físicas, estructura la vida tal como se la conoce, con sus procesos de formación de membranas, difusión y transporte celular entre otros.

El agua también, es fundamental para los ingresos económicos de un país. FERNANDEZ *et al*. (1996) establecen un crecimiento del 10 por ciento en el sector turístico, asociado a las costas uruguayas, destacando la importancia de la calidad de las aguas, como un bien preciado por los turistas. LOPEZ LABORDE *et al. (*2000) establecen que el 69 por ciento de la población uruguaya es costera, dato que debería ampliarse, ya que los autores consideran ciudades costeras, a las que tienen costas en el Río de la Plata y Océano Atlántico, sin tomar en cuenta las ciudades del litoral del Río Uruguay, o de otros ríos interiores, como el Río Negro, u otros más pequeños, que en

conjunto, seguramente se pasaría al 90 por ciento de la población, ubicada en las márgenes de sistemas acuáticos.

El agua se encuentra en estados de pureza y cantidades variables, en los paisajes de Uruguay, en donde se puede observar coexistiendo en sus tres estados, habiendo cuerpos de agua de suma importancia en todo el territorio nacional. La mayoría de las veces esos cuerpos de agua se pasan por alto, no siendo tomados en cuenta por la población, ya que es algo de todos los días, se nació con agua natural y abundante en la historia del país, a diferencia de otras naciones, donde el agua dulce escasea, y sus pobladores valoran el agua considerándola el "oro líquido", el bien más preciado.

Actualmente, se han vuelto frecuentes las noticias de desbordes de ríos e inundaciones en ciudades, por el agua de lluvia no contenida en los sistemas de alcantarillado. A su vez las sequías en otros e incluso en los mismos lugares, si bien en tiempo diferido, son noticias a las que nos hemos acostumbrado. En nuestro país, al cual siempre hemos visto y se nos ha enseñado, que una de sus riquezas es el agua, se han dado situaciones donde los ríos, desde donde se toma el agua, han bajado tanto su nivel que el suministro se ha visto afectado. Esta situación descrita tiene un factor común que es el agua y su importancia para nuestra vida. Si es importante para nuestra vida y si actualmente es un tema preocupante, debería ser enseñado a todos los ciudadanos de nuestro país.

Si bien se enseña el tema agua y otros relacionados; por experiencia docente se entiende, que no es presentado con la profundidad y las interrelaciones que se requieren, para entender los fenómenos que afecta a la vida de las personas

y otros organismos.

Las variables químicas de un sistema acuático, pueden dividirse en conservativas y no conservativas, según sean independientes o dependientes de los organismos (MARGALEF 1998). El pH y el oxígeno disuelto no son conservativos, pues se encuentran muy influenciados por los organismos que habitan estos sistemas de agua. Por ello, es importante estudiar también los organismos que existen en el sistema, y se dividen tradicionalmente en Plancton, Necton y Bentos, o sea que además de su importancia, el agua constituye en sí misma, una oportunidad para el aprendizaje, por ser un tema crucial para la vida de la nación y permite la interacción entre diferentes disciplinas.

Dentro del Plancton (organismos acuáticos de escasa movilidad), se puede encontrar a los Zooplanctones de tallas observables en lupa o microscopio, (Zooplancton macro o medio, según la clasificación) que en Uruguay están integrados principalmente por crustáceos. Los cladóceros y copépodos (órdenes de la clase Crustacea), habitan en medios donde la concentración de O_2 es variable, ya que pueden crecer en un ambiente de completa saturación de oxígeno, así como también a concentraciones muy bajas de O_2. Las concentraciones de oxígeno a su vez, varían en función de la temperatura, concentración de materia orgánica, concentración de microalgas, etc.

En estos organismos, existe una alta sensibilidad a los cambios del equilibrio iónico a diferentes concentraciones de cationes, en el agua.

La madurez sexual y la formación de huevos partenogenéticos en Cladóceros, depende de la temperatura, salinidad, pH y luz presente en el agua. Un exceso

de luz, reduce considerablemente a una población. En un cultivo con temperatura regulada, se puede observar fácilmente, que la temperatura es el factor físico por excelencia, para la producción de huevos (huevos de resistencia partenogenética). VIGNATTI & ECHAN (2007) atribuyen a estos curiosos organismos, su influencia en la transparencia de las aguas, cuando comparan poblaciones planctónicas en tres lagunas: en una laguna sin peces, donde predominan los macroplanctones, se revela que el filtrado de estos organismos, contribuye a la transparencia. De lo expresado anteriormente, surge que estos pequeños organismos, no sólo son importantes por su participación en los ambientes como parte fundamental de las redes tróficas, sino además, por influir en las características físicas y químicas del hábitat.

En Uruguay, en ambientes acuáticos contaminados, con carencia de oxígeno disuelto, hay disminución drástica de la diversidad de especies de peces. Sin embargo, en un ambiente contaminado como el del Arroyo Carrasco, se ha determinado que ciertas especies de peces, sobreviven a bajas concentraciones de OD, a través de adaptaciones bioquímicas que los harían más resistentes a estos cambios del ambiente, demostrando una vez más, la interrelación entre la Biología, la Química de los ambientes y organismos (TEXEIRA 2001a,b; TEXEIRA & COPPES 2001).

Es decir el tratamiento del agua tiene muchas complejidades pero éstas, están interrelacionadas y es por eso que debería ser un tema de abordaje interdisciplinario en el ámbito educativo, lo que no es el caso en la actualidad.

En Uruguay, el empleo y cuidado de las aguas está celosamente establecido en la normativa, lo que lleva a pensar que este tema constantemente ha sido considerado de importancia para el país. IZUIBEJERES & DIAZ (1996) resumen las normas que regulan el empleo de las aguas y su cuidado en el código de Aguas de Uruguay – Decreto de ley N° 14859 del 15 de diciembre de 1978, en el artículo 144, se especifica la prohibición de contaminar. La ley N° 16688 establece, el control de la contaminación acuática provocada por los buques. Existen también otras normas internacionales relacionadas con el cuidado del agua marina y atmosférica, como es la ley N° 13684, que trata de las prohibiciones de desarrollar pruebas nucleares debajo del mar.

1.1. CARACTERÍSTICAS QUE DESPIERTAN INTERÉS POR EL AGUA

1.1.1. VISIÓN DEL COLOR DEL AGUA

Se ve lo que los ojos captan, lo cual depende de la luz, por eso no vemos en la oscuridad; en la claridad vemos solo lo que se llama espectro visible, debido a que nuestros receptores, conos y bastones que se encuentran en la retina, captan los colores primarios si hay suficiente luz (DVORKIN *et al*., 2010). Los daltónicos, por ejemplo, no aprecian todos los colores, o sea que, vemos en función de lo que captamos con nuestros receptores y es por ello que el color del agua, no sólo cambia con las sustancias disueltas sino también con la iluminación y la cantidad de agua que se esté mirando. Por otro lado,

analizando el espectro de absorción del agua, vemos que en la región visible es muy poco lo que se absorbe; por ello, cuando el agua es pura, la vemos sin color o sea transparente a la luz. En general se piensa que lo que se ve es función solamente de la absorción o emisión de luz, pero también existen los reflejos y las dispersiones, como sucede en este caso con las aguas naturales. Es así que las aguas de los sistemas naturales varían, en su coloración, en función de las algas (plancton) pudiendo ser en general rojas o verdes, y de los sedimentos que son marrones o rojizos generalmente. Pero en cualquiera de estos sistemas, el agua es el componente mayoritario, y dependiendo del ángulo de observación, se puede detectar la dispersión de la luz, lo que lleva a visualizar los sistemas acuáticos a la distancia, siempre como azules.

1.1.2. FLUIR DEL AGUA

Mucho de lo que vemos del agua refieren a su circulación; pero ¿por qué el agua tiene esta capacidad de "circular", es decir fluir? Según SERWAY (1997), los fluidos, son un conjunto de partículas, las cuales se mantienen distribuidas al azar, unidas por fuerzas cohesivas débiles y por las fuerzas ejercidas por el recipiente que los contiene. RESNICK *et al.* (1997), expresan que las propiedades de los fluidos, se explican por la separación entre sus moléculas y la poca organización que éstas poseen. Es decir, como están más separadas que en los sólidos, los líquidos sufren más la presión; como sus moléculas no tienen un orden de largo alcance, es más fácil que se reacomoden variando rápidamente su forma. Para SERWAY (1997), todos los fluidos presentan una propiedad llamada fuerza de viscosidad, que alude a la resistencia al

movimiento entre las capas adyacentes del fluido conforme se deslizan unas sobre otras. Igualmente es característica la resistencia al corte, es decir la separación total de las partículas y ésta aumenta al aumentar la viscosidad. Según MARGALEF (1998), la viscosidad del agua, está influida por la variación de la temperatura y presión. Como en agua dulce en general la presión es constante, (dada la poca profundidad de los sistemas), y la temperatura al descender en profundidad disminuye, se produce un aumento de la viscosidad. Es decir, para saber cómo o por qué fluye el agua debemos saber cómo se comportan sus moléculas, y la manera en que varían las fuerzas que las mantienen unidas. La molécula de agua con enlace covalente, forma un ángulo entre los tres núcleos de 104.5 grados, por la diferencia de electronegatividad y los electrones no enlazantes. Como los enlaces entre el átomo de oxigeno y el de hidrogeno son polares, los vectores del momento dipolar están dirigidos en la línea que se unen los átomos formando un ángulo de 104.5 grados. La suma de estos vectores es la resultante, o sea el momento dipolar, explicando así la polaridad de esta molécula. La estructura del agua líquida, esta mas estructurada que en líquidos de moléculas esféricas no polares, en el agua, aun a 90 grados centígrados, persisten enlaces de hidrogeno. Podemos entender así cómo el agua a pesar de ser un líquido presenta un ordenamiento en sus moléculas, gracias a sus enlaces de hidrógeno (COTTON & WILKINSON 2006).

1.1.3. CREACIÓN DE LA SUSTANCIA AGUA

El universo, los planetas y estrellas se habrían creado por una gran explosión,

lo que se ha podido deducir mediante la observación de espectros de emisión de las estrellas y la continuidad de la separación de los astros entre sí (FOLSOME 1989). Esta teoría sigue siendo la más aceptada, aunque actualmente se discuten detalles en función de nuevos avances; como por ejemplo VALIEYEV & KRAIKO (2015), hacen una revisión de la expansión de gases en el universo, comparando dos explicaciones diferentes.

El elemento más abundante en el universo es el hidrógeno; las estrellas generan gran cantidad de energía y otros elementos a partir de reacciones nucleares. La Tierra en sus albores no tenía atmósfera, estaba formada por óxidos y sales. La atmósfera se forma posteriormente gracias a la salida de gases por las erupciones volcánicas (FOLSOME 1989). Se piensa que el hidrógeno era abundante y habría poco oxígeno, el cual se iría combinando con otros elementos, dando diferentes óxidos. El agua formada así se vaporiza y lentamente iría aumentando su concentración, formando parte importante de nuestra atmósfera. En toda la evolución de la Tierra se han escapado a la atmósfera muchos elementos livianos que ayudarían a tener más nociones de la primera atmósfera; las actuales erupciones volcánicas no son iguales a las primitivas, dado que el material volcánico se recicla a partir del material de la superficie (DOBZHANSKI *et al.,* 1993). Las rocas sedimentarias (las formadas por la presencia de agua) más antiguas corresponden a unos 3800 millones de años (DOBZHANSKY *et al.,* 1993), lo que lleva a los científicos a suponer, que a partir de esa fecha ya había agua suficiente en la Tierra.

GUTIERREZ (1984) explica que en la formación de agua a partir de los

elementos oxígeno e hidrógeno, hay un gran desprendimiento de energía que provoca una explosión que avanza a 2800 metros por segundo. Por lo tanto, si se quiere crear agua de esa forma, la velocidad de salida de los gases deberá ser mayor a esta velocidad, de lo contrario toda la mezcla explota.

La cantidad de agua en la Tierra, sería alrededor de $2x10^{18}$ toneladas (GUTIERREZ 1984), parte de esta agua se evapora y en la alta atmósfera se convierte en oxígeno e hidrógeno por las radiaciones y a su vez, parte de este hidrógeno por su pequeña masa se escapa de la atmósfera, perdiéndose cantidades insignificantes de agua. El agua al formar hielo, tiene menos densidad porque se expande, lo que ocasiona que flote en agua líquida, esto condiciona a la Tierra como la conocemos; el agua también tiene una gran tensión superficial que habilita muchos de los fenómenos que suceden día a día sin darnos cuenta. Es decir desde que aparece el agua en nuestro planeta las condiciones comienzan a cambiar debido a sus propiedades especiales.

1.1.4. CAPACIDADES DEL AGUA COMO DISOLVENTE

El agua es un disolvente polar, es decir su molécula tiene diferencias de cargas en sus partes, lo que se debe a la diferencia de electronegatividad (la fuerza con la que se atraen los electrones) de sus átomos constituyentes, provocando una mayor atracción de los electrones del enlace covalente hacia el oxígeno, en detrimento del hidrógeno. No obstante si consideramos en su totalidad, la molécula de agua es neutra. La propiedad del agua de disolver otras sustancias

radica en su capacidad ionizante: convertir a otras partículas neutras en partículas cargadas (iones), resultando ser un buen disolvente para sustancias que puedan adquirir cargas (GUTIERREZ 1984).

¿Qué es una disolución? Para comprenderlo se podría expresar que es un proceso mediante el cual un sólido dispersa sus partículas en el disolvente, en este caso el agua. Sin embargo, las disoluciones o soluciones, pueden ser sólidas, líquidas, o gaseosas como el aire que tiene en solución otros gases además del oxígeno. Este proceso, ocurre en varias etapas que han sido muy estudiadas, al igual que las ideas previas referidas a su enseñanza (FAUSTINO *et al*., 1999); el autor expresa que es común que los alumnos piensen que las sustancias desaparecen al disolverse, por lo que es una idea previa "a erradicar". También se podrían dividir a las sustancias que se disuelven en agua, en electrolitos, es decir sustancias que una vez disueltas conducen la electricidad; de esta forma se tienen sustancias que pueden ser electrolitos fuertes, débiles o no electrolitos. Resulta importante aclarar que el agua misma es una sustancia que conduce pobremente la electricidad (CHANG 1999). Cuando una sustancia se disuelve en agua, se solvata (específicamente para el agua, se denomina "hidratación"), es decir esta sustancia es rodeada por las moléculas de agua que se "sujetan entre sí" y se unen a las moléculas del sólido que se va a disolver (también puede ser un gas u otro líquido); por esa razón "vemos desaparecer al azúcar en el agua" porque las moléculas de agua "ocultan" a las otras moléculas o partículas dentro de ellas". Como las moléculas de agua son polares se pueden unir por su polo negativo (O) a los cationes o por sus polos positivos (H) a los aniones.

En realidad en los compuestos iónicos que son electrolitos y que pueden ser fuertes o débiles, hay variaciones en las solubilidades, que están relacionadas, entre otros, con la diferencia de tamaño de los iones positivos y los aniones o iones negativos formados en la disolución (GUTIERREZ 1984, p.142); también hay que considerar que en el proceso de disolución, se puede liberar energía en forma de calor o consumirla enfriando el recipiente; esta liberación o absorción de energía también influye en la solubilidad de un compuesto en agua.

En resumen, el agua es el disolvente universal, pero con muchos matices. Todas las aguas naturales tienen sal, esto es por su gran capacidad de disolver compuestos presentes en el suelo y aire, pero no todas son saladas: en cualquier sistema natural el agua está en contacto con rocas y sedimentos que tienen muchas sustancias y por lo tanto siempre hay sales en solución en el agua natural. El problema es que nuestras papilas gustativas tienen un límite de detección para las concentraciones salinas, por ello cuando la sal se encuentra a bajas concentraciones nuestras papilas gustativas no la detectan.

Uno de los problemas actuales, es la acidificación de las aguas naturales tanto de lluvia como de ríos o mares, porque, entre otros desequilibrios, atacan a la vida; siendo esto es tema de investigación actual. El efecto de la disolución del CO_2 en agua marina que genera ácido carbónico, afecta a los caparazones de los moluscos que se disolverían en agua (SOKOLOWSKI *et al*., 2018). Es

decir, al agregar ácido al agua, se está cambiando su capacidad de solubilizar sustancias y puede afectar mucho la vida, aun en la relaciones de las especies; GLASPIE *et al.* (2017), relatan cambios en las relaciones predador presa entre moluscos y cangrejos en función de la acidificación.

1.1.5. FISICOQUÍMICA ACUÁTICA

La solubilidad del O_2 en agua, es pobre, lo que hace que el gas penetre muy poco por difusión simple, disminuyendo aun más, a medida que aumenta la temperatura. Si el agua es clara, a partir de 0.5 metros de profundidad de disco de Secchi, la existencia de Oxígeno disuelto (OD) proviene fundamentalmente de las algas planctónicas y de las macrofitas sumergidas (plantas como *Elodea*). Existe así una dependencia de la transparencia del agua, registrada por Secchi y las concentraciones de OD esperadas: en un sistema con una profundidad de Secchi de 1,0 metro, es de esperar buena oxigenación, siempre y cuando el ambiente no sobrepase los 27° C.

El pH esperado para un sistema léntico de nuestro país, varía entre 5.5. y 8.0 (AROCENA & CONDE 1999), por la presencia de muchas algas, que debido al consumo del CO_2 del equilibrio con el agua, genera un aumento de pH, por lo que el agua se hace menos ácida, lo que repercute en una buena salud del ecosistema en general (TEXEIRA 2001a,b; TEXEIRA & COPPES 2001). Los sistemas que escapen a este rango de pH, pueden estar afectados.

La respiración, predominio del Zooplancton frente al Fitoplancton o la presencia de mucho material en descomposición con actividad microbiana, se correlaciona con un descenso del pH; dicho descenso se debe por lo tanto, a procesos vinculados a un consumo de oxígeno y liberación de CO_2. Cuando la profundidad de Secchi no cubre toda la columna de agua, en un sistema estratificado se espera obtener, en el *epilimnion* (capa superior) valores de pH cercanos a la neutralidad o levemente alcalinos (ocurrencia de fotosíntesis,) y en el fondo (si no llega la luz), valores ácidos por el predominio de la respiración (ODUM 1972).

1.1.6. EL AGUA Y SU RELACIÓN CON EL SÍLICE

El sílice, es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre. De acuerdo a COTTON & WILKINSON (2006) el sílice en su forma SiO_2, solo está en cuarzo y cristobalita, ambas formas cristalinas se pueden interconvertir mediante el calor, el cual rompe y reformula los enlaces. Al calentar cualquier forma de sílice sólido, se forma en esencia vidrio, es decir un material amorfo, que no mantiene estrictamente el orden en su estructura. El sílice es poco reactivo con respecto a los ácidos, cloro e hidrógeno, pero es atacado entre otras cosas, por los hidróxidos alcalinos y los carbonatos fundidos.

Cuando los carbonatos alcalinos se funden con sílice a unos 1300 grados centígrados, se expulsa el CO_2 y se obtiene una mezcla de silicatos alcalinos; si el contenido en metales alcalinos es alto, los silicatos son solubles en agua y esta solubilidad desciende, al descender el contenido en metales alcalinos.

Diversas formas de sílice hidratada aparecen en varias especies, como constituyentes de caparazones o espinas por ejemplo, siempre presentándose en forma amorfa. Se postula que esta incorporación, se haría por mineralización del ácido silícico (ejemplo *ácido ortosilícico* (H_4SiO_4), a lo que se designa silicificación y produciría capas de polímeros $SiO_2.nH_2O$ (BARRAN 1995). De esta manera es cómo se explica en referencia a los procesos de silicificación encontrados en varios estratos geológicos. El sílice disuelto en agua, obtenido de varias fuentes como cenizas volcánicas, aguas termales, o disolución de rocas (PEREZ-JIMENEZ 2011), es muy afectado por el pH del agua, que hace variar su solubilidad. De esta forma se pueden dar procesos de deposición, generando estructuras amorfas. Los restos de organismos, como diatomeas ricos en formas orgánicas del silicio, pueden ser también una rica fuente de silicio, que luego contribuirá con los procesos de silicificación.

En estos procesos se estaría dando primero una disolución del sílice, que correspondería a condiciones alcalinas las cuales pueden darse en aguas con muchas rocas alcalinas de base; esta agua puede llegar a otro lugar, ya sea a través de sedimentos o su llegada a un cuerpo de agua mayor, donde se profundice y tome contacto con aguas, donde predominen los procesos de respiración y por tanto provoquen un descenso del pH, que lograrían la deposición del sílice. Si el sílice, es precipitado en una matriz orgánica esta puede ser conservada generándose así un fósil.

1.2. EL TEMA AGUA COMO OBJETO DE APRENDIZAJE Y DE ENSEÑANZA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

1.2.1. ANTECEDENTES

Si bien es inobjetable la idea que expresan los docentes, de que temas relacionados con el agua han estado presentes en nuestra enseñanza, no es posible encontrar la bibliografía que lo confirme en su totalidad y es por esto, un estudio donde se verifique la presencia de la temática a diferentes niveles cobra importancia.

En el año 1992, el Consejo de la Facultad de Química (CFQ), aprobó un Plan Piloto para la enseñanza de la Química a niños 4, 5 y 6 años de la Escuela Experimental de Malvin , cuyo tema central trataba la importancia del agua en la naturaleza; en el año 1994, se llevó a cabo un seminario cuyo tema central fue "La importancia del agua para la vida" organizado conjuntamente por ANEP y Facultad de Química dirigido a maestros y profesores de Enseñanza Secundaria, con PROFESORES DE FACULTAD DE QUIMICA Y DE ENSEÑANZA SECUNDARIA. De lo que antecede, se logró tratar un tema común, el agua, a nivel de enseñanza primaria, secundaria y universitaria. A su vez, el tema agua siempre estuvo dentro de la investigación en "Adaptación Bioquímica a los Cambios del Ambiente Acuático", que el grupo de Bioquímica de Peces de la Facultad de Química, ha venido investigando durante más de 40 años; el agua tampoco se trata en la materia Bioquímica. El Consejo de la Facultad de Química aprobó en el año 2002 un Plan Piloto para la enseñanza de la Investigación Científica con estudiantes de la Escuela Naval (durante 10 años)

(COPPES 2002, Res. CFQ), cuyo tema central fue la contaminación de las aguas del Río de la Plata; luego, y nuevamente auspiciado por el Consejo de Facultad de Química en el año 2005, se realizaron Jornadas, sobre la importancia de cómo evitar la contaminación en las Aguas del Río de la Plata; dichas Jornadas fueron llevadas a cabo en la Escuela Naval, junto con la Facultad de Química, así como invitados de la Escuela Naval Militar de Argentina, con profesores de Facultad de Química, Facultad de Ciencias, DINARA, Comisión Técnico Mixta del Frente Marítimo, Freplata y MEC. De lo que antecede, y luego de haber aprobado el Profesor Texeira, la Tesis de Maestría en Química (TEXEIRA 2001b) en el tema de "Adaptación bioquímica de los peces a los cambios del ambiente acuático del Arroyo Carrasco", surgió el tema para el doctorado de Educación en Química, a los efectos de continuar profundizando en torno al agua. El tema originalmente elegido, fue analizar el agua en los programas de Enseñanza Primaria, Secundaria y la Universitaria. Sin embargo, y debido a que quien lleva adelante la presente tesis es profesor de Enseñanza Secundaria, además de ser formador de profesores de Educación Media en el CERP del Litoral, se decidió analizar únicamente, cómo se encara el tema agua en el Ciclo Básico de la Enseñanza Secundaria, lo que permitirá aportar más información a la investigación educativa del grupo de Bioquímica de Peces de la Facultad de Química.

1.3. MARCO TEÓRICO

1.3.1. EL CICLO BÁSICO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA. FUNDAMENTACIÓN: ENSEÑANZA DEL TEMA AGUA

Los cambios curriculares siempre crean tensiones, pero es indudable, que en ciencias los contenidos se generan vertiginosamente y esto requiere competencia técnica para comprenderlos y enseñarlos, así es un reto que hay que asumir. Hay brechas importantes entre el desarrollo de los conocimientos científicos y lo que sucede en las aulas de ciencias, ello demanda actualización y adaptación permanente, tanto curricular como metodológica y didáctica. A su vez la Educación Secundaria debe asegurar la educación para todos los ciudadanos y el reto es quizás no incluir nuevas asignaturas, sino reestructurar las existentes para que ayuden a resolver las nuevas problemáticas (MARTINAND 1994). Según UNESCO (2002) la propia estructura del sistema educativo, le ha impuesto a la Educación Secundaria, una función de puente, entre la Enseñanza Primaria y la Superior Universitaria, que hasta hace unos años, sus fronteras eran bien definidas. Actualmente dichas fronteras se han diluido, ocasionando un problema, que no sólo atañe al sistema educativo y a la diversidad de ofertas, sino también a la jerarquización de la edad de la adolescencia y a sus límites poco claros, desdibujándose el límite para llegar a la vida adulta, que otrora era claro.

Por ello, sería conveniente establecer de manera clara, la identidad de la Educación Secundaria; para esto habría que contemplar los intereses y necesidades de los alumnos, flexibilizar los currículos, tratar de integrar los conocimientos fragmentados en asignaturas, que luego el alumno deberá

integrar, para poder ser movilizados. La Educación Secundaria debe preparar ciudadanos creativos con capacidad de indagación, con pensamiento crítico, solidarios con habilidades cognitivas que les permita aprender en forma permanente y capaces de comprometerse en la construcción de un mundo mejor para todos. Los egresados de la Educación Secundaria deben ser capaces de seguir estudiando en la Educación Superior, para lo cual deben contar con las competencias y conocimientos necesarios, así como desarrollarse positivamente en cualquier ámbito por el cual opten insertarse.

En América Latina, hay realmente un problema en la enseñanza de las ciencias y es imperioso buscar caminos para reforzar la educación científica de los ciudadanos (MACEDO 2016). Es necesario incorporar la educación científica desde la educación obligatoria. Pero ello debe estar ligado a un nuevo enfoque de la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, que permita asegurar una educación científica de calidad con equidad. Que los alumnos adquieran conocimientos con implicaciones para sus vidas, enseñarles a desarrollar capacidades de observación y análisis, además de comunicación entre otras.

Así se entiende, que si bien resulta difícil reestructurar un currículo o incorporar un nuevo enfoque de un tema en la educación secundaria, un tema crítico e interrelacionado como el agua se hace muy necesario y debe ser abordado en todos sus aspectos, pese a las complejidades a solucionar.

De lo que antecede, y como se ha presentado: el agua es una sustancia que condiciona y modela nuestra vida y esto la hace un tema fundamental de enseñanza; pero para enseñar un tema, es necesario

realizar algunas consideraciones que se tratan a continuación:

1.3.2. APLICACIÓN DEL CURRÍCULO

Existe una gran diversidad en las definiciones de currículo, pero a éstas se las puede asociar a los diferentes niveles en los que opera el currículo; así distinguiríamos: Currículo Abstracto, es lo que la sociedad espera del currículo; Currículo Formal, es el compendio de contenidos a enseñar; Currículo Diseñado, es el que figura en los textos y guías, y Currículo Organizado que está ambientado en el centro educativo y la clase misma (MES & FOD 1997). Otros autores, agrupan la variedad de concepciones del currículo en tres grupos: Currículo como Contenido, Currículo como Planificación y Currículo como Realidad Interactiva (ANGULO & BLANCO 2000). ALSINA (2000) propone la existencia de 4 currículos: Oficial, Potencial, Impartido y Aprendido.

El currículo, aún cuando se lo llegue a definir aceptando alguna de las acepciones dadas anteriormente, puede ser aplicado de diferente forma, ya sea por su cantidad o tipo de contenidos, dando lugar a grandes diferencias en el momento de aplicarse. Por ello, resulta importante a continuación, reflexionar mínimamente en la aplicación de los currículos.

BRIS (1997) aclara que la planificación educativa, involucra varios niveles y si no se especifican, resulta ser muy amplia, desde las acciones de los ministerios, hasta la planificación diaria del docente para su clase. El diseño y desarrollo curricular, es la planificación que dispone los elementos y las acciones que generan, dando lugar al proyecto del centro educativo, inclusive a

las programaciones de aula.

Según GIMENO-SACRISTÁN & PEREZ GOMEZ (2000), se entiende que el valor o lo apropiado del currículo, no tiene tanto que ver con criterios técnicos o científicos, sino con el aval que cuente en la cultura de los grupos con poder de decisión. El currículo como selección de cultura, sirve a una sociedad o a una visión de cómo debería ser la sociedad, y se determina a través de un proceso social. Se puede apreciar que el currículo, tiene una relatividad histórica, puesto que en cada lugar y momento se ha entendido en forma diferente acerca de lo que hay que enseñar. La selección de los contenidos, es un proceso político, donde compiten diversos grupos y visiones.

DIAZ BARRIGA (2003) y SAGASTEGUI (2004), aclaran la nueva tendencia de aplicación curricular con bases en el pensamiento de Vygotsky "El aprendizaje situado", donde la actividad en contexto es el factor clave de todo aprendizaje, ubicando a la educación como inseparable de la vida cotidiana. Para aplicar este paradigma a contexto educativo habría que tener en cuenta: que las situaciones educativas estén organizadas en función de las posibilidades de desarrollo cognitivo de los estudiantes (VYGOTSKY (1977), *zona de desarrollo próximo*). La experiencia debe ser guiada y apoyada a través de un proceso de "andamiaje", para lograr que los alumnos puedan superar los problemas exigidos en colaboración con otros. Las metodologías pueden ser trabajo en proyectos de investigación, donde el contexto sea parte importante y se reconozcan las racionalidades y subjetividades. Así las estrategias de aplicación se enfocan en la construcción del conocimiento en contextos reales, en el desarrollo de las capacidades reflexivas, críticas y en el pensamiento de alto

nivel, así como en la participación en las prácticas sociales auténticas de la comunidad (DÍAZ BARRIGA 2005).

PÉREZ & CHAMIZO (2016) al analizar los currículos secundarios de química en México como base para un posible cambio curricular, captan diferencias en los programas en cuanto a la utilización del contexto entendiendo que habría tres niveles. 1- El contexto usado como explicación de los conceptos trabajados. 2- Los conceptos interrelacionados entre sí y con sus aplicaciones sociales es un estilo CTS. 3- Se relaciona el concepto sus aplicaciones sociales y las personas y sociedades que le dan sentido.

Es decir, no es solamente estar de acuerdo en un diseño curricular sino también en cómo aplicarlo, pudiendo haber grandes variaciones de acuerdo a este último punto.

1.3.3. TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA

Al elegir un tema aceptando su pertinencia e incluirlo en el currículum, ese conocimiento se vuelve un objeto a ser aprendido y por lo tanto enseñado. En el aprendizaje de un tema, es importante el tema en sí, pero también cómo se lo enseña y a quién se enseña; pero al analizar al alumno, hay que tener en cuenta también al profesor, que es el encargado de promover el abordaje de ese conocimiento. En este momento, el conocimiento o tema en cuestión cambia a conocimiento a ser aprendido, por lo tanto debe ser enseñado, y el niño pasa a ser un alumno. Por eso no se puede simplificar el conocimiento en

este caso, a una relación sujeto y objeto del conocimiento (aparece el profesor). Relación entre el sujeto que aprende, el sujeto que promueve el aprendizaje, enseña, y los objetos de aprendizaje y enseñanza. El conocimiento así, no es algo que se da, sino que se construye en un trabajo colaborativo. Así mismo, hay que reconocer que los objetos de aprendizaje y enseñanza no responden a la ciencia erudita, pues ha ocurrido transposición didáctica (CHEVALLARD 2000), lo que permite una ciencia escolar.

"El punto principal de la teoría de la transposición didáctica, es que considera el conocimiento cambiando la realidad, que se adapta a su hábitat institucional donde ocupa un espacio estrecho (nicho). Una conclusión de este enfoque ecológico de la dinámica social del conocimiento, fue que hablar clásicamente en términos de alumnos, profesores y conocimientos a enseñar y aprender no era suficiente. Detrás de las personas y del conocimiento, aparecían las instituciones, para ser consideradas. A la par de las personas, a la luz de una dialéctica entre personas e instituciones" (CHEVALLARD 2007).

1.3.3.1. Enseñanza de la Física y la Química

La Física y la Química, junto con Matemáticas, se presentan como las materias más difíciles en Enseñanza Secundaria, pudiendo llevar a que los alumnos abandonen su estudio (MARTIN *et al.,* 2000). Estos autores proponen, que esta dificultad radica en tres problemas: *el cognitivo, el aprendizaje de conceptos y la resolución de problemas*.

MARTIN *et al*. (2000), al expresar sobre las dificultades del aprendizaje, establecen, que los alumnos comienzan con una etapa concreta y evolucionan con la edad y en función de las situaciones de aprendizaje que se les propongan hacia etapas formales de pensamiento como lo propuso Piagget. Se plantea que estrategias de pensamiento y razonamiento son necesarias, pero no suficientes para el pensamiento científico, lo que en teoría existiría mucha variación en el pensamiento de los alumnos. El pensamiento concreto, presenta grandes problemas para muchos de los conceptos científicos básicos; se cita como ejemplo, la fusión del hielo y la dificultad de aplicar el modelo de partículas, o sea, que el alumno comprenderá la reversibilidad del proceso pero no sus detalles. Los alumnos pueden comprender las familias de elementos con características comunes, pero se les dificulta comprender la relación entre estructura atómica y las propiedades de elementos y compuestos. El grado de abstracción de los conceptos, así como la relación no inmediata entre ellos, ofrece una gran dificultad para muchos de los alumnos entre 12 y 16 años. Según MARTIN *et al*. (2000), la Química comienza con un grado de abstracción grande, y en bachillerato llega a ser más abstracta aún. Los autores citan el ejemplo de la evaporación del alcohol, que fácilmente se comprende su transformación en gas, pues el olor a alcohol sigue aunque no se vea más: los alumnos interpretan la práctica, basándose en sus experiencias previas de la vida cotidiana. Según los autores, las ideas previas se consideran construcciones personales, que se elaboran en interrelación al mundo que los rodea; son coherentes para los alumnos, pero no para la ciencia; son útiles, pues tienen alto valor predictivo en la cotidianeidad, y

también son mini teorías, pues no constituyen conocimientos sueltos. Así, cuando los alumnos tienen que explicar la materia por sus partículas, suponen relaciones causales simples, la materia debe ser continua y las partículas también, pues tienen las mismas características que la materia que forma. Ejemplo: Si el mercurio sube, es porque los átomos de mercurio aumentan de tamaño, error explicado por las relaciones causales establecidas equivocadamente por el alumno.

En el aprendizaje de conceptos, el alumno, en un inicio, recurre a sus ideas previas y experiencias cotidianas, para darle sentido a lo nuevo que enfrenta, por lo tanto, el empleo de estas experiencias es esperado y normal. El problema surge, cuando el alumno reinterpreta el conocimiento científico, en función de las ideas previas, es decir, busca una explicación de lo que ocurre, pero en acuerdo a sus teorías o ideas previas. En relación a este tema POZO (2003) aclara, que para fomentar el cambio conceptual en el alumno, no basta enfrentarlo a una situación que ponga en evidencia el concepto equivocado de sus ideas previas, sino que hay que organizar una secuencia de actividades, que demuestren carencias en sus teorías, pues en general, el ser humano tiene resistencia a cambiar sus teorías por otras nuevas.

A partir de la década del 80 hasta el presente, existe un interés permanente en la formación científica del ciudadano, que se canalizaría en las formas de alfabetización científica (**CTS**: *Ciencia, Tecnología y Sociedad*) (ACEVEDO DÍAZ *et al*., 2003). Sin embargo, este movimiento nuevo en la cultura del ciudadano,

no es homogéneo, debido a la influencia ejercida por diferentes opiniones y trayectorias. FOUREZ (1997), sugiere que la finalidad principal de estas tendencias educativas, es acercar los conocimientos científicos a los ciudadanos, para que puedan tomar decisiones políticas responsables en su vida; si bien, lo que se propone, es el objetivo esencial para la Educación Secundaria, el problema principal que surge, es cómo establecer cuáles son los contenidos que deben ser relevantes, para cumplir con dicho objetivo. Resulta también posible una discusión más pormenorizada de las ciencias y su relación con la historia, la política y el poder, y seguramente sus efectos son los que se dejan entrever, en las políticas educativas de los diferentes gobiernos (ALBORNOZ 2007).

En el último milenio, las ciencias se han destacado por un crecimiento exponencial (UNESCO 1993). La sucesión de "eras" que anteriormente se prolongaban en el tiempo en milenios, como la era del bronce, etc., ha cambiado, a unas pocas decenas de años como la era Atómica, Espacial o la era de la Informática. Otro rasgo a destacar, es la forma en que se apoyan las diferentes disciplinas entre sí, por ejemplo, para la comprensión del sistema de la Tierra, son fundamentales la Física, Química, Matemáticas y Biología. Dentro de estas ciencias, la Química en particular, se presenta como una de las ciencias básicas, que más ha evolucionado (UNESCO 1993) debido, principalmente a la vasta aplicación de la Química de los materiales y la Química para el bienestar humano, otros avances importantes en temas interdisciplinares, como los superconductores y la Química Atómica para Física

y Química, la Electrónica Molecular, que involucra Física, Química y Biología.

MARTIN *et al.* (2000) proponen, el empleo de varias estrategias de enseñanza para Física y Química, para satisfacer las diferentes motivaciones y expectativas de los alumnos a efectos de favorecer su atención. Existe acuerdo en la educación, que el nivel cognitivo del alumno, es determinante en el aprendizaje, sin dejar de afirmar que todos pueden aprender más allá de sus posibilidades cognitivas. Aprenderán con otros ritmos, en otros tiempos y de otras maneras, pero debe existir la convicción que todos pueden aprender. Es por ello, que cada vez más se promueve el empleo de diversas estrategias y actividades, que requieran distintos aportes cognitivos y se adapten a distintos ritmos. También se puede considerar que estas ciencias deben contribuir en el desarrollo de los alumnos, siendo fundamental el papel del profesor, quien debe diseñar actividades con ese fin. Dentro de la variedad de estrategias que proponen MARTIN *et al.* (2000), se encuentra la realización de pequeñas investigaciones, que pueden aplicarse, para la resolución de problemas cuantitativos como cualitativos y para la formulación de hipótesis.

1.3.3.2. Actividades Prácticas

Para las ciencias como la Física, Biología, Química y Geografía, las actividades prácticas son importantes. Si bien en acuerdo con RODRIGUEZ & HERNANDEZ (2015) se puede decir, que el concepto de trabajo práctico es polisémico, siempre requiere que el estudiante interaccione con el objeto de conocimiento.

En los trabajos prácticos, se favorece la reflexión sobre situaciones específicas, potencian el análisis en casos concretos. Estos autores recomiendan en los trabajos prácticos no separar el aprendizaje conceptual del metodológico. DAVILA *et al.* (2016), afirman que los alumnos manifiestan gusto y felicidad en los trabajos prácticos, ya sea dentro de los laboratorios o fuera de ellos. CARDOZO & SANTOS (2016) emplean secuencias didácticas, que incluyen actividades experimentales y confirman la idea de que mejoran la motivación estableciendo también, que la motivación tiene un componente institucional y del docente. Es decir, el clima generado por la institución y por el mismo docente importa mucho a la hora de motivar.

Es sabido que las actividades de laboratorio proporcionan la oportunidad para introducir y dar significados a conceptos, así como verificar y cuestionar las ideas del alumno (CABALLER & OÑORBE 1997). Estas actividades ofrecen la posibilidad de manipular, desarrollar actividades cognitivas como el análisis y la aplicación, existiendo una división en Experiencias, ejercicios prácticos e investigaciones (CABALLER & OÑORBE 1997). Más allá de las clasificaciones que son variadas, las actividades que se desarrollan en el laboratorio ofrecen dificultades, como las propias del lenguaje en la propuesta de la experiencia, o sea, si el alumno entiende el planteo. Se debe tomar en cuenta también, la complejidad de los conocimientos implicados en la resolución de problemas que son característicos de todas las actividades, que establezcan dificultades cognitivas al alumno (CABALLER & OÑORBE 1997). El trabajo en laboratorio requiere de por sí, un aprendizaje que es necesario para los estudiantes de ciencia y es insustituible.

Para la resolución de problemas, en primer lugar, habría que distinguir entre lo que es problema y lo que es ejercicio. Según MARTIN *et al*. (2000), para la resolución de un problema, no se dispone de un camino rápido y directo; sin embargo, el ejercicio involucra situaciones rutinarias, donde se conoce el procedimiento para llegar a la meta. Se podría aclarar que hoy no hay ninguna confusión entre un ejercicio rutinario, de los dispositivos de enseñanza basados en la resolución de problemas abiertos, y cualitativos, pues no siempre deben ser de carácter cuantitativo.

Los problemas se dividen a su vez, en diversas clasificaciones como por ejemplo, problemas cualitativos y cuantitativos, siendo estos últimos, quizás los más frecuentes en Física y Química. Sin embargo, dichos problemas cuantitativos, presentan dos dificultades intrínsecas: la de la Matemáticas y la propia de la disciplina, lo cual lleva a que el alumno, no diferencie entre esas dificultades y trate de obtener un problema tipo o fórmula especial, para la resolución generalizada (MARTIN *et al.,* 2000). Todo ello lleva al enmascaramiento del aprendizaje y a la falta de relaciones entre leyes y conceptos, que luego dificultan la transferencia de procedimientos a otras situaciones, por ende, el abuso de los problemas puede resultar muy perjudicial. Hay que evitar la matematización de las ciencias de la naturaleza tanto en primaria como en secundaria.

Se puede apreciar que las prácticas en la enseñanza de las ciencias, son

importantes, pero deben ser motivadoras no sólo para ilustrar principios teóricos sino que se le permita al estudiante involucrarse y discutir ideas (ROJAS *et al.,* 2013). Para ello actualmente se sugiere que las prácticas no sean "recetas a seguir", sino abiertas y que intenten responder algunas preguntas iniciales: de esta forma se obliga a los alumnos a que formulen hipótesis que deberán contrastar y refutar o validar, logrando un cambio conceptual y mayor motivación por las ciencias.

Las relaciones en el aula son también una motivación, coincidiendo con los planteos de MATOS & LENIR (2013), de que el silencio en el aula es un problema, y las estrategias de enseñanza deben buscar cómo manejar las intervenciones y la asimetría generada entre el que enseña y quienes aprenden. Siempre partiendo de la base que es fundamental dialogar con los estudiantes para saber lo que entendieron y lo que no: lograr desafiarlos para que busquen el conocimiento, solo de esa forma se logra una mejora de los aprendizajes. Lo importante es proponer estrategias que le permita al estudiante acercarse al conocimiento desde otro lugar, desafiante, y que se le permita sentir la aventura de acercarse al saber.

La enseñanza de las ciencias es vista con cierta preocupación al disminuir el número de estudiantes que optan por esta rama del saber**.** SOLBES *et al.* (2007) develan alguno de los problemas, que no nos pueden resultar ajenos: el planteo de los estudiantes que la enseñanza de las ciencias (como se enseñan) es un factor negativo, pues ven a la Química y a la Física como

asignaturas aburridas. En este mismo trabajo una solución posible planteada por los estudiantes es dedicarle más tiempo al trabajo en el laboratorio. Estos aspectos también son reconocidos por los profesores, pero admiten no realizar prácticas con frecuencia. Como conclusión SOLBES *et al*. (2007) recomiendan explicitar la utilidad de la ciencia para destronar seudo creencias científicas y presentarla como forma de solucionar los problemas humanos.

Se trata también de atender la forma en la que se realiza la comunicación en el aula entre el docente y sus alumnos entendiendo que es fundamental para vincular el currículo con su enseñanza entre otros: "En la clase se comunica porque se pone un mensaje a consideración de otros, intercambiando significados, presentando argumentos, discutiendo, buscando consenso, aclarando malentendidos, preguntando, etc." DE LONGHI *et al.* (2012) recomiendan que el docente permita a los alumnos explicitar sus ideas y opiniones y que vaya ayudando a esclarecerlas para que luego las diferentes alternativas puedan ir siendo testeadas; los autores recomiendan además los cierres parciales de las dudas o temas de forma de ir construyendo conocimiento.

En relación a las actividades prácticas, los libros tienen por lo general, actividades demostrativas que facilitan la aplicación de un concepto y se dividen en: experiencias, ejercicios prácticos e investigaciones, según sean demostraciones, aprendizaje de una técnica o problemas de investigación, respectivamente. En relación a los trabajos de campo, se los considera como

inicio o fin del trabajo, o sea, como fuente de ejemplos, problemas, campo de aplicación y verificación de los conocimientos (DEL CARMEN *et al.,* 1997).

Las prácticas de ciencia, como ya se ha mencionado, tienen sus particularidades educativas y muchas veces se juegan tensiones entre lo que los profesores desean al diseñarlas y su ejecución. En este sentido KOCK *et al.* (2013) explican tres tensiones en las prácticas de enseñanza de la física:

1- Preguntas abiertas versus estructuración y guía. La pregunta abierta permite una mayor exploración, pero puede llegar a desorientar a los estudiantes que no saben por dónde empezar o cómo ir uniendo la teoría con la práctica; por eso si la guía es excesiva, no colabora con la construcción real del conocimiento.
2- Invenciones de los estudiantes versus teorías aceptadas. Se les pide a los estudiantes, que ellos elaboren hipótesis y teorías, pero estas luego se validan o no en función de la teorías científicas.
3- Cultura científica versus cultura escolar. Se debe tomar en cuenta que la motivación de los científicos para trabajar es diferente a la de los alumnos; además los alumnos son calificados por cada actividad, y las normas y los horarios de trabajo también son diferentes.

KOCK *et al.* (2013) aclaran que se puede tratar de equilibrar dichas tensiones y que de hecho conocerlas, ayudaría. A modo de ejemplo se recomienda brindar algunas herramientas claves a los estudiantes para que les permitan orientarse mejor o poder llegar a interpretar correctamente los datos experimentales apoyados por una teoría mínima.

KASSEBOEHMER & FERREIRA (2013), trabajando con escuelas públicas y privadas brasileras, donde se aplican actividades de enseñanza en contextos de investigación, concluyen que los estudiantes se motivan con estas actividades, siendo posible despertarles el gusto por la ciencia y el estudio. Si bien responden de diferente manera, según las metas que en la enseñanza privada están más claras, en la escuela pública se evidencia mayor placer y más libertad de acción, en la formulación de hipótesis por parte del estudiantado. En ambos casos se considera importante conocer la historia de la ciencia, la vida de los científicos y fortalecer el desarrollo conceptual para lograr éxito en la enseñanza. Según GUIRADO *et al*. (2013) en un estudio de observación realizado en Argentina con un grupo secundario en clases de Química y Física, los estudiantes resaltan de la Química, las actividades en el laboratorio y que no es abstracta y de la Física, la contribución al desarrollo intelectual, pero critican de ambas que no contribuyen a la creación de valores. Hay que considerar que los docentes son diferentes entre sí y su estilo en las clases también, pero nuevamente aparece la importancia del laboratorio en la enseñanza de la Química.

En las investigaciones realizadas en clase, un aspecto muchas veces olvidado, es el papel y el aprendizaje realizado por el docente al realizar investigaciones con sus alumnos o para sus alumnos.

En este sentido OLSON (1991), pone en relieve seis ventajas de la investigación docente:

1- Reduce la brecha entre hallazgos teóricos y prácticas de aula.

2- Genera una mentalidad inclinada hacia la resolución de problemas.

3- Mejora los procesos de toma de decisiones de los docentes.

4- Incrementa su estatus profesional.

5- Otorga al docente mayor influencia sobre su actividad profesional.

6-Ofrece la posibilidad de estar en mejores condiciones, para mejorar el proceso educativo del alumno.

1.3.4. MOTIVACIÓN

Este es uno de los temas en que menos se piensa cuando se reflexiona en la enseñanza y es quizás, de los más relevantes, es la motivación, aunque también, es uno de los puntos en los que más trabaja en la práctica educativa, o sea, en el momento en que se realiza la tarea de enseñar. MEIRIEU (2009) expresa, que la enseñanza tiene lugar, cuando el deseo del alumno se articula fugazmente con alguna propuesta del docente, y es allí, donde ocurre una transmisión, la cual es frágil pues es un encuentro. Entonces la manera de aprender, es ir buscando incansablemente lo que el maestro y el alumno desean, de forma de conciliar intereses. Para enseñar, el profesor debe saber o tener en cuenta el deseo de sus alumnos, provocar el deseo de aprender, y generar un enigma.

Según HUERTAS (2006) la motivación no existe, es una construcción humana para tratar de entender un fenómeno que socialmente interesa. Se trata de

"guiones motivacionales" en función de una meta, o sea, de creencias, deseos, los cuales modulan la acción del sujeto, para brindar más o menos energía a la acción. Para la motivación en el aula, el autor propone, unos principios entre los cuales se destacan: Proponer tareas que puedan presentar opciones para su desarrollo generando autonomía. Facilitar la toma de decisiones intermedias en la tarea y en la evaluación. También lograr que los alumnos consideren la evaluación como parte del aprendizaje.

DÍAZ-BARRIGA Y HERNÁNDEZ (2007), aclaran que existe una distinción clásica entre Motivación Intrínseca y Extrínseca. Según RYAN & DECI (2000), la motivación extrínseca, es vista como poco deseable, pero es en la que realmente el profesor y las escuelas pueden trabajar. Operativamente la motivación intrínseca, sería hacer algo por el placer que genera, en la libre elección: se define como las tareas que alguien sin ninguna presión elige realizar por su puro gusto, y para estimularla, se diseñan tareas opcionales especialmente ambientadas. Otra forma de definirla operativamente es mediante las preguntas auto contestadas de los sujetos sobre el motivo que les llevó a elegir una tarea.

La motivación extrínseca en realidad se puede subdividir en varios tipos, donde varían tanto la autonomía del sujeto, como el grado de placer al realizar las actividades, pero siempre resulta ser por un condicionamiento externo. Mediante la motivación extrínseca pueden internalizarse valores y acciones que luego pasarán a ser comportamientos auto motivados.

Otros trabajos de naturaleza práctica realizados en la región, también intentan determinan la motivación, como por ejemplo, MATEIRO *et al.* (2013), en su trabajo de observación de las percepciones de estudiantes de música, en relación al análisis de un video de una clase de música, toman como referente a la motivación, las actitudes de los alumnos que refieren al gusto por la tarea. Es decir que tienen en cuenta, que cuando se habla de realizar una actividad por el gusto meramente de hacerla, se entiende que la persona posee una motivación intrínseca. El trabajo revela cómo los alumnos de licenciatura que luego enseñarán música, están atentos a la motivación en el aula y cómo lograrla, reflejando así que en su formación de alguna manera han captado la importancia de la motivación.

Dentro de las conclusiones del Censo Nacional de aprendizaje de los terceros años para el Ciclo Básico (MEMFOD 2003), se destaca que las condiciones socio económicas y culturales de los hogares, influyen en el aprendizaje. Cuando dichas condiciones son negativas, pueden ser minimizadas por el sistema educativo (MEMFOD 2003). Se entiende que en estas circunstancias, lograr la motivación de los alumnos, es crucial a fin de interesarlos por su educación.

De acuerdo a PAOLONI (2010) los enfoques sociocognitivos de la motivación académica, sugieren que proveer posibilidades de elección y algo de control a los estudiantes dentro del contexto de la clase, contribuiría al desarrollo de una orientación hacia metas de aprendizaje. Los autores indican que la autonomía

en las actividades no siempre motiva; sin embargo, los alumnos en sus preferencias indican el trabajo colaborativo y la percepción de la tarea como parte del desarrollo profesional. PANSERA *et al.* (2016) al estudiar la motivación en el aula en escolares encuentran que coexiste la motivación extrínseca y la intrínseca y que es la misma para varones que para las niñas, esto es porque los niños si bien pueden disfrutar de la actividad no dejan de pensar en las consecuencias escolares de ésta. Según VILLOCK & VALENTINI (2007) los alumnos cambian su motivación también con la escolarización pasando de una motivación por el gusto (intrínseca) a una motivación para lograr agradar al docente quizás para obtener mejor calificación siendo así una motivación extrínseca.

PANSERA *et al.* (2016) sugieren que para alcanzar un predominio o el mantenimiento de la motivación intrínseca hay que lograr actividades contextualizadas, desafiantes y con autonomía de los estudiantes.

1.3.5. EVALUACIÓN

Si bien es grande y complejo el tema, hay dos realidades tangibles una es que todos los profesores evalúan y la otra, es que siempre es un tema donde es difícil la coincidencia, por lo que afecta a la calidad de la enseñanza (BOCHIA *et al.,* 2016). La forma de evaluar, puede contribuir positivamente o tirar por tierra todos los esfuerzos realizados en lograr una práctica donde la interacción con los alumnos y la búsqueda del conocimiento, sea amena y agradable.

LAYTON (1991) explica que la evaluación tiene tres funciones fundamentales: la primera es formativa, es decir permite una relación entre la enseñanza y el aprendizaje, ocasionando revisiones de ambos; la segunda, consiste en registrar los logros de los aprendizajes individuales, para certificarlos, y la tercera se encargaría de registrar los logros por grupos o escuelas, para control o asignación de responsabilidades. El autor también plantea que los trabajos prácticos frecuentemente se realizan en grupos y sin embargo la evaluación es individual. En este sentido VYGOTSKY (1977) aclara que "durante un tiempo nuestras escuelas favorecieron el sistema complejo de la instrucción, se pensaba que estaba adaptada a los modos de pensamiento del niño, al ofrecerle problemas que podría manejar sin ayuda; este método dejó de utilizar la zona de desarrollo próximo y de conducir al niño hacia lo que todavía no podía hacer. La instrucción estaba más orientada hacia la debilidad del niño, que hacia su fortaleza…."

Desde varios años atrás, se está buscando optimizar una forma de evaluar, que concilie las diferentes metodologías, tanto procedimentales, actitudinales como conceptuales. Aún se discute si esta división tiene sentido o si habría que concordar con BOLIVAR (1999), en que para llegar a un resultado, el alumno no puede disociar estos aspectos de la evaluación y no tendría sentido separarlos. En cuanto a la validez de la evaluación, separada en estos tres aspectos, en una investigación realizada con unos 300 alumnos y varios profesores de diversas disciplinas (TEXEIRA & GRILLI 2000), se evidencia una

concordancia óptima, entre la evaluación conceptual y procedimental, entre las opiniones docentes y de alumnos. La concordancia entre la evaluación actitudinal es nula, si se comparan las opiniones entre los alumnos y docentes. Se estima que esto pone de manifiesto, que hay que afinar criterios en esta modalidad de evaluar actitudes, o abandonar la evaluación de este aspecto.

La evaluación, debe verse como el resultado conjunto de las negociaciones entre alumnos y docentes, siendo fundamental el logro de acuerdos. Pero se remarca, que es el docente quien debe dar pruebas de su buena voluntad, en cuanto a no sancionar la divergencia de opiniones. En cuanto a la evaluación de las actividades experimentales, se piensa que se mejora si es grupal y por logros, o sea, si se consiguen los objetivos, se van asignando notas crecientes, que se pueden controlar con una evaluación triangulada (ARRARTE *et al.,* 2004; CANTINI *et al*., 2010; BARATTA *et al.,* 2016). En este sentido ARGOS *et al*. (2013) en un trabajo realizado mediante formularios de preguntas en España a estudiantes de educación superior establecen que los estudiantes prefieren una evaluación continua, formativa y compuesta por una variedad de técnicas.

1.3.6. INTERDISCIPLINARIEDAD

La interdisciplinariedad, (aquello que se realiza con la cooperación de varias disciplinas), término acuñado por el sociólogo Wirtz en 1937 (LENOIR 1999), supone la existencia de un conjunto de disciplinas conexas entre sí y con

relaciones definidas, que evitan desarrollar sus actividades en forma aislada. Demanda el conocimiento del objeto de estudio de forma integral, estimulando la elaboración de los problemas, aunque su organización resulta compleja, ante la particularidad de cada disciplina científica, que posee sus propios métodos, normas y lenguajes. NIETO-CARAVEO (1991) resume la interdisciplinariedad como la *"interacción de dos o más disciplinas que da como resultado una intercomunicación y enriquecimiento recíproco"*. Según GÓMEZ (2016) la interdisciplinariedad como la entendemos hoy tiene su nacimiento a mediados del siglo XX, con un comienzo en el intento de unificar las ciencias sobre todo sus metodologías. Luego se avanza a una idea de la interdisciplina como contra cara de la hiperespecialización disciplinar, se busca una interdisciplina estructuralista con influencia en Jean Piaget. Por los años 90 se daría una crisis de la interdisciplina, buscando la ruptura de las fronteras de las disciplinas y el pensamiento complejo. El autor analiza varios obstáculos, como el conflicto entre las disciplinas; sin embargo destaca el efecto evolutivo de la interdisciplina como cooperación humana para lograr superar obstáculos. GONZÁLEZ-CARRASCO *et al.* (2016) ponen a prueba a estudiantes en una situación real de empleo de sus capacidades, en referencia a las diferentes asignaturas que han recibido en su formación, con el apoyo de varios docentes de asignaturas variadas. Concuerdan en la ventaja del trabajo interdisciplinar y en las necesidades de tener un problema común a resolver. Realizar reuniones de coordinación e incluso estar de acuerdo en la evaluación son aspectos importantes para lograr éxito en el proyecto. VARGAS-D´UNIAM *et al.* (2016) en un proyecto con alumnos de diferentes disciplinas encuentran ventajas en el

trabajo interdisciplinar y establecen que los alumnos valoraron en forma muy positiva los diferentes enfoques que se brindan, la necesidad de colaboración, negociación y diálogo que se da en la experiencia de trabajo interdisciplinar. LLANO *et al.* (2016). opinan que las instituciones educativas deben fomentar el incremento de actividades metodológicas, diseños curriculares y acciones didácticas que tengan un enfoque interdisciplinar. No obstante aclaran que, "no constituye un hecho espontáneo, es indispensable la acción ordenada y consciente de quienes van a participar".

Es decir más allá de que el enfoque de esta tesis es interdisciplinar por la elección del estudio de un tema desde diferentes asignaturas, se entiende que esta metodología otorga ventajas al aprendizaje que están en la línea con todo lo antes planteado.

1.4. RESUMEN

La educación por más que tratemos de ser objetivos y neutrales, siempre es directiva, pretende formar mejores personas, pero en base a lo que actualmente creemos que es ser mejores. La educación finalmente siempre es un acto político social, que contribuye a la formación de personas, futuros ciudadanos y ciudadanas. La transmisión de los saberes seleccionados y formalizados en los programas de enseñanza, son algunos, de los muchos que podrían ser y pretenden colaborar en la formación de los jóvenes, respondiendo a criterios en función de la contribución al desarrollo de las

competencias que se prioricen desarrollar. Finalmente, el alumno puede o no asimilar en grado variable, estos saberes que formarán parte de su vida social.

Las teorías y por ende las recomendaciones y métodos disponibles para asesorar al profesor cambian, pero siempre se ha valorado el grado de desarrollo del alumno, la influencia de los grupos en mayor o menor medida, en la construcción de saberes, con el profesor, con sus pares, mediantes distintas formas de abordar el conocimiento.

En este mar cambiante el alumno y el profesor siempre se encuentran, se les asigna roles diferentes, pero son claves en el proceso. No están solos, pues su relación está pautada, por la selección de los contenidos a trasmitir, su cantidad, complejidad y el tiempo del que disponen para trabajar en conjunto, a fin de lograr las metas que la sociedad explícita o implícitamente, ha fijado previamente.

La propuesta de estudio del agua no es solamente un tema para justificar el análisis, sino para validar un saber, que nos implica como individuos y especie, en cuanto a nuestra sobrevivencia y actual modo de vida.

De lo que antecede, en la presente tesis, se investiga cómo es impartido el tema agua a nivel de la Enseñanza Secundaria pública. Para ello, se realiza un análisis de los programas oficiales de 1º a 3er año, de las materias Química, Biología, Geografía, Ciencias Físicas y Física; se analizan los libros de texto

recomendados y se muestrean las opiniones a nivel nacional, de alumnos, profesores e inspectores. A partir de la información recabada se diseñan prácticas de diferente duración y enfoques, para demostrar una enseñanza más integrada del tema.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVOS GENERALES

Sugerir acciones a llevar adelante, sobre un posible enfoque transversal e interdisciplinar del estudio del agua, partiendo de sus propiedades químicas.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar el conocimiento ya adquirido y las propuestas metodológicas, de los profesores y alumnos en general, en relación al tema agua.

Analizar los currículos de las materias del Ciclo Básico: Biología, Física, Química, Geografía y Ciencias Físicas.

Analizar los libros de texto, recomendados oficialmente por las inspecciones de Enseñanza Secundaria, para las asignaturas de Biología, Física, Química, Geografía y Ciencias Físicas.

Realizar encuestas de opinión a alumnos y profesores, a través de un muestreo a nivel nacional.

Entrevistar a los inspectores de las asignaturas de Biología, Física, Química, Geografía y Ciencias Físicas.

Proponer desde la Química, un nuevo enfoque para el estudio de un

alimento, tan primordial y básico para la vida: El Agua.

Estudiar y sugerir nuevas prácticas sencillas de laboratorio o de trabajo de campo, en base a los objetivos anteriormente expuestos.

A partir de este último objetivo, y debido a la complejidad de llevar adelante un cambio en la enseñanza de un tema específico que abarca varias asignaturas y niveles, se propone como solución más práctica, realizar algunos experimentos sencillos e investigaciones que permitan aportar fundamentos para proponer, en un futuro, un cambio en el currículo.

2. METODOLOGÍA

2.1. EL CICLO BÁSICO COMO POBLACIÓN DE ESTUDIO

Todo estudio implica, por razones prácticas, un recorte de la realidad a investigar, en este caso se seleccionó el Ciclo Básico, por considerar que es el nivel de enseñanza donde se fundan las bases para el resto de los aprendizajes y es posiblemente, uno de los niveles educativos que implica aprendizajes generales para la mayoría de los individuos. En este sentido, cabría aclarar que el Ciclo Básico atiende a toda la población egresada de Primaria, es común a todas las orientaciones y es de carácter obligatorio (HERNÁNDEZ *et al*., 2005).

La *obligatoriedad* en el Ciclo Básico uruguayo data de los años setenta, pero el egreso de la Educación Primaria en el Uruguay, recién alcanza porcentajes elevados en los años 90, (con respecto al año 1985 se incrementa en un 26

por ciento), lo que comenzaría a universalizar la enseñanza, recién en estos años (RAMA 2000). El autor aclara, que al Ciclo Básico le corresponde la difícil tarea de articular, a la educación entre la obligatoriedad y lo opcional de la educación pública, y conseguir ofertas dinámicas y flexibles, frente a cambios sociales económicos y productivos. En el Uruguay, la Educación Secundaria, estuvo subordinada a la Universitaria hasta 1936, pero aún posterior a esta fecha, se continuó pensando en función de la futura Educación Universitaria de la población secundaria. RAMA (2000) afirma que en los años noventa, 8 de cada 10 jóvenes en edad de Ciclo Básico, asisten a clase, o sea que se ha dado una masificación de la Enseñanza Secundaria.

Corroborando la importancia y el impacto que tiene el Ciclo Básico en la población general, más de la mitad de la matrícula de Secundaria, en el año 2008, correspondía a los primeros años, alcanzando valores históricos, mientras que la matrícula en Bachillerato se redujo, al parecer, por dinámicas socio económicas (ANEP-CODICEN 2009). A partir del año 2007, se crea el PIU (Programa de Impulso a la Universalización del Ciclo Básico), para apoyar a los liceos con más problemática. En el año 2008, se diseña una oferta flexible de Ciclo Básico de tipo semestral, para aumentar la fracción de individuos que tenga completo este nivel educativo en la población (ANEP-CODICEN 2009).

De lo que antecede, la elección de los años correspondientes al Ciclo Básico para realizar el presente estudio, se debió no solamente a razones prácticas de simplicidad, sino a que en este ciclo estaría finalizando la educación

obligatoria, o sea aquella que la sociedad uruguaya entiende como mínima o indispensable, para el desarrollo de cada persona.

2.2. ASIGNATURAS QUE ESTUDIAN EL TEMA AGUA EN EL CICLO BÁSICO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA

Se entiende que el papel de la ciencia es explicar la realidad, entre otros objetivos. Para explicar esta sustancia, el agua, tan común y tan especial, se requieren de enfoques complementarios, estrategias de estudio, que abarquen diversos aspectos de nuestra vida, que son influenciados o incluso explicados por dicha sustancia. Por ello, se creyó conveniente que el estudio abarcara la Química, Física, Biología y Geografía. AISENBERG & ALDEROQUI (2005) incluyen, a la Geografía en las Ciencias Sociales y explican que esta disciplina tiene varias corrientes de pensamiento: la Corriente Positivista, centrada en la superficie de la Tierra, aplicando métodos de las Ciencias Naturales (Física, Química y Biología), y las Corrientes Humanista y Crítica que se apartarían de las Ciencias Naturales. Los autores terminan explicando, que la Geografía tiene como objetivo analizar, interpretar y pensar críticamente el mundo social, para lo cual, debe articular la naturaleza y la sociedad empleando, conceptos y metodología de otras ciencias o propios.

Como todas estas disciplinas están reunidas en asignaturas diferentes en la enseñanza pública obligatoria, se propone un abordaje interdisciplinar. FUMAGALLI (1993) en este sentido, afirma que la integración en disciplinas

obedece a una necesidad pedagógica, que favorece la construcción de conceptos más amplios y profundos, que lo que se logra con cada una por separado.

2.3. POBLACIÓN SELECIONADA PARA EL ESTUDIO

En el año 2010, se realizaron encuestas a docentes y alumnos de liceos públicos de todo el país, dividiéndolo en dos estratos. Cada estrato es definido por el corte imaginario del mapa en los departamentos de Río Negro, Durazno y Treinta y Tres, todos incluidos en el primer estrato (amarillo). En cada uno de estos estratos, se sortearon tres Departamentos, para la toma de muestras. Se trabajó en el primer estrato en los Departamentos de Salto (ciudad), Artigas (Bella Unión y Baltasar Brum) y Paysandú (ciudad). El segundo estrato comprende muestreos en Canelones (Santa Lucía y Canelones), Montevideo (Ciudad) y Maldonado (Punta del Este y Maldonado). La elección de los estratos se debió a los datos bibliográficos (MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA 2012), que manifiestan realidades diferentes entre el interior del país y la capital (titulación docente, institutos de formación que han predominado en una y otra zona), así como a las diferencias en poblaciones.

FIGURA 1: Mapa con las dos regiones de muestreo y con los puntos donde efectivamente se realizó la toma de muestras.

2.4. ANÁLISIS DOCUMENTAL

2.4.1- TÉCNICAS EMPLEADAS

En general lo tradicional es hablar de métodos de estudios cualitativos o cuantitativos, para explicar la realidad. Pudiéndose hablar de paradigmas; a su vez, se puede referir a las variables empleadas en la educación, como

cuantitativas o cualitativas. En este aspecto se coincide con CIENFUEGOS & CIENFUEGOS (2016), en que sería mejor hablar de técnicas cualitativas y técnicas cuantitativas. Incluso es indudable que cada una presenta ventajas a la hora de abordar diferentes problemáticas. También es verdad que a la hora de clasificar la metodología puede ser muy engorrosa, pues la cuantitativa por ejemplo, comprende a la estadística paramétrica o no paramétrica y a su vez las variables también pueden ser clasificados extensamente (CIENFUEGOS & CIENFUEGOS 2016).

Se emplearían técnicas cualitativas y cualitativas, tratando de lograr los objetivos planteados, asumiendo que cada técnica presenta ventajas en aplicaciones diferentes. Se podría hablar así de *Mixed methods* como proponen algunos autores. ANGUERA *et al.* (2014), indican a esta metodología como alternativa al combinar las ventajas de ambas técnicas, y presentar ventajas a la hora de emplear diferentes fuentes de información, como es el caso del presente estudio. Si bien hay autores que critican esta metodología llamándola de mera superposición se estima que en este caso en particular, dado que hay datos cualitativos y cuantitativos de fuentes e instrumentos diferentes es una ventaja a la hora del procesamiento de la información más allá de las definiciones metodológicas estrictas.

2.4.1.1. Técnicas Cualitativas

Análisis del Currículo

Se analizan los programas oficiales (recopilación documental).

Análisis de Textos

Se analizan los libros recomendados en los programas (recopilación documental).

Análisis de Opiniones, a través de encuestas a: Los alumnos que están cursando; los alumnos que ya cursaron el Ciclo Básico; los docentes y los inspectores de las asignaturas involucradas.

2.4.1.2. Técnicas Cuantitativas

Análisis Estadístico: Error de muestreo; Análisis de varianzas y Análisis de clúster. Cabe aclarar, que para varios de los análisis se emplearon una combinación de técnicas como se mencionó anteriormente.

2.4.2. ANÁLISIS PROPUESTOS

2.4.2.1. Análisis de Currículo

Se analizan en primer lugar, los objetivos y posteriormente los contenidos, de los Programas Oficiales, que corresponden a la Reformulación 2006 para el Ciclo Básico (Anexo 1) y para las asignaturas de Biología, Física, Química y Ciencias Físicas (Página Oficial de ANEP).

Basándose en CEA D´ACONDA (1999) se elige como unidad de codificación, la palabra agua, su frecuencia y en qué lugar de los objetivos aparece. También como unidad de contexto se toma la cantidad de palabras que se requiere para comprender el significado del empleo del "agua", o sea, se resuelve estudiar: cuántas veces aparece la palabra "agua" y cuántas palabras se requieren para entender su aplicación. Se estudia también si el vocablo "interdisciplina" o un

concepto vinculado directa o indirectamente, aparece en los objetivos; se registra, si la palabra o conceptos relacionados aparecen directamente, así como también, la posición en la que aparece en los objetivos. Es importante aclarar, que hay Asignaturas con objetivos generales, otras con objetivos establecidos por unidades y también, con perfiles esperados, o logros de aprendizaje; en todos los casos, se analizaron los contenidos así como los objetivos. Para el análisis global de los programas, se contaron las veces que aparece la palabra agua: 1) en todo el programa, 2) en los contenidos escritos relacionados directa o indirectamente con el tema, así como los experimentos que se sugieren sobre el tema.

2.4.2.2. Análisis de Textos

En base a la metodología propuesta por CEA D´ANCONA (1999) existen varias maneras de realizar el análisis de los libros, entre las que se encuentra la metodología cuantitativa, donde las fortalezas se basan en la validez y la fiabilidad. Se cuantifican palabras o expresiones, mediante codificación que pueda ser empleada por otras personas, dando resultados similares. De esta manera, se logra un análisis orientado más a la inferencia de resultados, y no meramente descriptivo. Dentro de la secuencia de pasos propuestos para el análisis, el libro de CEA D´ANCONA (1999) propone, la elaboración de indicadores, que son definiciones operativas y la elección de la muestra, que en el presente trabajo, son los textos recomendados por el programa oficial. Las

unidades de codificación pueden ser palabras, frases o temas. En este sentido resulta adecuado citar a KRIPPENDORFF (1997), en CALDERO HERNÁNDEZ (2003): "De cualquier instrumento de la ciencia, se espera que sea fiable. Más concretamente, si otros investigadores en distintos momentos y quizás en diferentes circunstancias, aplican la misma técnica a los mismos datos, sus resultados deben ser los mismos que se obtuvieron originalmente. Este es el requisito que se tiene en cuenta al decir que el análisis de contenido debe ser reproducible"

Cada uno de los libros leídos se solicitó a una biblioteca liceal, cubriendo así seis bibliotecas, 5 del Departamento de Salto (interior del país) y 1 de Montevideo (capital). Los libros analizados son los que figuran en los programas oficiales (www.anep.edu.uy).

La muestra se compone de 31 libros como se aclaró anteriormente. Al leer el texto, se contaba con una planilla que se iba llenando e indicando las páginas ocupadas (número de carillas) en los diferentes items de control (palabra "agua"; experiencias referidas al tema; actividades interdisciplinares sobre el tema agua, tanto aludidas directamente como indirectamente, etc). Se entiende que la cantidad de texto que le dedica el libro, es indicativo de la importancia asignada al tema por eso se lleva la cantidad de texto a la unidad de carillas. Se anota el número de página para control posterior y revisión de lo realizado.

Se realiza un cuadro en función de los conteos y sumas de las páginas que cada libro ocupa en relación al tema agua (unidad de codificación), en cada uno de los ítems seleccionados, o sea, si se trata directamente el tema agua, o se la incluye en una temática.

Se resume cada una de las planillas elaboradas para los libros que se recomiendan al alumno, por las inspecciones que figuran en los programas oficiales vigentes; se colocan los estadísticos básicos por página y el análisis porcentual (porcentaje del total de carillas del libro). Debido a que los libros varían ciertamente en sus extensiones, se realiza un estudio de las páginas totales, que abarcan las temáticas referidas al agua, a fin de contar con un medio de comparación absoluto de la extensión de la temática, en cada libro.

En los items "Motivación" y "Relación con Disciplinas", se coloca el porcentaje de la opción que predominó:

- I – *Motivación intrínseca:* se evalúa si la actividad apela al gusto, a generar intriga o desafío que lleve al lector a realizarla por *Motu propio*.
- E – *Motivación extrínseca*: se evalúa si la actividad es solamente una propuesta, o es recomendada para afirmar conceptos o como evaluación de lo leído.

En el item *Relación entre disciplinas*, **RI** corresponde a una relación indirecta, o sea, existe trabajo entre diferentes disciplinas, pero no se aclara; **RD** corresponde a una relación que se aclara textualmente.

El item *disciplinas*, también se aclaran a las disciplinas que se reunieron en el

texto para explicaciones o experiencias, más allá de que esta relación se haya aclarado o no, siendo **B** – *Biología*, **F** – *Física*, **Q** – *Química* y **G** – *Geografía*.

Finalmente, se realizan comparaciones por análisis de varianzas (DANIEL 1997) para comprobar, las diferencias o similitudes entre textos de asignaturas y niveles.

2.4.2.3. Análisis de Opiniones

Para realizar las encuestas, se solicitó permiso a las autoridades correspondientes, mediante carta como lo indica la reglamentación. Los profesores a quienes se les realizó la encuesta fueron de las asignaturas Física, Química, Biología, Geografía y Ciencias Físicas, siendo esta última dictada por profesores de Química y Física. La encuesta realizada a los alumnos, correspondieron a los niveles de primero, segundo y tercer año de Enseñanza Secundaria. También, se realizó la encuesta a un grupo de alumnos de Enseñanza Media que ya realizaron el Ciclo Básico, para verificar lo que recordaban de lo aprendido en ese Ciclo. Todas las encuestas fueron anónimas, voluntarias y efectuadas según formularios impresos, repartidos en el momento con las aclaraciones pertinentes.

Los formularios de encuestas, se testearon previamente con docentes y alumnos conocidos, a fin de ajustar la comprensión de las consignas y el tiempo empleado en la respuesta.

Alumnos del Ciclo Básico. A los alumnos de primero a tercero se les preguntó: 1. ¿Qué les gustaría saber sobre el tema agua?; 2. ¿Les parece importante

estudiar el agua?; 3. ¿Qué han aprendido hasta el momento?; 4. marcar si son de 1º, 2º o 3º año.

Alumnos de Cuarto a Sexto año. Las encuestas a los alumnos de liceo de indagaban sobre lo que ellos recordaban del tema agua en las diferentes asignaturas, de los experimentos y si les parecía una buena idea estudiar el agua en el Ciclo Básico.

Docentes. La encuesta a los docentes constó de 12 preguntas:

¿Es importante para usted el tema agua en el currículo? (**Si** o **No**, especifique brevemente).

¿Qué aspectos del tema le parecen más relevantes en referencia a los contenidos citados en el currículo? (*responda en dos o tres renglones*).

¿Qué aspectos de la temática se abordan en su programa en relación al tiempo real de aula? (*responda en dos o tres renglones indicando materia y año*).

De estos aspectos ¿Cuáles pudo efectivamente, o no le fue posible abordar por la falta de tiempo y sobrecarga de conceptos?

Indique si es titulado (título y años de egreso).

¿Ha realizado alguna coordinación en esta temática?; indique brevemente el tema y con quien (es) profesor(es) trabajó (en 3 ó 4 renglones).

En la evaluación del curso (evaluaciones sumativas – evaluaciones de períodos

prolongados o unidades enteras). ¿se ha indagado específicamente en la temática, es decir, se dictó el tema agua y se evaluaron específicamente los temas relativos al agua? (un renglón).

¿Qué aspectos de la temática se deberían enfocar a su criterio y desde su disciplina? (4 ó 5 renglones).

En la temática ¿usted piensa que posee solidez conceptual, o debería reforzar sus conocimientos? (siempre desde su disciplina y asignatura).

¿Qué aspectos le gustaría profundizar personalmente (para y desde su formación) en relación al agua?

Algún otro agregado que considere pertinente, será muy apreciado.

¿Puede citar o nombrar alguno de los libros con los que trabajó el tema?

Para el procesamiento de los datos, primero se calculó el error de muestreo en base a la metodología cuantitativa de CEA D´ANCONA (1999). Luego se procesaron los datos en función de los porcentajes de las opciones en las preguntas cerradas y, donde era posible libre expresión de respuestas, se seleccionaron las frases más comunes, que luego fueron expresadas en porcentaje de la frecuencia de aparición. A partir de los datos obtenidos, se realizaron clusters, tablas y gráficas según las respuestas, a fin de poder comparar e inferir conclusiones. Para el análisis estadístico se empleó el programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences Versión 1.7*)

Inspectores. Se realizaron contactos telefónicos, personales y solicitudes

mediante cartas, para entrevistar a la mayor cantidad posible de inspectores de Enseñanza Media en las asignaturas: Biología, Química, Física y Geografía. De todos estos contactos, aceptaron ser entrevistados efectivamente la totalidad de los inspectores de *Geografía* (Insp. Profesores: Carlos Larrosa, Lucía Palucci y Myriam Focco); de *Química* (Insp. Profesor Alberto Lahore) y de *Física* para UTU (Insp. Profesora Andrea Cabot).

Las entrevistas fueron de carácter abierto o entrevistas a "elites" según VALLES (2007), donde se concurrió a los despachos en Montevideo y mediante una guía de preguntas, se realizó la entrevista. Según el autor en este tipo de entrevistas, se deja que el entrevistado pueda cambiar los tópicos de la conversación, y las preguntas son tan solo a modo de guía para encausar el tema.

Las preguntas realizadas a los inspectores fueron las siguientes o muy similares permitiendo al entrevistado expresarse libremente:

¿*Cómo es el abordaje del tema agua, en los programas del Ciclo Básico*?

¿*Se les brinda desde la Inspección, alguna recomendación especial para el tema*?

¿*Se sugieren actividades de coordinación, en el tema*?

El análisis de las entrevistas se realizó en forma cualitativa, para relacionarlo con las opiniones de docentes y alumnos. Para esto se realizó un resumen de

la entrevista, a fin de remarcar las ideas centrales y facilitar su entendimiento (VALLES 2007).

2.4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

2.4.3.1. Análisis de varianzas

Para probar si varias medias y varianzas son iguales o diferentes, DANIEL (1997) propone que el análisis de varianza, se utiliza para cumplir dos objetivos: 1) estimar y probar hipótesis respecto a las varianzas de las poblaciones y 2) estimar y probar hipótesis respecto a las medias de las poblaciones. Otra forma de pensarlo, es a través de las variaciones de los grupos de datos, a los efectos de estimar si las variaciones entre los grupos, que se pueden entender como "naturales", son mayores o iguales a las de otro grupo de datos, y con esto poder diferenciarlos estadísticamente. Este análisis requiere que se cumplan algunas hipótesis básicas que son: la independencia, homogeneidad de varianzas, normalidad y adictividad (SOKAL & ROHLF 1981). Para cada una de estas hipótesis hay pruebas y en muchos casos opciones, para solucionar pequeñas desviaciones.

2.4.3.2. Cálculo del error de muestreo y tamaño de la muestra

Todo muestreo debe ser planificado con antelación, pero en este caso hubo algunas variables que influyeron y desdibujaron la programación, debido al tiempo insumido en realizar los trámites de aprobación, (dejó solo dos meses de clase para realizar el muestreo) y a los costos en combustibles, por

ejemplo. A esto se suma que la participación de los liceos y dentro de ellos, los docentes y alumnos, era voluntaria, es decir en varias ocasiones, no se pudo encuestar más personas.

Todo muestreo tiene fuentes de error, pues se trabaja con porciones de la población a estudiar, o sea, con una muestra; cuanto más grandes las muestras más exactas serán las estimaciones, pero también más caro es el muestreo y el procesamiento. Por esto que se estudia el tamaño de la muestra, a fin de lograr la mejor muestra, a un costo que se pueda manejar, y se determina luego, el error del muestreo efectuado. Es decir, el error total de las estimaciones de opinión, estará dado por los tamaños de las muestras logrados, así como por el tipo de diseño de muestreo empleado. Se pretende que no haya error, pero al trabajar con muestras, es decir partes de la población, siempre habrá diferencias con la realidad y esta disparidad, es lo que se denomina error de muestreo. Cada tipo de muestreo tiene una forma de cálculo y como el muestreo realizado es el estratificado simple, su error se calcula en base a CEA D´ANCONA (1999).

Para estimar el tamaño de la muestra de los docentes, como la población es menor a 100.000 unidades de muestra (personas), se considera una población finita, por lo tanto ***n*** se calculó aplicando la fórmula siguiente:

$$n = \frac{Z^2 P.Q.N}{E^2(N-1) + Z^2.P.Q}$$

Donde **Z** es la cantidad de desviaciones estándar (2 en este caso); E es el error máximo permitido, será 10 o 5 por ciento y el nivel de confianza 95.5 por ciento. N es la cantidad de profesores en las listas (población total).

En general, se recomienda trabajar con el 2.5 por ciento de error (CEA D

´ANCONA 1999).

Según el censo del año 2007 (ANEP-CODICEN, 2008), hay 1292 profesores de Biología, 748 de Geografía, 873 de Química y 730 de Física con 605 profesores de Ciencias Físicas (no se aclara si las categorías son excluyentes). Estos resultados comprenden un total de 4248 docentes de Ciencias; realizando el cálculo, la muestra debería ser de 98 docentes para tener un error calculado del 10 por ciento. Como se obtuvieron solo 68 docentes a pesar de los esfuerzos (recordar que es voluntaria la participación) el error se situó en 12 por ciento para los 68 docentes encuestados.

$$n = \frac{22.(50).(50)4248}{122(4247) + 22(50.50)} = 68$$

El *Error Estándar* de muestreo, calculado para las muestras que realmente se obtuvieron, y en base al muestreo estratificado simple, se calcula de acuerdo a PADUA (1979), COCHRAN (1996) y CEA D´ANCONA (1999)**.** El porcentaje de titulación de los profesores de Física, que en el presente trabajo se estimó en 83 por ciento, se calculó de la siguiente manera:

E: (varianza del estrato1 X proporción del estrato1 en la población) + (varianza del estrato2 X proporción del estrato2 en la población)= (0.23 (0.9X0.1)) +(0.76 (0.76X 0.24))= 0.159 o sea un 16 por ciento de error de muestreo para el más desfavorable de los métodos de cálculo.

Los alumnos de Educación Secundaria según ANEP-CODICEN (2009), son 224193 de los cuales en el Ciclo Básico hay 128000; estas cifras son para el

año 2008. De esta forma para un universo mayor a 100.000, resulta en una muestra de 100 para ambos grupos de alumnos.

Como se encuestaron 187 alumnos de cuarto a sexto y en total 356 alumnos de primero a tercero, se entiende que en ambos casos, se está por debajo del error del 10 por ciento, si se los considera por separado y aún decrece, si se reúnen en el tratamiento como alumnos en general. El error de muestreo es también sensiblemente menor al 6%.

2.4.3.3. Análisis de clúster

Esta técnica trata de formar grupos, a partir de datos numéricos de observaciones. Se puede trabajar con las distancias entre las observaciones o las similitudes, y los grupos o clúster obtenidos, dependerán de los métodos empleados, para elegir las similitudes o distancias. Estos grupos pueden ser ordenados en un dendrograma, que muestra las relaciones entre los grupos en forma jerárquica y en el que también, se pueden agregar las distancias relativas entre los grupos o parejas de grupos (*Statistical Package for the Social Sciences 1.7*).

Se empleó para el análisis de las respuestas de los docentes, a las preguntas efectuadas. Para esto se construyó una escala con las respuestas a cada pregunta, desde las respuestas más generales a las más particulares; luego se asignan números a los conceptos de las respuestas entre 1 y 10.

Ejemplo. **Pregunta 1**: 10- *integrador y contextualizado*; 9- *permite la interdisciplinariedad*; 5- *sustancia imprescindible*; 4- *elemento vital*; 2- *fundamental para el futuro*; 1.5- *recurso con problemas* y 1-*agotable*.

Luego de elaborar una lista similar para cada pregunta, en función de las respuestas más frecuentes observadas, se realiza una matriz, donde figuran los profesorados (Química Biología etc.) y las respuestas que ocupan los primeros y segundos lugares, en base a su porcentaje para cada pregunta. Esto se ingresa al programa y se elije el dendrograma en función del ajuste.

2.5. DESARROLLO DE PRÁCTICAS

2.5.1. PRÁCTICAS DE CORTE INVESTIGATIVO E INTERDISCIPLINAR

Para llevar a cabo la parte experimental de la tesis en relación al agua, se pensó en prácticas que guiaran el desarrollo de pequeñas investigaciones, a los efectos de que también el docente, además del alumno, pueda ser guiado. En base a la experiencia, se observa que prácticas muy estandarizadas no constituyen o no dan lugar a investigaciones, al tener trazado todo el recorrido intelectual hasta llegar a los resultados, pero, prácticas demasiado abiertas, es decir con pocas guías, causan inseguridad en el docente, que no sabe o no visualiza el arribo a los posibles resultados y de esta forma no se arriesga a afrontar la situación, exponiendo su prestigio frente a alumnos y colegas. Las prácticas fueron analizadas primero teóricamente, luego probadas con alumnos de formación docente o grupos de profesores, que a su vez sugirieron

modificaciones para el desarrollo, y posteriormente, una vez puestas a punto las técnicas y corroboradas, se escribieron trabajos que fueron enviados a publicar. De esta manera se describen tres prácticas, cada una de las cuales involucra una secuencia de técnicas experimentales, que llevan a desarrollar de forma interdisciplinar, una pequeña investigación sobre el tema agua o su intervención en algunos procesos.

Una de las prácticas, tuvo como finalidad la interacción entre ayudantes preparadores y profesores; el objetivo de otra de las prácticas fue investigar entre varios profesores, un cuerpo de agua dulce y finalmente la última práctica, fue realizada para una revisión de los procesos de fosilización, mediante silicatos solubles en agua, que pueden enfocarse desde una clase y extenderse para el trabajo con otros docentes del grupo. Los tres trabajos se llevaron a cabo utilizando la metodología según TEXEIRA & COPPES-PETRICORENA (2011a,b), TEXEIRA *et al*. (2013).

Estas prácticas que tiene en cuenta opiniones y textos analizados, se piensan para diferentes situaciones y extensiones temporales pero todas tuvieron un periodo de desarrollo, luego se las ensayó en diferentes ambientes educativos y se las reelaboró. Es por esto que se las presenta en resultados.

2.5.2. DESARROLLO DE PRÁCTICAS CORTAS QUE DEVELAN ASPECTOS ESPECIALES DEL AGUA

Las prácticas sugeridas tienen preguntas disparadoras y luego varias opciones

de experimentos a realizar, que el profesor y sus alumnos pueden elegir, en base a sus intereses y disponibilidad de horario, así como del instrumental que dispongan. Se recomienda que el docente lea la discusión teórica de forma de poder guiar luego a sus alumnos, que optarán por realizar las diferentes prácticas que les permitan esclarecer las preguntas y contestarlas. Luego de las actividades elegidas se intentará contestar la pregunta en grupo antes o después de leer la discusión teórica de la práctica, según lo que elijan el profesor y su grupo.

3. RESULTADOS

En el presente capítulo, se presentarán 1) *los análisis realizados* en los distintos niveles de la concreción curricular, correspondiente a los programas oficiales de las asignaturas del Ciclo Básico, para las 5 materias estudiadas, 2) *un análisis de los libros de texto* recomendados, 3) *los resultados de las encuestas*, a los diferentes actores educativos, 4) *las prácticas elaboradas*, las cuales en general, son propuestas como pequeñas investigaciones o secuencias de actividades prácticas, para realizar con alumnos y equipos de profesores, y finalmente 5) se plantea una *propuesta de enseñanza integrada* del tema agua para la Educación Media pública uruguaya.

Estos análisis y prácticas desarrolladas apuntan a contestar las preguntas:

I) ¿Está el agua presente en nuestros currículos oficiales y en qué forma?

II) ¿Cómo es presentado el tema en los libros de textos empleados y recomendados oficialmente?

III) ¿Qué saben y piensan sobre el agua los estudiantes, profesores e inspectores?

IV) ¿Cuáles serían las sugerencias para mejorar la enseñanza del tema agua?

3.1. ANÁLISIS DE LOS CURRÍCULOS

Este primer análisis, comprende una revisión de los objetivos y metodología propuesta en los programas oficiales de cada una de las cinco materias, que se

estudian en la presente tesis y que corresponden a los tres años del Ciclo Básico. Luego se analiza la totalidad de los programas.

3.1.1. OBJETIVOS PROGRAMÁTICOS

TABLA 1– Cantidad de veces que aparece la palabra "Agua" y cuantas palabras se requieren, para entender su contexto en los objetivos. En sugerencias metodológicas concretas, se registra si se presentan propuestas interdisciplinares y en qué lugar de los objetivos están, para las asignaturas estudiadas del Ciclo Básico de Enseñanza Secundaria en Uruguay.

Año/ Asignaturas	*AGUA*	*Contexto*	Metodología	*Ubicación*
1er AÑO				
Biología	0	0	0	0
Geografía	0	0	0	0
Ciencias Físicas	0	0	Indirecta	al final
2° AÑO				
Biología	0	0	Indirecta	Medio y Final
Geografía	0	0	Indirecta	Medio
Ciencias Físicas	0	0	Indirecta	Medio
3er AÑO				
Biología	0	0	Indirecta	al final
Geografía	0	0	Indirecta	al inicio
Física	0	0	0	0
Química	0	0	Indirecta	al inicio

3.1.2. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Del análisis de los contenidos de los programas, y a partir de tablas similares a las anteriores, se construyen las siguientes gráficas por año curricular (FIGURAS 2, 3 y 4).

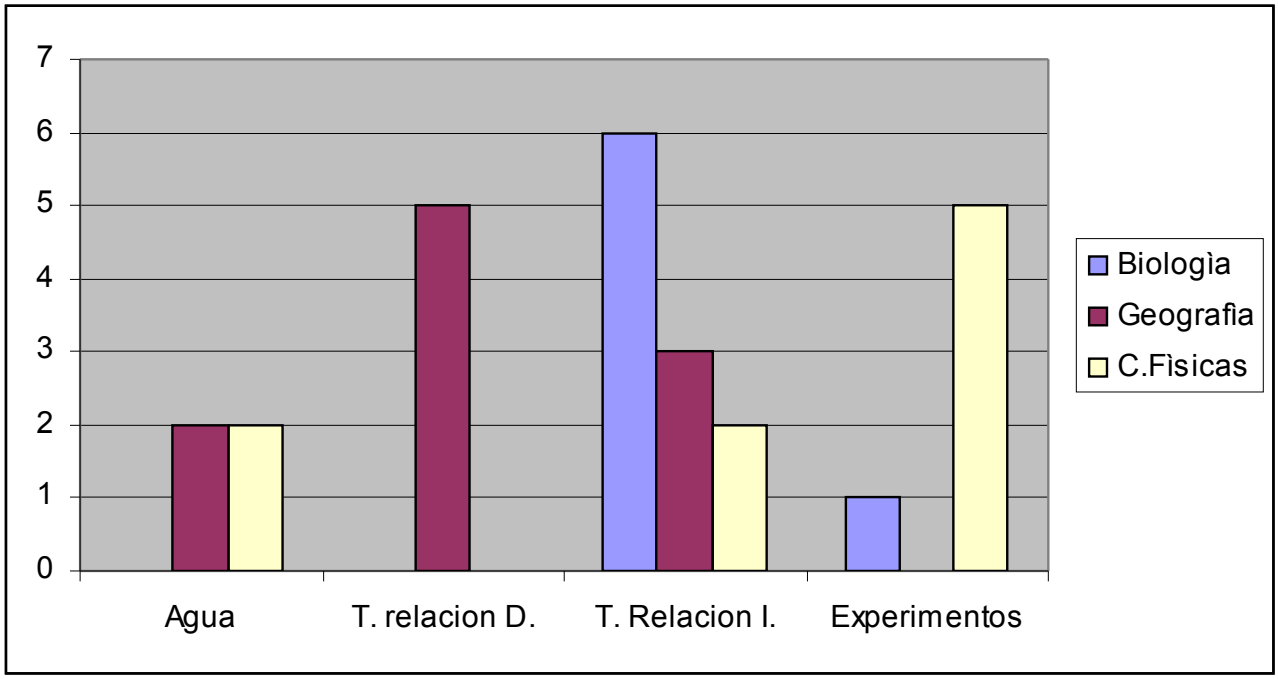


Figura 2.- Cantidad de veces que aparece el Tema Agua en las asignaturas de **primer año** de Enseñanza Secundaria discriminado según: Palabra; T: tema agua; D: directa; I: Indirecta y experimentos o investigaciones.

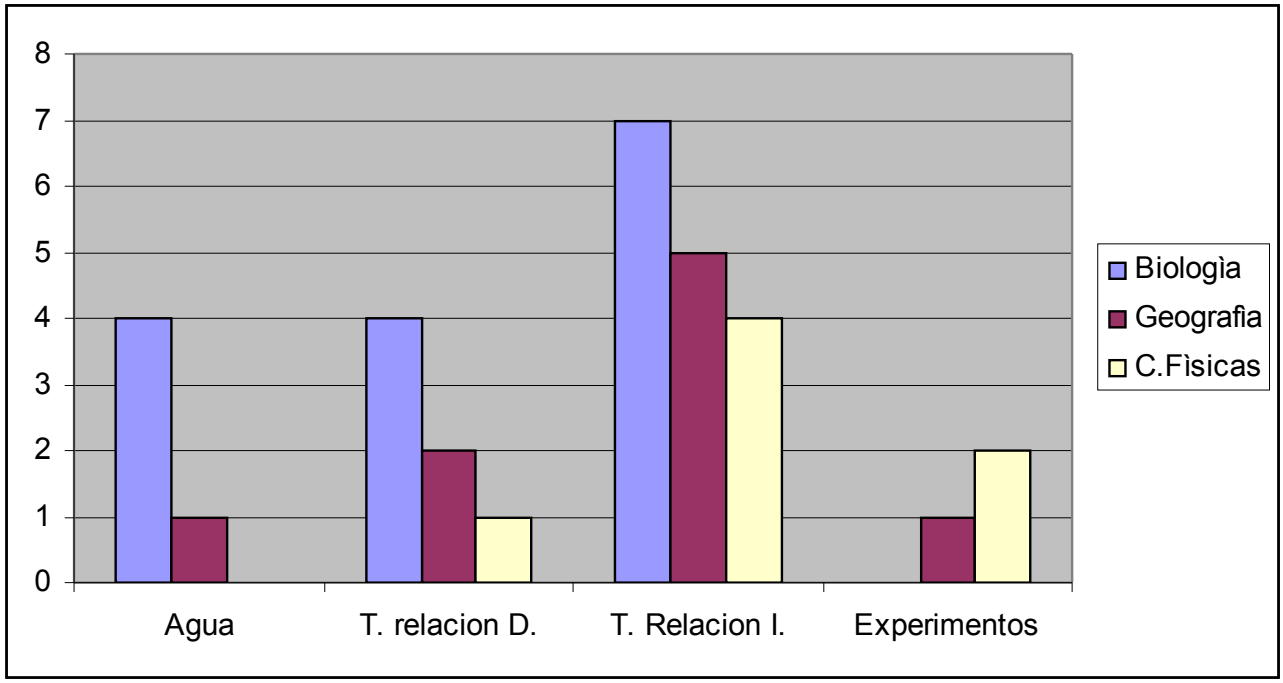


Figura 3.- Cantidad de veces que aparece el Tema Agua en las asignaturas de **segundo año** de Enseñanza Secundaria discriminando según: Palabra; T: tema agua; D: directa; I: Indirecta y experimentos o investigaciones.

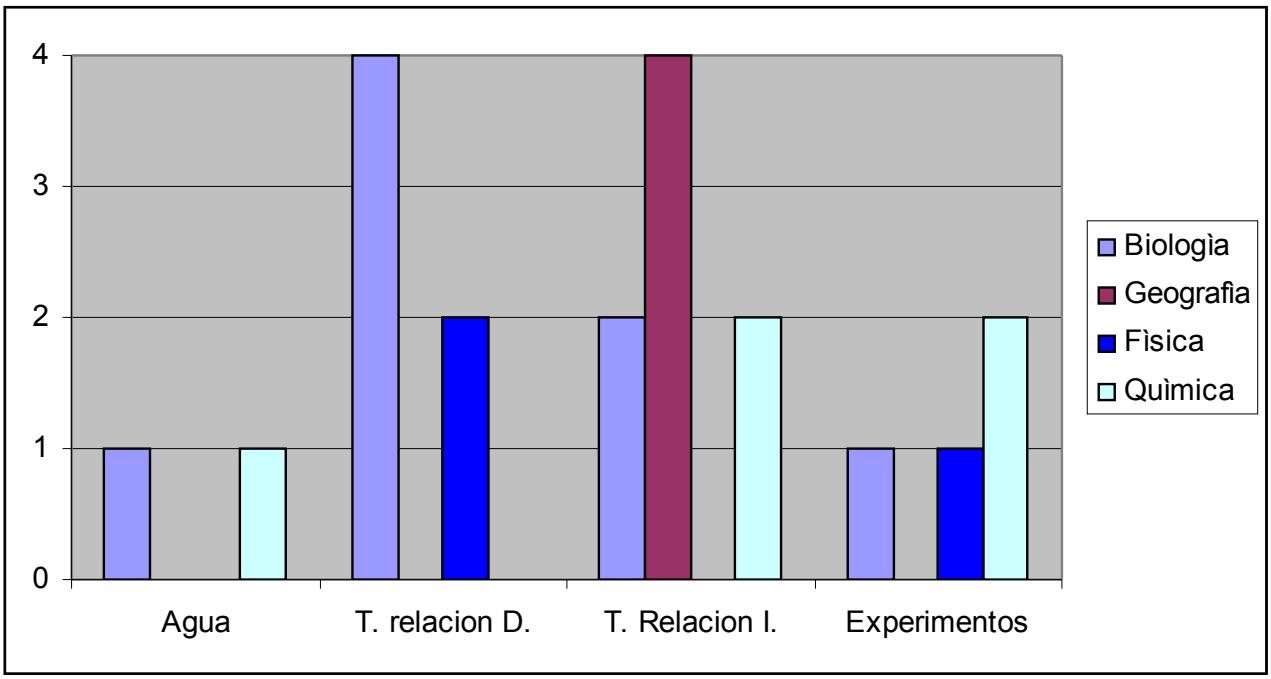


Figura 4.- Cantidad de veces que aparece el Tema Agua en las asignaturas de **tercer año** de Enseñanza Secundaria discriminando según: Palabra; T: tema agua; D: directa; I: Indirecta y experimentos o investigaciones.

3.2. Análisis de libros de texto

Se analizaron 30 libros de texto recomendados, y se elaboran planillas de conteo de carillas dedicadas al tema, aclarando si: 1) son referencias directas o no; 2) el tipo de prácticas; 3) el tipo de motivación y 4) la relación con otras asignaturas. A partir de estas planillas iniciales, se derivan otras más generales, donde se resumen estos datos por asignatura o año lectivo. A estas tablas generales, se les agrega un cálculo estadístico del porcentaje de hojas totales, que el libro le dedica al agua o temas relacionados con esta sustancia. Finalmente, se efectúa un análisis comparativo, entre los libros discriminados por nivel y asignatura, en función de las páginas ocupadas con el tema (TABLAS 2, 3 y 4; FIGURA 5).

<u>Tabla 2</u>. Planilla original primaria, tomando como ejemplo el libro VILA *et al*. (1997). Química 3er año. Monteverde. Montevideo. 251 pp

Hojas referidas al tema		**Actividades propuestas**			***Motivación***		**Relación con disciplinas**	
Directa	**Indirecta**	***<u>Exp.</u>***	***<u>Pract.</u>***	***<u>Invest.</u>***	**Extrin**	**Intrin.**	***Directa***	***Indirecta***
Componentes de soluciones 1 car. (29)	Ley de Proust- ejercicios y ejemplo. 1 car. (45)		Electrolisis 1 car. (41)		X			
Enlace covalente polar 1 car. (160)			Desviar chorro de agua ¼ car. (161)		X			
Lluvia ácida 1 car. (243)							Biología pero no explicita. (245)	
	Ecología 1 car. (245) – agua como tema dentro de otros-							

<u>Tabla 3</u>. Análisis de los libros para el tema agua, discriminados por asignaturas, para el Ciclo Básico de Enseñanza Secundaria.

	Hojas referidas al tema		**Actividades propuestas**			**Motivación**	**Relación con disciplinas**	
	Directa	**Indirecta**	**Exper**	**Prácticas**	**Investigación**	**Extrin. o Intrin.**	**Direct. o Ind.**	**Materias relacionadas**
QUIMICA								
Media	9.8	4.65	1.25	1.45	0.15	E 60%	D 60%	QBFG 30%
Desvío estándar	11.4	2.86	2.1	1.48	0.34			
Estadísticas porcentuales del total de hojas	Media 6.2	Desvío estándar 5.9	Número de libros 5					
FISICA								
Media	6.9	5.9	11.3	1.3	0.5	E 50%	I 75%	FQG 33%
Desvío estándar	6.2	1.9	12.3	1.9	1.0			
Estadísticas porcentuales del total de hojas	Media 3.8	Desvío estándar 1.6	Número de libros 4					
BIOLOGIA								
Media	4.2	3.7	1.4	0.6	0.6	I 67%	D 50%	BFQ 66%
Desvío estándar	3.8	4.1	1.5	0.7	0.8			
Estadísticas porcentuales del total de hojas	Media 4.0	Desvío estándar 3.7	Número de libros 10					
GEOGRAFIA								
Media	25	12.9	0	0.4	0	E 100%	I 86%	GB 71%
Desvío estándar	32.6	23.4	0	0.6	0			
Estadísticas porcentuales del total de hojas	Media 13.1	Desvío estándar 9..5	Número de libros 7					
C. FISICAS								
Media	3.2	12.05	3.7	1.2	0.9	I 60%	D 60%	FQGB 50%
Desvío estándar	32.6	23.4	0	.6	0			
Estadísticas porcentuales del total de hojas	Media 16.2	Desvío estándar 13.4	Número de libros 5					

Tabla 4. Análisis de los libros para el tema agua, discriminados por nivel educativo, para el Ciclo Básico de Enseñanza Secundaria.

	Hojas referidas al tema		**Actividades propuestas**			**Motivación**		**Relación con disciplinas**	
	Directa	Indirecta	Exper	Practicas	Investigación	Extrin	Intrin	Directa	Indirec
PRIMERO	6.0	9.0	1.4	0.9	0.2	E 70%	I 50 %	FQ 33%	
Media	6.4	12.2	1.7	0.7	0.7				
Desvío estándar									
Estadísticas porcentuales del total de hojas	Media 10.3	Desvío estándar 11.6	Número de libros 9						
SEGUNDO									
Media	6.6	3.2	2.3	0.6	0.7	I 63%	D 50 %	FQB G 25%	
Desvío estándar	11.8	3.2	3.2	0.7	0.9				
Estadísticas porcentuales del total de hojas	Media 7.8	Desvío estándar 7.1	Número de libros 8						
TERCERO									
Media	16.2	9.2	4.2	1.1	0.4	E 60%	D 70 %	QFG B 27%	
Desvío estándar	25.9	16.4	8.0	1.4	0.7				
Estadísticas porcentuales del total de hojas	Media 7.4	Desvío estándar 7.9	Número de libros 14						

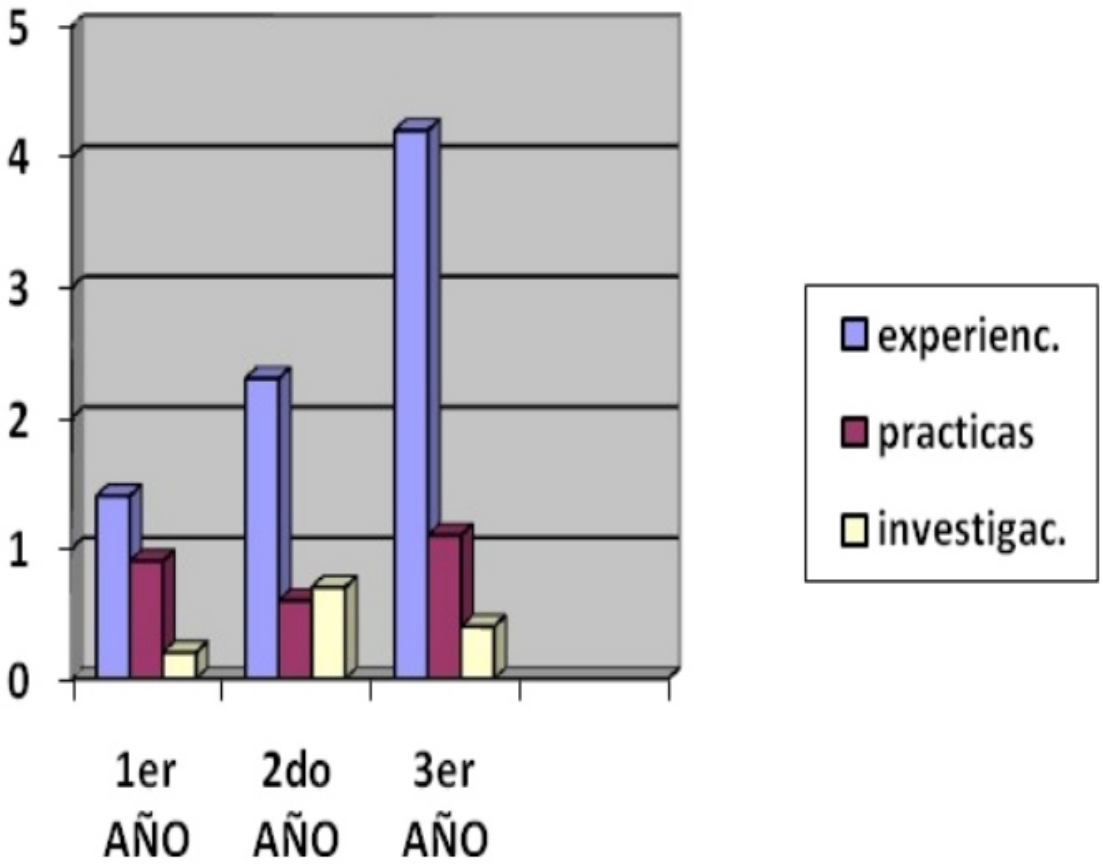


Figura 5. Media de hojas dedicadas por libro a diferentes actividades sobre el agua, según el nivel.

3.2.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LIBROS DE TEXTO

Se realizan dos comparaciones estadísticas, para indagar la importancia del tema, (cantidad de hojas dedicadas) en libros de diferentes asignaturas o diferente nivel educativo (TABLAS 5 y 6).

Tabla 5. ANOVAS por asignaturas, para hojas totales del tema (sin discriminar ítems).Realizado con un nivel de significancia de 0,05.

Fuente de variación	Suma	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de varianza
Entre las muestras	479.42	4	144.85	0.84
Dentro de las muestras	27015.07	157	172.07	
TOTAL	27594.48			F tabla: 3.72

Tabla 6. ANOVAS por nivel, para hojas totales del tema (sin discriminar ítems). Nivel de significancia de 0,05.

Fuente de variación	Suma	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de varianza
Entre las muestras	414.69	2	207.34	1.40
Dentro de las muestras	23129.10	156	148.26	
TOTAL	231705.79			F tabla: 5.30

3.3. ANÁLISIS DE OPINIONES

Las opiniones fueron relevadas para todo el país, en base a un muestreo estratificado según la FIGURA 1; en cada estrato, se sortearon tres departamentos (marcados con círculos) y dentro de ellos se concurrió a varios liceos, se encuestó a docentes y alumnos.

En esta parte de los resultados, se presentarán gráficos y otros análisis de las respuestas de docentes y alumnos, finalizando con las entrevistas a los inspectores.

3.3.1. OPINIONES DE ALUMNOS DE PRIMERO A TERCERO

Tabla 7.- Análisis de la Primera pregunta *"¿qué te gustaría saber en torno al agua*?" (Se ordena por mayor frecuencia de respuesta, y se las compara con lo que manifiestan haber dado, cuando se les pregunta a alumnos de cuarto a sexto). Los colores son para facilitar la lectura de conceptos repetidos.

Primero	Segundo	Tercero	Cuarto a sexto
Potabilización	Origen	Potabilización	Composición
Origen	Componentes	Origen	Porcentajes abundancia
Usos contaminación	Saber cuándo se acaba	Nada	Potabilización
Cuidarla	No se	Componentes color	Usos
Saber cuándo se acaba	Contaminación	Recurso finito	
Porcentajes abundancia	El porqué del color		
componentes	usos		

Tabla 8.- Respuestas sobre lo que los alumnos de primero a tercero aprendieron por año, comparadas con lo que manifiestan en cuarto, quinto, o sexto año. Se ordenan por frecuencia de respuesta, los colores son para facilitar la lectura de conceptos repetidos.

PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO A SEXTO
No se dio el tema	No se dio el tema	No se dio el tema	Componentes
Importancia para la vida	Cambios de estado	Importancia para la vida	Porcentajes de abundancia
Abundancia y porcentajes	Importancia para la vida	Usos	Estados de la materia
Componentes	Abundancia y porcentajes		
Cuencas	Cuencas	Contaminación	
	Tipos (dulce, salobre etc.)		

3.3.2. OPINIONES DE ALUMNOS DE CUARTO A SEXTO

Tabla 9.- Resumen de las respuestas más frecuentes, a las preguntas sobre lo que recuerdan de los diferentes cursos, los números son los porcentajes de las respuestas, en el total de cada pregunta por asignatura.

BIOLOGÍA	FÍSICA	GEOGRAFÍA	QUÍMICA
Importancia en Seres vivos y humanos **(38)**	Estados **(21)**	Cuencas **(24)**	Composición química del agua (**60)**
Ciclo del agua **(14)**	Energía **(12)**	Mares y ríos **(32)**	Potabilización **(9)**
Ecosistemas **(9)**	Refracción **(6)**	Porcentajes de abundancia de agua **(19)**	Enlaces en la molécula **(20)**
Utilidades **(6)**	Hidrodinámica-fluidos **(5)**	Corrientes **(4)**	Soluciones **(6)**
Potabilización **(5)**	Densidad **(3)**	Acuífero **(11)**	Tipos **(10)**
	Cubetas de ondas **(5)**		Usinas Potabilizadoras UPAS **(3)** Agua como solvente **(4)**
N/N (25)	**N/N 59**	**N/N (26)**	**N/N 18**

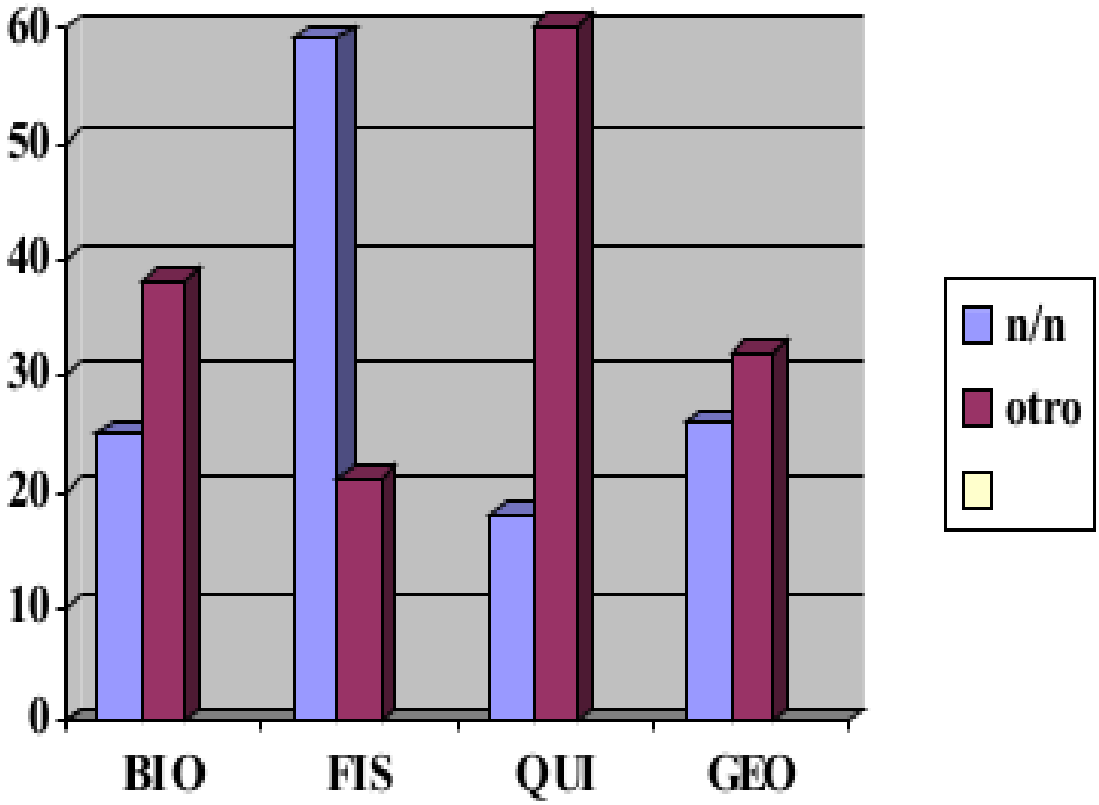


Figura 6.- Porcentaje de los alumnos que contestan no saber o dicen no haber recibido el tema, y la respuesta con más porcentajes en las asignaturas.

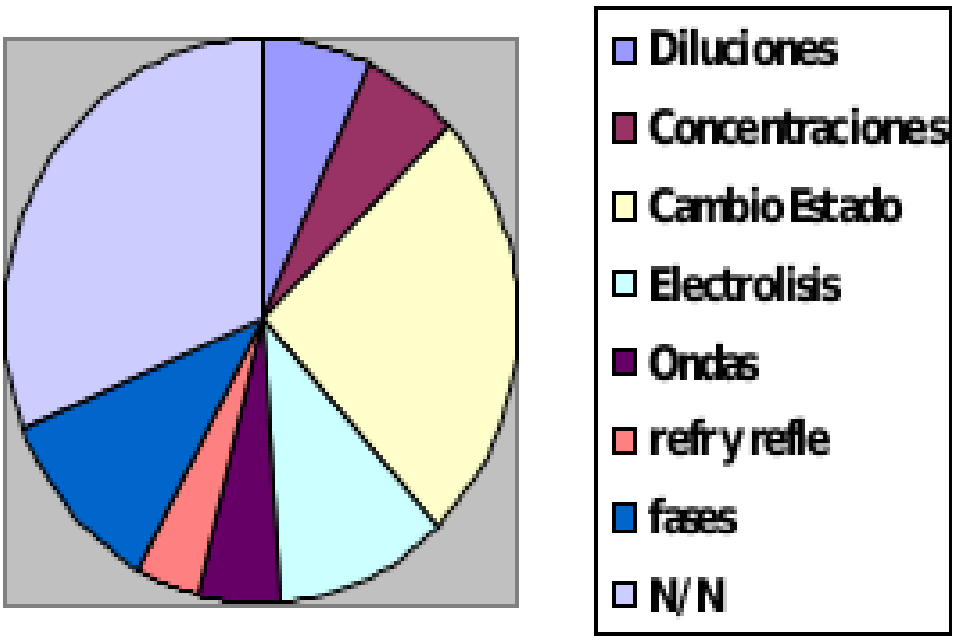


Figura 7.- Experimentos que los alumnos de cuarto a sexto recuerdan haber realizado en referencia al agua.

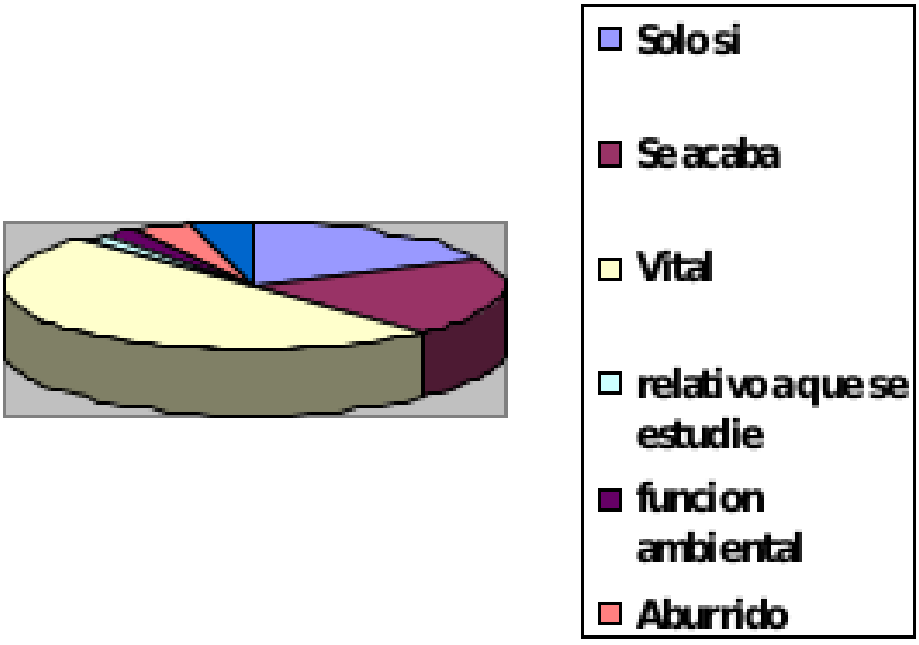


Figura 8. Respuestas más frecuentes de los alumnos de cuarto a sexto en relación a la importancia de estudiar el agua y porqué es relevante su estudio.

3.3.3. OPINIONES DE LOS PROFESORES

Tabla 10.- Resumen de las 12 respuestas correlativas de los docentes, discriminada por asignatura (solamente figuran las respuestas más frecuentes y los porcentajes (entre paréntesis).

Biología	Geografía	Física	Química
Si (96) elemento vital	Si (100) recurso con problemas	Si (100) vital y agotable	Si (100) Integrador y contextualizado
Conservación del recurso	Uso sustentable	Hidrostática	Molécula
Salud y ecosistemas	Cuencas	Cambios de estado	Soluciones y potabilización
Ecosistemas	Todos (86)	Todos (90)	Todos
Titulo (86)	Titulo (75)	Titulo (83)	Titulo (83)
Si (50) Geografía	Si (50) Geografía-acuífero Guaraní	No (67) Con Química maqueta	No (83) Biología y Geografía- Clima
Si (60)	Si (81)	No (75)	No (67)
Darle más vigor e integración.	Uso sustentable	Represas	Profundizar en estructura
Reforzar (80)	Reforzar (88)	Reforzar (58)	Reforzar (67)
Tratamiento de efluentes	Contaminación acuática	Aplicaciones para clase	Coordinación con otras asignaturas
		Incorporar el tema en varios años	
Esperaben et al. (2006)	***Alvarez & De Souza (1997)***	***Hewitt(1999)***	***Lahore(1997)***

3.3.3.1. Análisis de los clusters

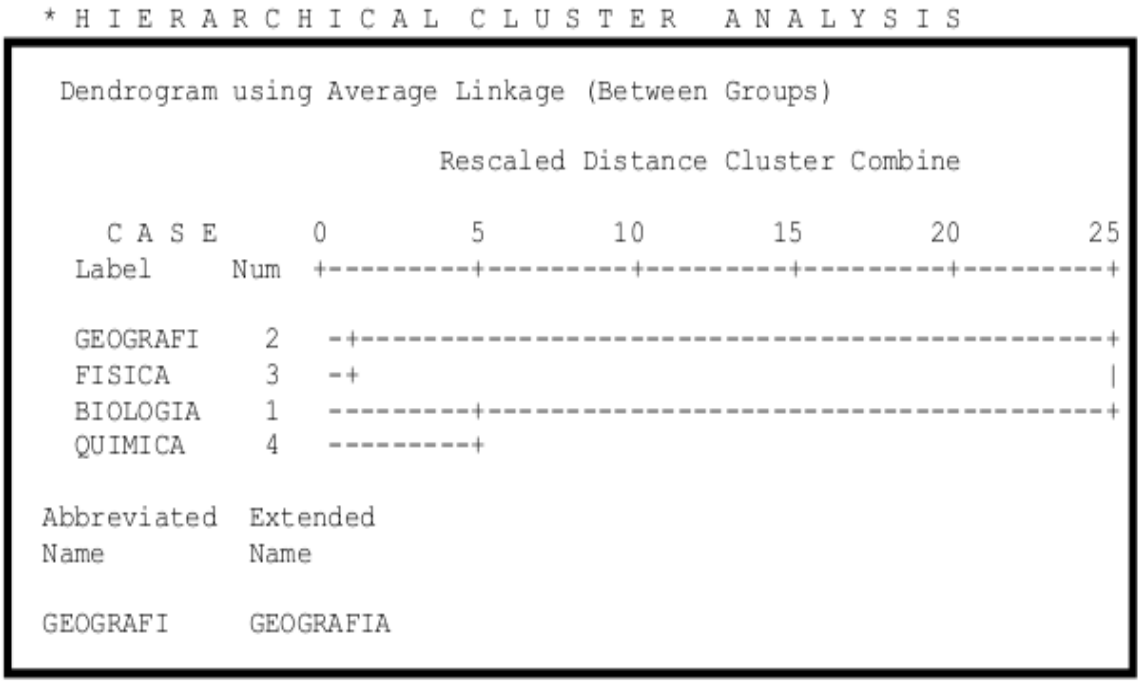


Figura 9.- Cluster realizado por variables (títulos de profesorado) en función de las respuestas, cuantificadas mediante escalas, que respetan las cercanías entre los conceptos.

3.3.4. ENTREVISTAS A INSPECTORES

3.3.4.1. Resumen de la entrevista a los Inspectores de Geografía

El agua se trata directamente en primer año, con el ciclo del agua, cambio climático y las actividades económicas. Hay un eje en los programas que es el desarrollo sustentable, dentro del cual está el aprovechamiento de los recursos. Se estudia el agua a nivel mundial en primer año, en América en segundo año y en el Uruguay en tercer año. Se recomienda partir de lo vivencial a lo más general y tratar de establecer las relaciones por ejemplo: agua, espacio y pesca.

Se sabe que los profesores intentan coordinaciones con otros docentes, por ejemplo, en el día del agua. La inspección de Geografía, permite que el docente adapte el programa al contexto de trabajo: hay trabajos en la costa atlántica, en ríos, con ONGs, que van más allá del aula, discutiendo sobre recursos estratégicos, de uso racional y recursos no renovables.

En el congreso anual de profesores de Geografía, los inspectores comentan sobre las temáticas a abordar que tienen relación al agua. En cuanto a la formación de los docentes, se explica que en el plan 2008 se incorporó Hidrología a la formación docente, aunque anteriormente a ese año, dicho tema ya estaba como parte del estudio de cuencas. Finalmente se aclara que se promovió la copia de la cartografía relacionada con el agua, acuíferos y la red hidrográfica y el mapa de DINAMIJE, para todos los profesores.

3.3.4.2. Resumen de la entrevista al Inspector de Química.

El Agua se trata en el programa de cuarto año, el cual se divide en dos ejes temáticos: 1) química de los compuestos orgánicos, y 2) agua y soluciones acuosas (se pueden ver las semanas dedicadas).

En los cursos de Ciencias Físicas de 1ro y 2do años el objetivo es, entre otros, adquirir destrezas, razonamientos, experimentación e interpretación de resultados, construcción de tablas y gráficos, y conceptos como los de proporcionalidad y propiedades características. Otros conceptos básicos son, los de masa, volumen y temperatura. De esta forma, los temas de contenido del agua, no están en estos cursos (1° a 3°). En tercer año, el tema agua está incluido en soluciones acuosas, además de estudiar las concentraciones g/L, se enseña el agua en la naturaleza y se comienza a ampliar, por medio de enfoques interdisciplinares con Biología, Geografía y Física. Se puede plantear el estudio del agua, como recurso esencial para la vida. Sin embargo, recién en 4to año se trata el tema en profundidad.

Estadísticamente se demuestra la existencia de profesores, que enseñan solo los contenidos, sin perspectiva interdisciplinar o de compromiso con el medio ambiente. Sin embargo, cada vez hay más necesidad de que el tema se aborde desde un punto de vista medio ambiental, haciendo hincapié en la valoración y respeto hacia los recursos del planeta, para lo cual es fundamental un cuerpo docente que haga formación en valores más allá de las leyes.

3.3.4.3. Resumen de la entrevista a la Inspectora de Física de UTU

Si se comparan los programas de UTU y Secundaria, existen muchas semejanzas, pero el enfoque siempre es más tecnológico en UTU. No hay indicaciones específicas para el agua, pero se sugiere siempre, una aplicación de los programas en contexto. Ejemplo: en cada unidad temática se proponen temáticas de discusión, conciencia y cuidado en las cuestiones medioambientales.

En 1er año, en la unidad tres, aparece el agua y se sugiere un enfoque CTS. Personalmente, la inspectora comenta que en varios países donde estuvo, el agua no es considerada inagotable, ya que en otros lados es muy escasa y en Uruguay, no está contemplada una educación de conciencia crítica: por ejemplo se usa el agua potable para lavar autos, por ello es necesario desarrollar educación en este sentido. Si bien en la escuela se menciona, no se logra un impacto para un plan de ahorro y cuidado del agua, similar a lo que efectivamente sí se logra para un plan de ahorro energético.

Las actividades de coordinación, se recomiendan sobretodo con Química y Biología, como lo demuestra el trabajo en conjunto en la elaboración de los programas con estas disciplinas. De lo que antecede, una situación concreta a considerar, es trabajar en los contenidos "actitudinales", en la postura CTS y en las posiciones reflexivas en cuanto a la información del agua.

3.4. JUSTIFICACIÓN DEL DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS

En base a los análisis realizados de currículo, objetivos programáticos, estudio de textos y opiniones de los involucrados, se cree conveniente realizar intervenciones que intenten revertir alguno de los puntos que se entienden como débiles en la enseñanza del agua. Por esto, el *modus operandi* que se propone en la presente tesis es *diseñar actividades prácticas de diferente tipo, que van a resaltar y profundizar las interacciones entre docentes, para lograr contestar algunas de las curiosidades que permanecen en los alumnos al terminar su educación básica, en torno a la sustancia agua*.

3.5. DESARROLLO DE PRÁCTICAS

Serán descriptas dos grupos de prácticas; **en el primero** Prácticas de corte investigativo, elaboradas con la finalidad de dar un ejemplo concreto de actividades a realizar con los alumnos y en colaboración con otros docentes. El eje, es un estudio disciplinar del agua ya sea directa o indirectamente, pero en todas las actividades, se requiere un conocimiento de las características especiales de esta sustancia, tan común en nuestro país. Así mismo en todas las prácticas, se tiende a valorar los procesos y fenómenos que cada una de ellas posibilita. Se presentará **un segundo grupo,** con el enfoque de prácticas acotadas en el tiempo y que intentan develar aspectos del agua, no estudiados en la Educación Media e inspirados en los resultados del análisis de las encuestas de Alumnos, Docentes e Inspectores.

3.5.1. PRÁCTICAS DE CORTE INVESTIGATIVO E INTERDISCIPLINAR.

3.5.1.1. Fósil sintético

En algunas regiones de nuestro país, en los departamentos de Artigas, Salto y Paysandú, son comunes las "maderas petrificadas" a orillas de los ríos. Este fenómeno que siempre cautiva la atención de locales y visitantes, ocurre en el medio acuático y es debido entre otras cosas, a la presencia de sales disueltas en nuestros ríos. Imitar este proceso, requiere repensar las condiciones en las que ocurre la disolución, y luego la precipitación de sales en el medio acuoso, pero también puede relacionarse con los estudios del pasado, de nuestra flora entre otras cosas, siendo motivo para un estudio interdisciplinario (TEXEIRA & COPPES PETRICORENA 2011b).

A continuación se describe el proceso que permite esta experiencia, que puede ser el inicio de una investigación sobre fósiles o sobre las soluciones o ambos temas, sin desmedro de otras vinculaciones que los profesores puedan sugerir.

Se cortan rodajas, de unos 2 cm de diámetro y 0.5 cm de espesor, de ramas secas de ceibo, *Erythrina cristagalli*. A esos trozos de madera se los hierve tres veces en agua destilada (la primera con detergente), cambiando el agua, a fin de extraer sales solubles. Luego se les agrega una solución de sulfato de cobre (0.1g / 10mL) y se autoclava 45 minutos, a fin de impregnar con sales,

las rodajas de ramas. Una vez finalizada la impregnación, los trozos de madera se dejan secar completamente, y luego se introducen en una solución de silicato sódico y agua (1:0.5), luego se autoclava 30 minutos, para luego extraer las maderas y secarlas.

Para probar la efectividad del método, se realizaron varias pruebas con la muestra preparada, a los efectos de lograr la silificación o tratar de imitarla. Se muestran imágenes, que testifican los cambios en la madera a nivel de observación, con lupa binocular 20 aumentos. Es importante resaltar, que el aspecto de las maderas tratadas cambia, lográndose una petrificación visible, un aumento del peso, y del brillo del material (FIGURAS 10 y 11). La FIGURA 12 muestra un fósil real de madera de algarrobo del cuaternario.

FIGURA 10. Foto de la madera impregnada con sales sin el empleo de la autoclave y la posterior inmersión en solución de silicatos (corte transversal) - se observa cómo los cristales crecen fuera de la madera.

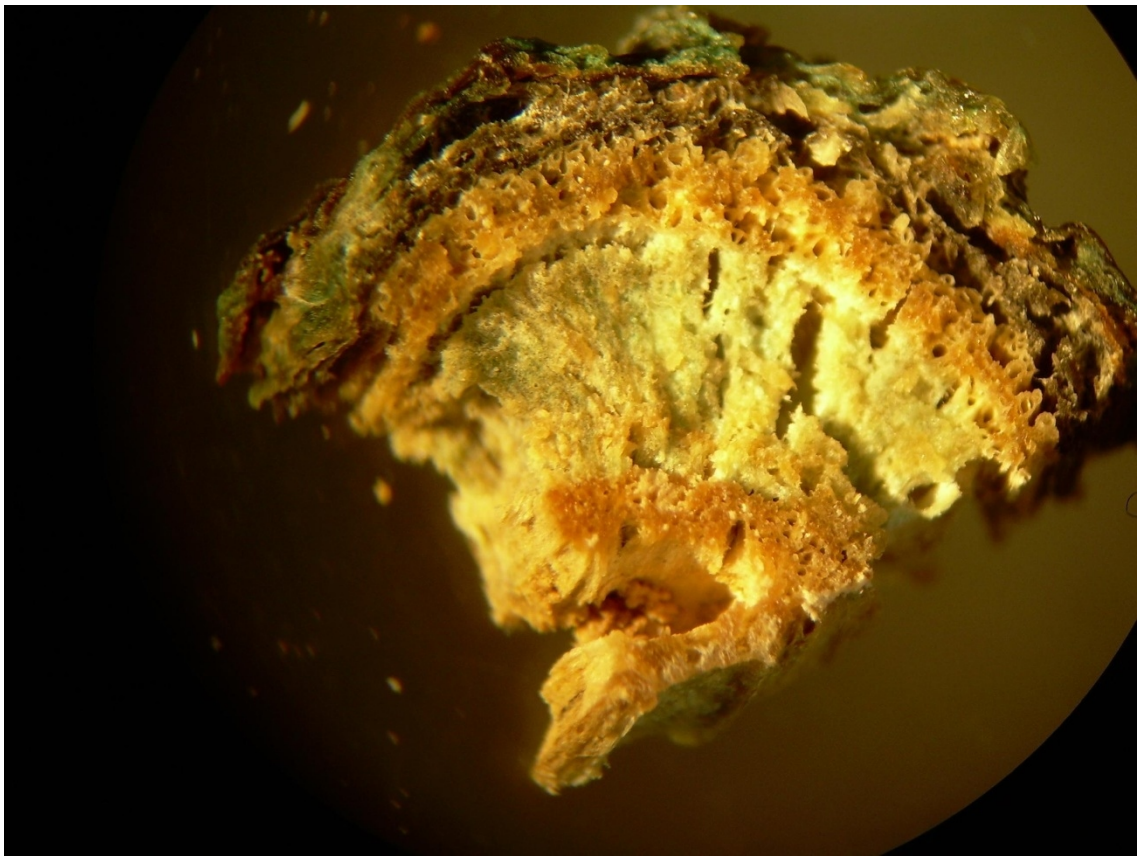


FIGURA 11. Foto de la madera con el tratamiento propuesto "fósil" (corte transversal). Los cristales se desarrollan en el tejido vegetal, manteniendo la apariencia externa e interna, inclusive el peso y consistencia de fósil.

FIGURA 12. Fósil real de madera de algarrobo del cuaternario (corte longitudinal) Los cristales se desarrollaron dentro del tejido, lo que los hace pequeños, visibles a este aumento (10X) como pequeños brillos.

***Puesta a punto de la técnica*:** Esta técnica se empleó con éxito en una visita al CERP-Norte (Centro regional de Profesores de Rivera), donde se trabajó con alumnos y profesores, en el correr de una mañana, lográndose los resultados previstos y la conformidad de los participantes.

3.5.1.2- Micro mundo de crustáceos

Descubrir un mundo nuevo es algo que siempre nos gusta, nos nueve y en este caso, propone abrir frente a los participantes de la actividad, tanto docentes como alumnos un pequeño ecosistema con organismos que se reproducen, mueven y crecen según nuestras directivas.
Este cultivo puede ser ocasión para el estudio de la fauna microscópica sus relaciones con la Química y Física del agua, así como su importancia en la economía desarrollándose estos temas con la colaboración de diferentes profesores, tanto desde los currículos como en las horas de coordinación (TEXEIRA *et al*., 2013).

La técnica que se detalla a continuación, fue desarrollada en el laboratorio del Liceo N° 4 de Salto. Para llevar a cabo la práctica se emplearon 15 días en total, a lo que se debe agregar el tiempo que lleva la búsqueda bibliográfica y las reflexiones posteriores que, en conjunto, permitieron la elaboración del presente trabajo. Se pretende que los alumnos ayudados por docentes y ayudantes preparadores del laboratorio, logren crear y mantener un cultivo de micro crustáceos en un sistema de agua dulce; es mejor si algunos de estos

microcrustáceos están ovados (4 a 6 es suficiente), con "racimos" de huevos a los lados, o con unos pocos dentro (FIGURAS 13 & 14). Para comenzar el criadero, se requieren al menos 4 frascos de 200 ml o similares, a los que se llena hasta la mitad con agua de la canilla, dejándolos por lo menos 2 horas (FIGURA 15). En uno de estos frascos, se colocan ejemplares de copépodos y cladóceros, extraídos a partir de una muestra obtenida de un sistema de agua dulce.

El profesor puede buscar imágenes de estos organismos en Internet para conocerlos y reconocerlos (las especies diferentes en general son parecidas a los ojos inexpertos; solo hay que diferenciar los órdenes, o sea los copépodos de los cladóceros). Luego, en un mortero limpio, se prepara un machacado de una hoja de lechuga fresca y se le agregan al cultivo, 4 ó 5 gotas del extracto obtenido; también se puede agregar unos granitos de levadura seca. En los frascos restantes, se coloca agua de la muestra filtrada (con una tela fina), y se le agregan, por frasco, 2 gotas de detergente y 2 ó 3 granos de urea (calidad comercial) dejándolos luego, en un lugar tranquilo para que reciban abundante luz, pero evitando el sol directo (FIGURA 15).

A los organismos del zooplancton se los debe alimentar frecuentemente una vez por día, con 2 gotas de extracto (estable en heladera por 5 días), o si se tiene pecera, se pueden "raspar" los vidrios que presentan acumulaciones de algas con un trocito de esponja, que luego se escurre en el cultivo de organismos, suministrando alimento a los micro crustáceos. A los 3 ó 4 días, si algún frasco con alga estuviera de color verde (FIGURA 16) se le puede

comenzar a retirar unos 50 ml de agua por día (previa agitación), vertiéndola en el frasco de los zooplanctones, y a su vez reponiendo el agua que se retiró, con agua de la canilla.

***Puesta a punto de la técnica*:** En mayo del 2008, se obtuvo una muestra superficial de 1 L de agua de un estanque eutrofizado (Zoológico de Salto), de la que se extrajeron bajo lupa, 4 copépodos, uno de ellos ovado, y 4 cladóceros todos ovados. A estos ejemplares se los colocó en un frasco con algas (raspado de pecera), el cual luego de 15 días se fijó con formol; bajo lupa binocular se contaron: 4 mudas (como los organismos, pero transparentes), 6 larvas de copépodos (uno ovado) y 20 cladóceros (dos ovados). Se tomaron fotos de estos ejemplares, con cámara digital y microscopios con un aumento de 40x.

FIGURA 13. Copépodo no ovado fotografiado a partir del cultivo.

FIGURA 14. Cladócero no ovado fotografiado a partir del cultivo.

FIGURA 15. Frascos iniciales con los cultivos incipientes.

FIGURA 16. Frascos de cultivo a los 12 días.

3.5.1.3. Estudio interdisciplinario de una laguna

En nuestro país son comunes los pequeños cuerpos de agua y constituyen, por su riqueza faunística y simplicidad, excelentes modelos para trabajar en forma experimental. El agua con sus peculiaridades químicas, limita el transporte de algunos gases importantes, acumula nutrientes y acoge a especies microscópicas, lo que facilita el estudio para interrelacionar diferentes asignaturas. Esta práctica brinda el sustento teórico y metodológico mínimo, para abordar el estudio siempre interesante de los pequeños cuerpos de agua continentales: sistemas acuáticos, que en general se encuentran cercanos a los centros urbanos, donde se desempeñan actividades educativas, y que siempre cautivan la atención. La propuesta incluye la fabricación de instrumentos sencillos de muestreo y la generación obligada de hipótesis, que serán o no descartadas en el estudio. El trabajo experimental durará algunas horas de clase (si se realiza en coordinación con otros docentes), brindando un panorama claro del estado del sistema acuático. Finalmente, se estima que dicha actividad, será una oportunidad para interactuar con otros grupos o entre varias asignaturas, fomentando el trabajo en equipo en las ciencias experimentales. La metodología de trabajo presentada, clara y accesible por su bajo costo y simplicidad, se valora como positiva, para contribuir al conocimiento de nuestro medio, fomentando la participación e interés por el cuidado de los recursos acuáticos, permitiendo así comprender mejor su funcionamiento.

Los pequeños cuerpos de aguas continentales, son sistemas acuáticos que pueden estar ubicados en las cercanías a Centros Educativos. Entre los cuerpos de agua, se encuentra la laguna natural o artificial, término discutido ya que se lo considera equivalente a lago (SMITH & SMITH 2001). Debido a la existencia de diferencias conceptuales sobre ambos términos, se propone seguir a ODUM (1972), quien los diferencia postulando, que en la laguna predomina la extensión superficial sobre la profundidad, mientras que en los lagos ocurre lo inverso.

A modo de ejemplo en la Playa Las Cavas, ciudad de Salto, Uruguay, se encuentra una laguna de aguas quietas (sistema léntico), con un área aproximada de 5000 m^2 y una profundidad máxima de 2,5 m. En dicha laguna existe (como en toda laguna templada), un ciclo de mezclas y estratificaciones, debido al calentamiento o enfriamiento de la capa superficial del agua. Los cambios en la temperatura ambiental (verano, invierno), pueden establecer diferencias de densidad y generan dos o más capas de agua que reciben el nombre de *Epilimnium* e *Hipolimnium* según sea superior o inferior. Para confirmar la estratificación, es necesario realizar mediciones de temperatura del agua. Si existen diferencias en varios grados centígrados entre la temperatura superficial y de fondo, se puede afirmar la existencia de estratificación.

Aún cuando las determinaciones de pH y de transparencia del agua pueden confirmar la estratificación, el valor de la temperatura del agua, es el factor realmente determinante. La determinación del pH se realiza con varilla de pH,

cintas o, con un pH-metro, siempre *in situ*. La transparencia se mide con un disco de Secchi, y determina fundamentalmente la zona fótica, región de la laguna donde se lleva a cabo la fotosíntesis (AROCENA & CONDE 1999). En esta experiencia, en esa zona, es frecuente encontrar el máximo de concentración de fitoplancton.

Las variables del pH y del oxígeno disuelto no son conservativas, pues se encuentran muy influidas por los organismos que habitan estos sistemas de agua. Por ello, es muy importante estudiar también los organismos que existen en el sistema, y que se dividen en plancton, necton y bentos. En los sistemas de laguna como es el de la playa Las Cavas, el plancton es fácil de muestrear y en base a la experiencia, genera las mejores correlaciones con las variables físico químicas del agua. El plancton, se define como el grupo de organismos, que tienen una capacidad de desplazamiento muy limitada, en relación a las corrientes de agua generadas por el viento, etc.

Playa

FIGURA 17. Laguna de Las Cavas, ciudad de Salto costanera norte.

Se propone formar, como mínimo, un grupo de Química y otro grupo de Biología. El objetivo de contar con dos grupos de orientación diferente es poder cruzar los datos obtenidos por cada uno, sobre las variables como pH, temperatura, OD-determinado o supuesto, transparencia, presencia de algas y zooplancton. También se puede trabajar con más grupos incorporando Geografía, Historia, etc, brindando mayor amplitud al trabajo. Al incorporar más grupos, se pueden estudiar otros aspectos como el uso que se le da al sistema, su paisaje etc.

Los grupos obtendrán muestras de la superficie y del fondo de la laguna, que puede ser desde un puente, una saliente o con una pequeña embarcación. En cada muestra se determina por triplicado: el pH, la temperatura, el olor y el aspecto, la profundidad de Secchi. También se determina la profundidad y se recogen uno o dos litros de agua para analizar el Fitoplancton (vegetales) y el Zooplancton (animales). Todos estos datos se registran en una planilla, y se comparan los datos obtenidos por ambos grupos, tratando de interpretar si el sistema está estratificado, si predomina la respiración o la fotosíntesis.

Instrumentos de muestreo y su empleo

Los muestreos y el estudio de las variables fisicoquímicas, requieren de instrumental; sin embargo, a continuación se detalla la construcción de implementos sencillos, que han sido ampliamente probados y su construcción está al alcance de todos.

Botella para toma de muestras

Esta botella consta de dos cordeles: 1) uno más grueso que se ata a la botella o al balón, lastrado (como en la foto), con suficiente peso para no flotar, y que además pasa por dentro de un embudo (verde) que también se debe hundir; 2) el otro cordel se ata a un tapón (blanco debajo del embudo) . La botella (sostenida como en la foto) se desciende a la profundidad donde se va a tomar la muestra y se tira del cordel fino, provocando entonces, la entrada de agua del lugar (retira el tapón), y la caída del embudo que impide gran parte del intercambio de agua en el ascenso de la botella a la superficie.

FIGURA 18. Botella para toma de muestras en posición de entrar al agua para obtener la muestra (con el tapón colocado y el embudo en el cordel más grueso, el otro cordel está atado al tapón) (*embudo verde, tapón de goma blanca, cuerda de pesca, botella en este caso un*

balón de laboratorio fondeado con plomos atados con cuerda de pesca)**.**

Dispositivo para muestrear fito y zooplancton

Las muestras obtenidas en botellas plásticas (refrescos cola), se colocan en forma invertida, luego de agregarles unos 50 ml de formol al 40%. Se dejan varias horas (una noche), y luego se corta una parte del fondo de la botella y con una varilla de vidrio hueca unida a una pera de goma (verde en la foto), se toman unos mililitros de la muestra fijada que contiene todos los organismos concentrados. Luego se identifica a los organismos por filum, o clase, extrayéndose como dato, el número de individuos por litro (Abundancia).

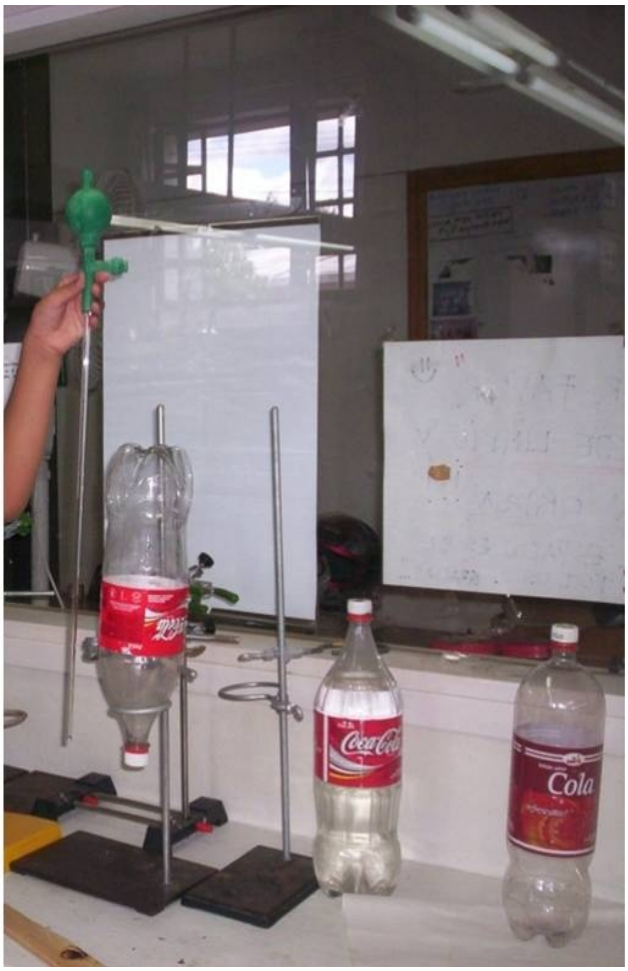


FIGURA 19. Botellas llenas de muestra y con fijador, una invertida con el fondo cortado para tomar una muestra con pipeta y pera de goma.

Disco de Secchi

El disco se construye con una tapa plástica de unos 20 cm de diámetro, y en caso que no se hunda, se le agrega peso en la parte inferior. En un orificio central se coloca una cuerda con nudos cada medio metro. Se emplea de la siguiente manera: el disco se desciende (como en la foto), hasta perderlo de vista, y se anota la profundidad en metros (cuando se pierde de vista) al contar los nudos.

FIGURA 20. Disco de Secchi listo para ser descendido en el agua.

Puesta a punto de la técnica: Esta técnica de muestreo (instrumentos y dinámica de trabajo) ha sido probada varias veces en las clases de ecología en el CERP-Litoral, así como en Cursos para profesores realizados en conjunto con docentes de Biología, Física, Química y Geografía. Siempre se han obtenido buenos resultados, si se dispone de tiempo para la realización de todas las etapas.

3.5.2. PRÁCTICAS CORTAS QUE DEVELAN ASPECTOS ESPECIALES DEL AGUA

3.5.2.1. Circulación e intercambio de iones

Ambas prácticas, refieren a la circulación del agua dada la escasa separación entre sus moléculas y baja organización de las mismas. Es decir debido a que las moléculas están más separadas que en los sólidos, los líquidos sufren más la presión; como sus moléculas no tienen un orden de largo alcance es más fácil que se reacomoden variando rápidamente su forma.

Es así que, para saber cómo o porqué fluye el agua es necesario conocer cómo se comportan sus moléculas para mantenerse unidas.

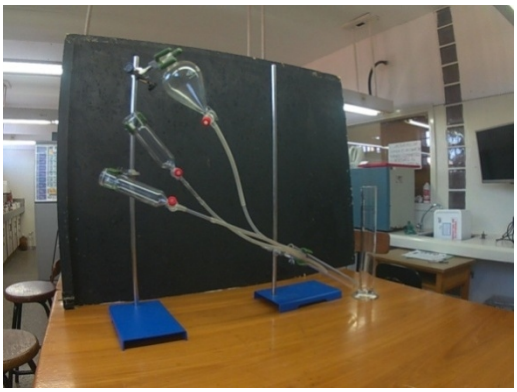
3.5.2.2. Circulación del agua

¿Porqué los ríos siguen teniendo agua aunque no llueva?
¿Porqué no llueve en Uruguay y crece el Río Uruguay?
¿Todo el cauce del río tiene la misma profundidad?
¿En todos los lugares de los ríos el agua corre igual?

Experiencias propuestas.

- Diseñar un sistema como el que se muestra en la Figura 21, con tres embudos de decantación, un tubo de vidrio o plástico de unos 3 cm de diámetro y 35 cm de largo, tres soportes con sus sujetadores, una probeta de unos 500 o 250 mililitros y un cronómetro, o similar.
- A cada embudo se le colocan 50 mililitros de agua, recordar que deben estar a diferente altura, a fin de que las pendientes sean diferentes.
- Medir la velocidad de vaciado para cada uno de los embudos por separado.
- Abrir todas las llaves a la vez y controlar el tiempo que lleva el vaciado final y el volumen recogido.
- Sustituir el tubo por una botella de refresco pequeña (500 ml) con un tubo de vaciado colocado a unos centímetros del pico cerrado por un tapón o su tapa.

Ver las fotos:



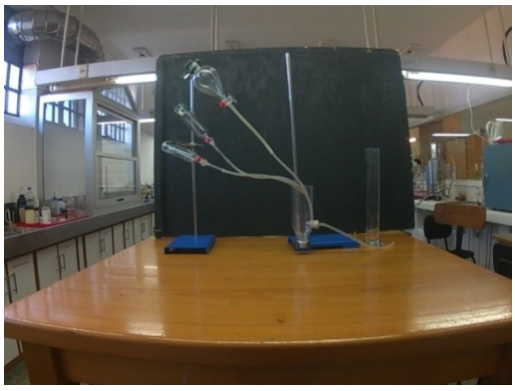


FIGURA 21.Montaje para visualizar la importancia de la pendiente y los "pozos" en un río.

- Abrir todos los embudos y registrar el volumen colectado en la probeta y la velocidad de vaciado total.

Observar la imagen

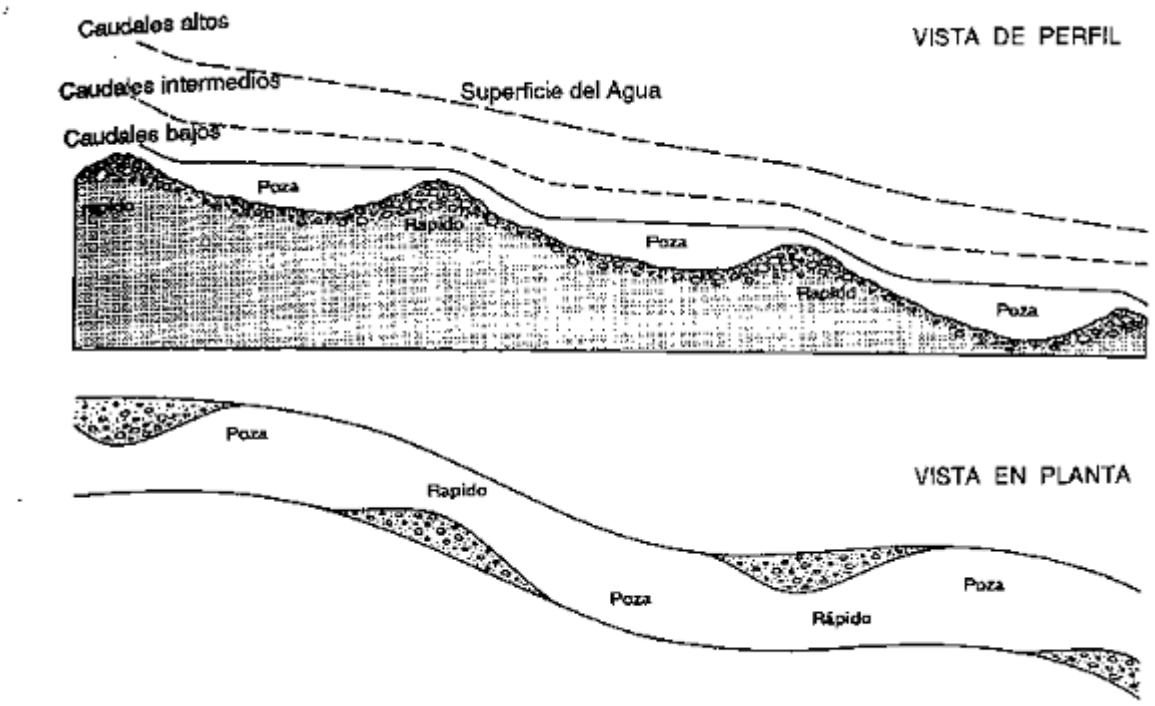


FIGURA 22. Diferentes vistas generales de un curso de agua. Extraído de Miliarium Aureum, S.L. (2004).

Contestar: ¿Cuándo corre más el río y porqué? ¿Cuándo los pozos tienen mayor influencia en la corriente, con el río bajo o alto? ¿En la figura 22, marque dónde habría remansos y dónde cascadas?

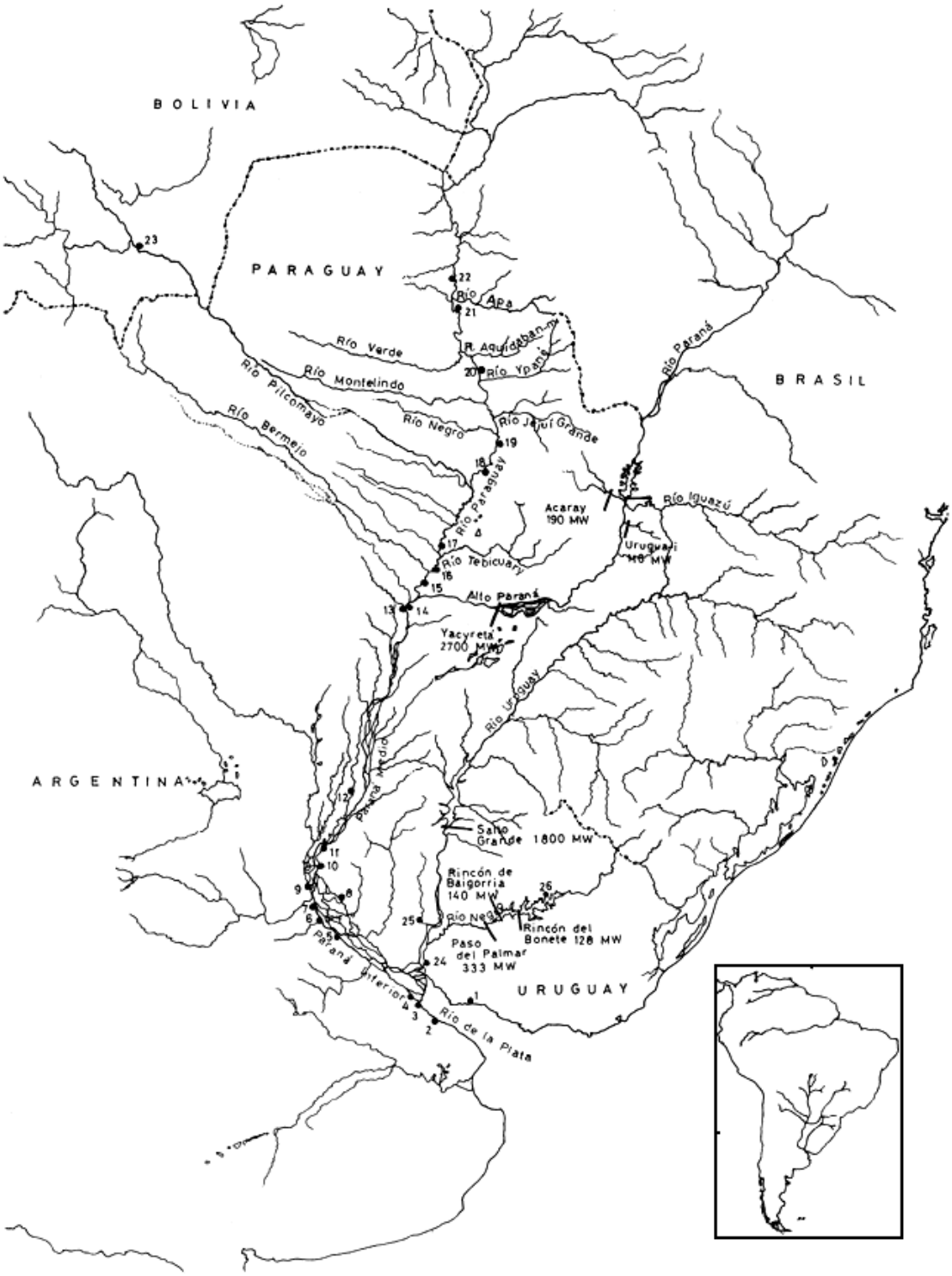


FIGURA 23. Cuenca del río Uruguay. Imagen extraída de FAO (1993).

¿Cuál sería el área donde puede recoger agua de lluvia el río Uruguay? ¿Qué países involucra?

- Responder nuevamente las preguntas iniciales luego de una discusión grupal.
- Leer el recorte del diario (EL PAIS 2012) que se presenta a continuación, y discutir su efecto en el medio ambiente en relación de lo aprendido.

"Ante la bajante del río Uruguay -una de las más prolongadas de los últimos 30 años- la Intendencia de Salto aprovechó para tapar un pozo en el Ayuí. A lo largo del tiempo decenas de personas fallecieron ahogadas por ese hueco. El pozo es un desnivel abrupto -a modo de precipicio- de más de 3 metros de profundidad, en un área de 15 por 10 metros (150 metros cuadrados)" en esa zona de playas de la costanera norte de la capital salteña, según informa la Intendencia en su web. La comuna rellenó un área muy cercana a la costa de unos 150 metros cuadrados con 350 metros cúbicos de material -la carga de unos 50 camiones- . El trabajo para hacer desaparecer esa trampa natural, en donde comienzan las cascadas del Salto Chico, demandó 60 viajes de camiones con material de cantera y piedras. Para la tarea la Intendencia utilizó cinco camiones con caja volcadora.

Para efectuar el trabajo de relleno del pozo los equipos viales de la comuna -supervisados por el buzo Jhonny Pinasco- construyeron una ataguía -especie de terraplén- para el desplazamiento de los camiones y máquinas, posibilidad que se dio con un nivel cero del río ante la escala del puerto Salto

Sobre las muertes por ahogamiento en esa zona no existen registros anteriores a la década de 1970, pero la gente mayor recuerda que la temporada veraniega se cobraba hasta tres vidas humanas con el inicio de las altas temperaturas. Esto se debía a que muchos jóvenes al primer sitio que concurrían para sumergirse en el río Uruguay era precisamente sobre las cascadas del Salto Chico y pretendían llegar desde la costa caminando. En ese momento era cuando los sorprendía el pozo".

Ayuda para a aclarar las dudas.

En realidad los ríos se mantienen por un sistema de tributarios o afluentes que aportan agua al curso principal, el cual a medida que se acerca a la naciente se hace más caudaloso (recoge más agua). Así, un río cubre toda una región donde se capta agua y se la va guiando a la desembocadura. Por esto si en una parte de la cuenca no llueve, en otra puede llover, lo que hace que el agua se mantenga siempre fluyendo. Otro factor que permite la permanencia del agua es que el lecho del río no es parejo, posee depresiones o pozos de diferente profundidad donde el agua se "almacena" o sea que tiene diferentes tiempos de residencia en las distintas partes del cauce. Es así que el agua de las nacientes tarda diferentes tiempos en llegar según las pendientes de cada tributario, el caudal y a los pozos que halla en su curso. En cuanto a la corriente, hay que recordar que los ríos no son rectos a diferencia de las canalizaciones humanas. Las curvas del río forman remansos y contracorrientes que hacen variar mucho la fuerza y dirección de la corriente, con lo cual se debe considerar otro factor importante en el tiempo que demora el agua en llegar de la naciente a la desembocadura. Por ello, las canalizaciones, si bien se ven a primera vista como una gran solución para regular las crecidas, terminan afectando a los organismos acuáticos y también a las frecuencias de las crecidas y su intensidad al despojar al río de sus pozos y curvas, que lo ayudan a retener y acumular agua, que van liberando gradualmente en las sequías.

Sugerencias para la profundización sobre generalidades de nuestros ríos:

- BORTAGARAY, I. (2012). Doce ríos de Uruguay. (http://www.bse.com.uy/almanaque/Almanaque%202012/articulos/pdf/tema-anual-2012-doce-rios-de-uruguay.pdf)

- FAO. (1992). Generalidades del flujo de agua en los ríos, crecidas, velocidades etc. (http://www.fao.org/docrep/003/t0537s/T0537S03.htm)

Sobre la importancia de las crecidas en la vida de los peces:

FAO (1992). Pesca fluvial. Capitulo 6. La influencia del régimen hidrológico en el éxito desove. (http://www.fao.org/docrep/003/t0537s/t0537s07.htm)

Sobre los problemas de las canalizaciones de los ríos:

GONZÁLEZ (2015). Impacto de los embalses y las canalizaciones en las crecidas en el río zadorra (*http://www.fnca.eu/biblioteca-del-agua/documentos/importar/1306271428-247.pdf*)

Problemáticas ambientales de ecosistemas acuáticos.

FOSALBA *et al.* (2015). Problemáticas ambientales de ecosistemas acuáticos. (http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/tacuarembo/clases/clase%203%20problematicas%20tacuarembo.pdf)

3.5.2.3. Solubilización de sales e intercambio iónico en las cuencas

1. ¿Cómo llegan los contaminantes al agua de los ríos?
2. ¿La tierra puede retener los contaminantes?
3. ¿Una sustancia disuelta puede hacer que otra también disuelta salga de la solución?

Experiencias propuestas

Práctica con cloruros y nitrato de plata.

- Preparar una solución de cloruro de sodio a partir de colocar una punta de espátula de cloruro de sodio en un tubo de ensayo y agregar agua suficiente para disolver completamente.
- A ese mismo tubo se agrega nitrato de plata en solución (se prepara a partir de colocar unas pizcas de nitrato de plata en un tubo y se disuelve con agua destilada) y se observa.
- Discutir y luego pedir al ayudante preparador que realice y explique las fórmulas correspondientes.

$NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$

Practica con modelización del suelo mediante el empleo de una resina de

intercambio iónico.

1- En un tubo de ensayo, colocar hasta la mitad de resina iónica recién activada y escurrida.
2- Luego agregar solución de cloruro (0,13M) hasta llenar el tubo.
3- Después de unos 7 minutos colocar el líquido de la resina en un tubo limpio.
4- A un tubo se agrega solución de nitrato de plata (0.04M) para verificar la formación de color blanco. Estas soluciones se deben preparar con cuidado previamente y no dejarlas más de una semana.

Observar, discutir los resultados y analizar si contesta alguna pregunta anterior.

Luego de dar una respuesta a cada pregunta en forma grupal al inicio de la actividad y haber realizado las experiencias para contestar algunas de las preguntas, se sugiere la lectura de los textos que se pueden extraer de la bibliografía recomendada, o realizar búsqueda bibliográfica para contestar las preguntas por grupos pequeños. Dependiendo de la edad y nivel, el profesor puede hacer un recorte de párrafos o colorear partes de los textos.

A modo de ejemplo se presenta un recorte:

"Cambio iónico

Desde muy antiguo se sabía que al pasar una disolución a través de un material pulverulento se perdía parte de la concentración de la disolución. Por ejemplo, era muy conocido el hecho de que los suelos pueden extraer sales y colorantes de una solución. Hoy día estas reacciones se justifican por un intercambio de iones entre la solución y el material sólido.

Teorías del intercambio iónico

Existen tres teorías que tratan de explicar el porqué de este proceso.

Red cristalina. Considera las partículas de los minerales como sólidos iónicos. Los iones de los bordes están débilmente retenidos por lo que pueden abandonar la estructura y pueden cambiarse con los de la solución del suelo.

Doble capa eléctrica. Considera el contacto entre el sólido y la fase líquida como un condensador plano. Entre el metal (el sólido) y el electrólito (la disolución) existe una diferencia de potencial que atrae a los iones de la solución del suelo. Se forma una doble capa

eléctrica formada por los iones del sólido y los atraídos en la solución.

Membrana semipermeable. La interfase sólido-líquido actúa como una membrana semipermeable que deja pasar los iones de la solución y los de la superficie de las partículas, pero no a los del interior de los materiales.

Importancia de la capacidad de cambio

Controla la disponibilidad de nutrientes para las plantas: K^{+}, Mg^{++}, Ca^{++}, entre otros.

Interviene en los procesos de floculación - dispersión de arcilla y por consiguiente en el desarrollo de la estructura y estabilidad de los agregados.

Determina el papel del suelo como depurador natural al permitir la retención de elementos contaminantes incorporados al suelo (DORRONSORO 2010).

Cada subgrupo responde una pregunta y el grupo de clase en su totalidad compara las diferencias con lo realizado antes de las lecturas.

Puesta a punto

Esta práctica se ensayó y puso a disposición para su crítica mediante un taller realizado con profesores y estudiantes de Geografía. Es una práctica robusta en su aplicación y resultados, que a juzgar por las críticas, cumple con los objetivos.

3.5.2.4. Prácticas sencillas sugeridas para reivindicar la complejidad del agua

Prácticas sugeridas a modo de pequeñas secuencias didácticas que intentan recoger las preguntas sin respuestas de los alumnos y reivindican la complejidad del tema:
Todas las prácticas sugeridas a continuación tienen unas preguntas disparadoras, luego varias opciones de experimentos a realizar que el profesor y sus alumnos pueden elegir en base a sus intereses y disponibilidad de horario así como del instrumental que dispongan. En todos los casos se deben discutir previamente las medidas de seguridad con el Ayudante de Laboratorio.

Se recomienda que el docente lea la discusión teórica de forma de poder guiar luego a sus alumnos, que optaron por realizar las diferentes prácticas que les permitan esclarecer las preguntas y contestarlas. Luego de las actividades elegidas se intentará contestar la pregunta en grupo antes o después de leer la discusión teórica de la práctica, según el profesor y su grupo lo elijan.

3.5.2.4.1. ¿Por qué el agua tiene color azul?

Si observamos el cielo lo vemos azul, el agua de nuestro mar de lejos (500 metros o más) se ve azul, si nos acercamos la vemos verde o verde amarronada. Las aguas del río Uruguay son marrones en invierno y verdes en verano, pero de lejos siempre las vemos azules.

Experiencias propuestas.

- Construir lentes de diferentes colores en los cristales y observar el color que se ven las cosas. Cada lente debe tener los dos "cristales" del mismo color.

- Realizar un espectro de absorción del agua con un colorímetro o mejor un espectrofotómetro. Observar en qué regiones no absorbe.

- Construir lentes de colores y mensajes que combinen frases de diferentes colores para ver como algunas de ellas no pueden verse (TEXEIRA 2005).

  Ejemplo:

  El Lente rojo no ve lo escrito en verde, pero sí se ve con un lente azul. Para cada lente, hay que regular la distancia de lectura y el tipo de color empleado, es decir su intensidad y pureza (cantidad de láminas de color en el lente, por ejemplo). Así dos alumnos con estos lentes frente al mensaje: "te quiero" – "te desprecio"
  Leerán: Alumno con lentes azules- "te quiero"
  Alumno con lentes rojos- "te desprecio"

- Tomar una lámina brillosa de color y mirarla de arriba (ángulo de 90 grados de observación) y alejarse un poquito y mirar con un ángulo de unos 40 grados. Controlar que el lugar esté muy bien iluminado. ¿Se ve del mismo color?
- Otra forma es tomar una lámina brillosa coloreada y escribir letras de diferentes colores y ver cómo las letras desaparecen o quedan del mismo color por el reflejo de la luz en la lámina.

Lectura del texto de SKOOG *et al.* (2001)

Dispersión Rayleigh

La dispersión por moléculas o agregados de moléculas de dimensiones bastante menores que la longitud de onda de la radiación se denomina dispersión Rayleigh. Una manifestación cotidiana de esta dispersión es el color azul del cielo consecuencia de la mayor dispersión de las longitudes de onda más cortas del espectro visible.

Algunas lecturas que se pueden consultar :

- ROSSI (2011). ¿Por qué el agua se ve azul? (.http://www.ojocientifico.com/2011/03/29/porque-el-agua-se-ve-azul)
- Department of Physics and Astronomy (2012). Transparencia del agua en el rango visible. HyperPhysics. Georgia State University. (http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/chemical/watabs.html)
- CIENCIA ES.COM. (2011). Agua azul, Planeta azul. (http://cienciaes.com/oceanos/2011/02/17/agua-azul-planeta-azul/)

- *Para profundizar en la visión:* DVORKIN, M., CARDINALI, D. & IERMOLI, R. (2010). *Bases Fisiológicas de la Práctica Médica. Panamericana.* Best & Taylor (eds) Buenos Aires. 1164pp.

3.5.2.4.2. El agua ¿disuelve todo?

Es común la frase "el agua es el disolvente universal", pero esto ¿es tan así?

Experiencias propuestas

1- Colocar en una taza un trocito de chocolate y una cucharadita de sal. Agregar agua hasta la mitad y probar el gusto cada integrante del grupo.
Discutir porqué sentimos el gusto que sentimos.

2- Lograr determinar hasta qué punto podemos detectar la sal.

Para esto se debe tener una balanza de precisión y preparar soluciones de concentración decreciente de sal y probarlas hasta determinar cuándo se deja de sentir gusto salado. Si se tiene balanza de precisión podemos aumentar los volúmenes. Como recomendación, el grupo prepara las soluciones, las prueba y luego verifica con alguien que no esté enterado de lo que se está haciendo, de esa manera los datos no son influidos por lo que queremos encontrar. Como guía: en Montevideo, el Río de la Plata tiene una salinidad promedio cercana a 5 gramos en un litro de agua, en Punta del Este, el mar tiene un valor de unos 25 gramos por litro y en el Río Uruguay hay menos de 0.1 gramo por litro (LÓPEZ LABORDE *et al.,* 2000).
Nota: no usar pipetas u otro material de laboratorio, emplear vasos o tasas y agua de la canilla. Cucharitas y papel de cuaderno para la masada de sal.
Pedir a un profesor de Química, que muestre en la tabla periódica elementos que puedan formar cationes y aniones, que a su vez formen sales y comparar su solubilidad en base a tablas de solubilidad. La idea es buscar sales con mucha diferencia de tamaño entre catión y anión, para evidenciar el efecto del tamaño de dichas partículas en la sal. Idear un método, para ver cuál de las sales es más soluble. Ejemplo: sal con poca diferencia- fluoruro de sodio; sal

con mucha diferencia: yoduro de litio. No precisa ejecutarse sino discutir cómo se haría. Se trata de idear un experimento para demostrar prácticamente que una sal es más soluble que otra.

- Conseguir pedacitos de caparazones de moluscos y ponerlas en agua con y sin ácido (5mL de agua y 1 o 2 mL de ácido clorhídrico concentrado); dejar unos 15 minutos y observar. También, los trocitos de caparazón pueden pesarse antes y después. Emplear campana, o si no se dispone, soluciones diluidas de ácido y trabajar con ellas (es decir, no hacer la dilución).
- Disolver unos gramos de cloruro de amonio en agua detectar con la mano el cambio de temperatura del tubo de ensayo. Disolver en agua ácido sulfúrico con mucho cuidado, empleando lentes, túnica y supervisión detectar el cambio de temperatura en el tubo. Antes de realizar esta práctica hablar con el ayudante preparador de los peligros posibles y las precauciones a tomar.

4. DISCUSIÓN

En la presente discusión se irán contestando las preguntas realizadas al inicio de los resultados; para ello se analizan los resultados de la investigación. Cada análisis de resultado es efectuado a la luz de la discusión bibliográfica; se establece a continuación un pequeño resumen a fin de simplificar la interpretación del lector.

4.1. ANÁLISIS DEL CURRÍCULO

(I) *¿Está el agua presente en nuestros currículos oficiales y en qué forma?*

El tema Agua se encuentra presente en todos los currículos; en primera instancia, se puede apreciar que aunque sea indirectamente, siempre se aborda y se enfocan los conceptos básicos primordiales. Analizando con más detalle, se ve el enfoque diferencial del tema para cada asignatura (FIGURAS 2 a 4): en Geografía, se puede considerar que el agua está presente en todo el Ciclo Básico; en Biología, su importancia se relativiza, decreciendo en Ciencias Físicas (que luego se dividen en Física y Química). Otro dato a destacar, es que si bien, el tema agua se trata en mayor extensión en Geografía, los experimentos con el agua, son abordados mayormente en Ciencias Físicas (FIGURAS 2 y 3) (TEXEIRA & COPPES PETRICORENA 2012a,b).

Por otro lado, para el aprendizaje de este tema, se considera necesario la presencia explícita en los currículos, de actividades sugeridas de coordinación entre diferentes asignaturas, a fin de que el alumno, sea capaz de unir conceptos que se vierten en cursos tan distantes como los primeros años de Geografía, y los últimos de Química y Física. A modo de ejemplo, en el primer año, en Geografía se estudia la problemática del agua a nivel mundial, y el curso de un río; en 3º año de Biología recién se aborda la importancia biológica del agua, el balance hídrico y su relevancia en los ecosistemas. Los principios de la hidrodinámica se abordan recién, en el 3º año, en la asignatura Física, lo que ayuda a comprender más cabalmente los procesos de circulación de ríos y océanos. En definitiva, se opina que si bien el tema se trata, para un aprendizaje integrado del mismo, sería necesaria la propuesta de prácticas o actividades que permitan la reunión de conceptos mediante trabajo colaborativo de varias asignaturas. Dejar la integración de los temas a los alumnos no es recomendable, esto no resulta ni siquiera en la formación universitaria de docentes donde frecuentemente se brindan cursos en educación en forma paralela a cursos disciplinares, sin lograr la integración necesaria de los dos campos (LORENZO 2017). En este sentido, en relación a la construcción de conceptos científicos, VYGOTSKY (1977) aclara que dichos conceptos son jerárquicos o sea, que se incluyen unos a otros, requiriendo para ello, de un proceso activo por parte de quien aprende. Es así que para comprender realmente los conceptos debemos compararlos, para lo cual es necesario tenerlos presentes a la vez. Para ejemplificar lo expresado anteriormente: si bien se sugiere la parte experimental como articuladora de

propuestas interdisciplinarias, también es de gran relevancia realizar discusiones o interpretaciones de realidades o fenómenos; éstos son los que se emplean como base para poner en un momento dado, varias explicaciones complementarias o secuencia de conceptos, a fin de resolver un problema concreto. El cambio climático y la diversidad biológica, sus repercusiones en las pesquerías o agricultura, se producen por efecto de la circulación de masas de aguas oceánicas, o la misma circulación atmosférica global. Este ejemplo requiere para su entendimiento cabal de conceptos como: densidad, capacidad calorífica, coevolución de los organismos con su entorno y las características especiales de las moléculas de agua. Estos conceptos y sus explicaciones, se brindan en diferentes años y asignaturas, pero se ponen en juego todos a la vez para entender un único fenómeno, haciendo así evidente su importancia y la integración necesaria de varias disciplinas. Lo mencionado no significa que se genere un desmerecimiento o subyugación de unas disciplinas por otras, sino una jerarquización de cada una, al contribuir de manera especial y única en el entendimiento global.

El estudio de las mareas o las regiones de un río (*Ritron* y *Potamon*), sus diferencias en el aprovechamiento por el hombre, las características físicas y químicas de la cuenca al variar la pendiente, por ende la corriente y entre otras variables la oxigenación (WELCOME 1983), son todos fenómenos interrelacionados. La circulación oceánica, influida por las fuerzas de Coriolis y a pequeña escala la circulación del agua al caer por un caño en la pileta, pueden ser ejemplos similares de fenómenos que también se observan en la cotidianeidad. Cabe acotar que en el caso del efecto de Coriolis y los desagües,

se pueden realizar pequeñas investigaciones desde bibliográficas hasta experimentales. Esto requiere de la lectura de libros más especializados, pero contribuye a la formación de los docentes y alumnos. Como forma concreta de ejemplificar las ideas se sugiere: una revisión de la fuerza de Coriolis en libros de Biología y Geografía (SALA & BATALLA 1999; SMITH & SMITH 2001). Para profundizar la transmisión de calor, un libro de Física con un enfoque interdisciplinar sería CROMER (2002) y un análisis más detallado de la molécula de agua en libros de Inorgánica o Bioquímica como COTTON & WILKINSON (2006) y LEHNINGER *et al.* (1993).

Se sugiere así que en este tipo de actividades no sólo se plantee el problema y se lo estudie desde diferentes puntos de vista, sino que también se deje un tiempo para el resumen de las ideas y su discusión. Únicamente de esta forma el trabajo lograría coherencia interna y superaría la idea de conceptos sueltos unidos, por la necesidad de realizar un trabajo conjunto entre profesores.

En cuanto a la secuenciación de los contenidos (BERNSTEIN 1993), se aprecia una complejidad creciente de los temas, y debido a que son abordados en años y materias diferentes, sería de gran utilidad realizar trabajos en coordinación, a fin de retomar este "ritmo" en un caso concreto. Si se considera que la planificación de una clase, involucra en primer nivel el currículo, y que el profesor tiene poca implicancia sobre el mismo (BRIS 1997), salvo en su aplicación, sumado a las ideas planteadas de la importancia del accionar docente (STENHOUSE 2003), se propone como solución a futuro, prácticas

como las ya mencionadas, que no cambian la estructura ni la temática curricular, pero permiten modificaciones válidas que colaboran con los procesos cognitivos.

De lo que antecede, se entiende que si bien no es frecuente analizar críticamente los currículos, resulta adecuado llevar a cabo el análisis, a fin de tener una idea cabal del proceso educativo. Por otro lado, es importante considerar que el alumno no asiste en general a una sola materia, sino que comparte su tiempo entre varios currículos y profesores. Por ello, se ha analizado al conjunto de asignaturas, que implican el Primer Ciclo de estudios (1° a 3º años), que colaboran de forma directa en la educación científica del alumno.

4.1.1. ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS PROGRAMÁTICOS

Al analizar los objetivos de los programas de Biología, Química, Física, Ciencias Físicas y Geografía del Ciclo Básico de Enseñanza Secundaria (TABLA 1), ninguna asignatura tiene la palabra agua, así como la palabra interdisciplinar o vocablos similares directos (ítem metodología interdisciplinar). Aparecen otros conceptos relacionados con la interdisciplina, como por ejemplo "estudio de factores físicos, químicos y biológicos" y ocupan posiciones media o final, en la extensión de los objetivos. Los resultados de la TABLA 1, estarían reflejando así, un planteamiento de la enseñanza, en donde **el agua no tiene un papel de jerarquía y su estudio, se da en forma parcelada por asignaturas.**

RESPUESTA A LA PREGUNTA (I)

Aún cuando el tema "agua", en su mayoría indirectamente, está presente en todos los currículos de las asignaturas Biología, Geografía, Ciencias Físicas, Física y Química, correspondientes al Ciclo Básico de Enseñanza Media en Uruguay, los programas no expresan un aprendizaje interdisciplinar de esta sustancia.

(II) *¿Cómo es presentado el tema en los libros de textos empleados y recomendados oficialmente?*

4.2. ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO

A partir de la TABLA 2 se construyen las TABLAS 3 y 4, donde se observa que Geografía y Ciencias Físicas, son las que tienen mayor porcentaje de hojas dedicadas al tema, aún cuando las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Para esto se analizaron los textos por asignaturas, de acuerdo al análisis de varianzas (TABLA 5), comprobándose que no existen diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza (R.V: 0.8 y F: 3.9), entre las hojas totales dedicadas al tema agua.

Continuando el análisis de las TABLAS 3 y 4, Física presenta la mayoría de las prácticas, fundamentalmente experiencias. Las investigaciones son considerablemente menores en todas las asignaturas. La motivación que predomina es la extrínseca, a excepción de los textos de Biología, en donde el 67% es de tipo intrínseco.

Se coincide con DEL CARMEN *et al.* (1997) quienes consideran (en relación a la motivación), que los alumnos no se motivan por las ciencias, pues no quieren esforzarse por estudiar. Los jóvenes en la adolescencia, comienzan a fijarse sus metas, las cuales no coinciden con las educativas. Estos autores consideran la motivación, como la interacción entre dos factores: la expectativa de éxito de una tarea, y el valor concedido a ese éxito. Por ello, si el aprendizaje de las ciencias tiene poco valor, los estudiantes no se esforzarán para aprender. Se propone también, la *motivación extrínseca*, como por ejemplo, ofrecer premios por la tarea realizada; sin embargo eso lleva a que el estudiante se esfuerce por aprobar y no por aprender. Por otro lado, la *motivación intrínseca*, llevaría a que el alumno vaya controlando su propio aprendizaje, lo que se vería obstaculizado cuando hay divergencia entre objetivos escolares y sociales: se valoraba más el éxito escolar, aunque actualmente ya no es así, en todos los estratos sociales. Según DEL CARMEN *et al.* (1997) las prioridades de una persona deberían cambiarse, o sea, lograr una motivación intrínseca, siendo fundamental entonces, partir de sus gustos y preferencias para conducirlos hacia el interés por la ciencia. Otra forma para que el alumno se interese, es

aumentar la expectativa de éxito con las tareas, y en relación a la evaluación, buscar que el alumno identifique sus problemas, para ir solucionándolos. Este problema se vería solucionado por la acción del docente y los libros, aunque como se puede apreciar, no es lo que predomina en la bibliografía, como anteriormente se evidenció, predomina la motivación extrínseca en los textos (TEXEIRA & COPPES PETRICORENA 2012b).

Debido a que la motivación es un tema de preocupación, GRANERO-GALLEGOS y BAENA-EXTREMERA (2014) opinan que la motivación puede presentar consecuencias positivas en el rendimiento, bienestar y desarrollo personal, mejora la disciplina, el respeto al profesor, la colaboración en las tareas de clase y una multitud de facetas importantes para el aprendizaje de los discentes. Los resultados de estos autores demuestran la importancia que tiene la figura del profesor en la motivación de los alumnos.

No es difícil llevar a los hechos la idea de trabajo en conjunto, integrando las diferentes asignaturas, Química, Biología, Física y Geografía; dicha integración se aprecia en muchos textos, aunque resulta más frecuente la asociación entre las asignaturas Física y Química (TABLAS 3 y 4). KAUFMAN *et al.* (2000) presentan como ejemplo a las Geociencias, pues contribuyen a un abordaje diferente de temáticas ambientales variadas. Los conceptos de tiempo y espacio, se incorporan a escalas diferentes desde millones de años o miles de kilómetros; por ejemplo, las rocas presentan una característica dinámica, que no sería apreciada en otras escalas. En general, se trata al medio ambiente

desde una perspectiva basada en el uso humano, lo que impide prevenir problemas ecológicos. Para evitar basarse puramente en las necesidades humanas, es importante considerar al planeta como un todo, analizando su evolución, nueva perspectiva, que lleva el nombre de "geocéntrica". Las Geociencias, son consideradas adecuadas para enfoques transversales, o CTS y de investigaciones.

Del análisis por *nivel educativo* en cuanto al total de carillas, se muestra, que el Primer año de liceo, es el que le dedica más hojas (carillas) al tema agua, aunque las diferencias no son significativas, como se comprueba por el análisis de varianza (TABLA 6) con un 95% de confianza. Cuando se indaga si existe una tendencia en los contenidos por nivel, si bien no se puede probar estadísticamente, en los libros se observa un aumento (no significativo), en la dedicación a las experiencias (FIGURA 5).

La *motivación,* es de una relevancia primordial para que el alumno desee indagar en el estudio de las ciencias. Analizando el presente estudio, se observa predominancia de la motivación extrínseca, con la salvedad de que, en Segundo año (TABLA 4), la motivación intrínseca llega a un 60%. Las interrelaciones entre Física, Química, Biología y Geografía, presentan un porcentaje cercano al 25%, a excepción en Primer año, en donde Física y Química predominan como más relacionadas (TABLA 4). Según FUMAGALLI (1993) se pueden integrar Biología, Química y Física, basándose en el fundamento que la fragmentación del conocimiento en asignaturas de los

programas impartidos durante tantos años, ha llevado a que el alumno tenga dificultad para relacionar luego los contenidos. Una alternativa sería el abordaje por áreas, aunque también traería sus problemas, entre los que figuran: 1) falta de claridad en el abordaje interdisciplinario, 2) dificultad de articulación de los contenidos, 3) dificultad en encontrar problemas significativos para el estudio interdisciplinario.

De los resultados presentados (TABLAS 3 y 4), se puede apreciar que las interrelaciones entre Química y Geografía son frecuentes, aunque en menor grado. La Geografía para algunos autores, estaría dentro de las Ciencias Sociales. BENEJAM *et al.* (2002) establecen, que debido a que las Ciencias Sociales no disponen de una referencia disciplinar única, deben basarse en contenidos "transdisciplinares" o conceptos claves comunes a todas las ciencias sociales y centrarse en aportaciones de las diversas disciplinas. Sin embargo, surge un problema: decidir cuáles serían esos conceptos claves, ya que se imponen la formación y la ideología del docente. Se proponen tres condiciones para hacer posible la transposición didáctica: 1) Que estos conceptos "transdisciplinares" sean relevantes, para cada una de las ciencias involucradas en el presente trabajo: Geografia, Física, Química, Biología, desde las ciencias que estudian los contenidos; 2) acomodación de los conceptos, a las exigencias del aprendizaje de los alumnos; 3) que estos conceptos demuestren ser útiles en la práctica.

En relación al conocimiento del espacio BENEJAM *et al.* (2002), aclaran que es

un concepto multidisciplinar, y por esto, se sugiere que cada disciplina lo defina, así, las Ciencias Sociales lo definen como los lugares donde se desarrollan las actividades humanas y su estudio, constituye el objeto básico de la Geografía. Los autores recalcan, que el espacio y el tiempo, son esquemas de orientación e información, que sirven para ordenar y relacionar la realidad que percibimos. Los profesores de física, química, biología o geografía son profesores de ciencias y emplean un lenguaje coloquial mezclado con lenguaje científico en sus exposiciones para acercar al estudiante lo observable a las teorías y conceptos propios de su ciencia. Así el lenguaje científico es un instrumento para crear y pensar. El lenguaje del docente en su clase esta condicionado ala disciplina y al momento mismo (LORENZO 2017). Este sería un motivo más para realizar coordinaciones entre docentes que trabajan con un mismo tema.

RESPUESTA A LA PREGUNTA (II)

No es posible marcar una regularidad en la propuesta de los libros, el tema está presente con diferente intensidad en los textos. Existe un predominio de la motivación extrínseca en general; las prácticas son más frecuentes en Ciencias Físicas y las vinculaciones entre las asignaturas estudiadas, están presentes en mayor o menor grado, pero existen. Si bien se estudia un tema en particular, como es el tema del agua, se entiende la complejidad del problema y de esta forma, la necesidad de abordar la enseñanza como un todo, con una mirada crítica tanto de las estrategias docentes, como de los

libros de textos empleados. La situación se hace más compleja aún, debido a la gran diversidad de textos utilizados, que se agrava más, porque no se ajustan a una descripción, ni por asignaturas ni por nivel educativo: cada libro presenta particularidades, que deben ser evaluadas por cada uno de los docentes.

(III) *¿Qué saben y piensan sobre el agua los estudiantes, profesores e inspectores?*

4.3. ANÁLISIS DE OPINIONES

Para los alumnos que comienzan el Ciclo Básico, muchas de las preguntas iniciales referidas al tema son contestadas, como las referentes a potabilización, los usos y el porcentaje de agua que existe en el planeta; sin embargo algunas preguntas no son respondidas, tal es el caso de las que se refieren al color o al origen del agua. Las respuestas de los alumnos se manifiestan en la TABLA 7, donde se las compara con las interrogantes que traen al sistema (conceptos de las tres primeras columnas), con las respuestas de los alumnos de cuarto a sexto, en referencia a lo que han aprendido en los años de Primero a Tercero (última columna).

Se considera que sería bueno conocer los deseos del alumno (MEIRIEU 2009), para el desarrollo del curso y no sólo los conocimientos adquiridos anteriormente (tradicionales, evaluaciones, diagnóstico). Si bien se verifica, como se expresó anteriormente, que muchas de las interrogantes son

respondidas, sin embargo, las preguntas más prometedoras para el presente estudio, son dejadas de lado (color del agua y su origen, entre otras).

En el mismo sentido, intentando no despreciar los deseos y sentimientos cuando se está enseñando, FERNANDEZ (2008) escribe que "*el ser humano al aprender moviliza entre otros: su organismo heredado, su inteligencia auto construida y la arquitectura del deseo que siempre es deseo de otro". "Aprendemos originalmente en el seno de una familia que forma nuestra matriz de aprendizaje; aprendemos en la vinculación con un adulto para poder vivir". "El aprendizaje es un proceso cuya matriz es vincular y lúdica y su raíz corporal; su despliegue creativo se pone en juego a través de la articulación inteligencia-deseo y del equilibrio asimilación acomodación."*

En el presente trabajo de tesis, se puede apreciar que es grande el porcentaje de alumnos que manifiestan no haber dado el tema "Agua" en los primeros años; sin embargo, cuando los alumnos son indagados al final del ciclo, aparecen los temas que están en minoría en una primera instancia (TABLA 8), lo cual se deba quizás, a que en su momento, los alumnos no pueden unir conocimientos dados en diferentes asignaturas para una misma temática.

En base a la TABLA 9, se verifica que los alumnos de Bachillerato, recuerdan los temas de las diferentes asignaturas. En cuanto a los experimentos (FIGURA 6), se verifica que la mayoría de los temas que los alumnos recuerdan, corresponden a Física y Química. De esta manera, Física y Química, son las materias ubicadas como las más experimentales, por lo menos en esta

temática.

De acuerdo a la FIGURA 7, el tema agua es considerado de gran importancia por la mayoría de los estudiantes encuestados. Algunos, sin embargo, acotan que la importancia del estudio del agua, depende en gran medida de los temas que se aborden, y otros incluso opinan que el tema no motiva.

A partir de la FIGURA 8, se aprecia que el porcentaje de alumnos que no contestan o no recuerdan nada en referencia al tema, es considerable en todas las asignaturas, si bien no es mayoritario, lo cual refuerza lo expresado anteriormente, en relación a lo atrayente del tema.

En relación al rendimiento académico de los alumnos (ANEP 1999), se aplicó una prueba a 1963 alumnos de primer año y 1353 de segundo año, con el fin de evaluar la aplicación de una experiencia educativa. Se realizaron las evaluaciones en liceos con Experiencia Piloto y en liceos que no la aplicaban denominados Testigo. Del análisis global se concluyó que el 65 % de los alumnos de Primer año, tanto en centros con Experiencia Piloto, como centros Testigo, obtuvieron calificaciones insuficientes y para los alumnos de Segundo año, los insuficientes alcanzaron el 75 %. Se fijó el límite para la suficiencia en este trabajo, en el 50 % de respuestas correctas, se realizó en contenidos de Física, Química y Biología, en un plan de enseñanza denominado "Experiencia Piloto de 1996". En ambos grupos (primero y segundo), los ítems que englobaban procedimientos científicos, fueron deficientes en rendimiento; en estos ítems, se evalúan clasificaciones, expresiones de resultados, cálculos

estimativos, interpretaciones de textos científicos y gráficas.

Las pruebas PISA muestran que nuestros estudiantes, si bien han mejorado en niveles bajos, el 80% aproximado en Ciencias y Matemáticas está en el nivel 2 o por debajo, en un máximo de 5. Otro dato es que la titulación de los docentes parece no influir en los resultados obtenidos (PISA-ANEP 2016). Es decir, los alumnos del Ciclo Básico del Uruguay, no se ubican en las mejores categorías en cuanto a su desempeño escolar. Se puede entender esto, como un incentivo a buscar e incrementar las estrategias, para poder mejorar su aprendizaje.

En el informe como reflexión final, se expresa que la evaluación, también debe ser ocasión para que los docentes y creadores de planes de estudio, reflexionen sobre los logros o no de sus acciones educativas, con lo que se concuerda plenamente.

Del análisis general de los datos de encuestas realizadas a los profesores (TABLA 10), existe coincidencia, en que el tema Agua es importante, aunque si bien en minoría, algunos manifiestan que es muy vago, lo cual puede coincidir con algunas de las percepciones de los alumnos en torno al tema. En general, los docentes manifiestan apegarse al programa e incluso las propuestas para la temática, se ajustan a las indicaciones programáticas.

La mayoría de los profesores son titulados, exceden el 70 por ciento. En este

sentido en el Censo Nacional Docente del año 2007 (ANEP-CODICEN 2008), se aclara que la titulación docente, aumentó de 30 por ciento en 1995 a 60 por ciento en el 2007, siendo el crecimiento, mayor en el interior del país que en Montevideo, destacándose el aumento en Salto y Maldonado. De las materias que se analizaron en el presente trabajo, los datos del censo revelan que Física, es la que tiene el menor índice de titulación (18 por ciento), mientras que Geografía tiene el mayor índice (42 por ciento). En el presente trabajo, los porcentajes de titulación son: para Física 83% frente al 18% del Censo y para Geografía 75 %, que en el censo tiene 42%. Trabajos más recientes ubican al porcentaje de titulación docente en poco más del 65% a nivel nacional, lo que indicaría pocos cambios en esta realidad (GONZALEZ *et al*., 2013).

Es importante aclarar que Salto y Maldonado estuvieron dentro de los departamentos muestreados y por esto quizás la diferencia en los porcentajes de titulación. Habría que considerar también, que hay diferencia de 3 años entre el censo y las encuestas. Otro factor también es el error del muestreo, que en este trabajo se calcula en un 16 % para los docentes. Pero aún considerando el error de muestreo, hay diferencias en los porcentajes, marcando un aumento de la titulación en relación al censo.

Las coordinaciones, son poco frecuentes entre profesores, independientemente de la asignatura (TABLA 10). Se coincide con BONALS (1998), en que el trabajo encomendado al profesor, requiere una labor de equipo y su calidad tiene que ver con la capacidad de lograr este trabajo compartido. Y al igual que

el autor se verifica que, la capacidad de trabajar en equipo suele ser un tema pendiente, en la mayoría de los centros. Para ello se recomienda definir los objetivos del grupo de docentes: debe ser gratificante, factible de lograr en base a las dificultades que propone y valorizar cada integrante.

En el sentido de las gratificaciones, la satisfacción por la actividad de enseñar en sí misma, es ampliamente mayoritaria entre los docentes (89%), pero la satisfacción con la labor cae si los docentes consideran en su labor el crecimiento profesional o el prestigio social a 40% y el salario a 16% (ANEP-CODICEN 2008). En cuanto a los recursos tanto locativos como edilicios, la satisfacción de Secundaria, es menor a la de formación docente o a la de los directores de centros. Las principales dificultades percibidas por los docentes, son las relacionadas con los alumnos (77%) y uno de cada diez docentes, indica que el trabajo con colegas es problemático. Resumiendo, los docentes del sistema de Enseñanza Secundaria en Uruguay, si bien consideran placentera su función, dejan entrever problemas de relacionamiento entre sí, con los alumnos y con la sociedad, lo que puede estar repercutiendo en alguna medida en los esfuerzos en torno a la enseñanza.

En cuanto a la evaluación del tema Agua existen diferencias ya que no sería un tema muy evaluado en sí, salvo para Geografía y en menor medida Biología. La mayoría de los profesores, manifiesta estar interesado en profundizar sus conocimientos (TABLA 10), dato que concuerda con las opiniones vertidas, en

el Censo Nacional 2007. Los libros que se citaron como consultados por parte de los docentes encuestados, en general, como era de esperar, son los recomendados por los programas.

El análisis de clusters, permite reunir muchas variables y en función de éstas, definir grupos. En el presente trabajo, se ha buscado comparar los profesores de diferentes asignaturas, en función de sus respuestas a las encuestas, las cuales permitieron agrupar a los profesores (FIGURA 9) de Geografía con los de Física y a los de Biología con los de Química. No están en el cluster, los profesores de Ciencias Físicas, pues son titulados en Química o Física, que optan por dar esta asignatura. Quizás estas cercanías están dadas, por los intereses de los profesores de Geografía en los contenidos siguientes: en las corrientes y fuerzas que impulsan las masas de agua, en las presiones y la circulación atmosférica, temas abordados además en Ciencias Físicas y Física del Ciclo Básico. También se puede pensar, que existe desconocimiento de aspectos químicos o biológicos, que podrían relacionarse con sus actividades.

Si bien aquí no se analizaron subgrupos de docentes más que por la asignatura que imparten, se sabe que los docentes independiente de su asignatura pueden agruparse en diferentes tipos. Este tipo de análisis (clusters o agrupamientos), a su vez puede emplearse para intentar clasificar a los docentes, en función de sus evaluaciones; PALACIOS & LOPEZ-PASTOR (2013), identifican de esta manera tres tipos de docentes en una universidad española. Los autores han intentado así una forma de inferir la coherencia del discurso

con la práctica, en el sentido que se puede estimar si entre los docentes está predominando una evaluación de tipo final (sumativa) orientada más a la calificación, que una de tipo formativa, donde se le brinde oportunidad al alumno, a que revea sus errores y así oriente al profesor a modificar sus estrategias para lograr mejores resultados.

Teniendo en cuenta estas diferencias internas de los docentes dentro de cada asignatura, el análisis de las similitudes entre los docentes de Física y Química podría ser más completo.

Las entrevistas a Inspectores, si bien no son completas, en cuanto a su cobertura, pues faltan opiniones de inspectores de Biología y Física de Educación Secundaria, revelan que en Geografía el tema Agua, se visualiza como importante. Mediante la entrevista, se percibe, que los inspectores asignan al tema y a la coordinación con otras asignaturas, importancia y que tanto profesores como alumnos así lo manifiestan según sus encuestas de opinión (TABLAS 9 y 10).

En Química la realidad es otra, se aclara en la entrevista al Inspector, que este tema se aborda tangencialmente. Sin embargo, los alumnos recuerdan la composición del agua, procesos de potabilización e incluso experiencias de electrólisis del agua (FIGURA 7).

En Física al igual que en Geografía, el tema está presente y en las recomendaciones se sugiere, un trabajo coordinado entre docentes con un enfoque globalizador. Es importante aclarar que la inspectora de Física

entrevistada, pertenece al Ciclo Básico de la Universidad del Trabajo (UTU), y los alumnos encuestados, son del Consejo de Educación Secundaria (CES). Se recurrió a encuestar a esta inspectora, debido a que, a pesar de los esfuerzos, no fue posible realizar la entrevista a los inspectores de Biología o Física, y además UTU, tiene un plan similar; cabe aclarar la amable disposición de la inspectora.

Según SPIRIDONOV (2013), los Inspectores median entre el nivel macro y micro de la política educativa, lo que también se da en nuestro país; la autora analiza pormenorizadamente la fusión y el tiempo insumido incluso en las comunicaciones, detectándose que la función estrictamente pedagógica de los Inspectores, está en desventaja en relación a lo administrativo o normativo. Se sienten, según opinión de los mismos inspectores, impulsores del desarrollo pedagógico y el acompañamiento a los docentes, no estando totalmente satisfechos con su trabajo por la sobrecarga horaria y el tiempo insumido en cuestiones burocráticas.

"Así, entre la autoridad pedagógica y la autoridad vertical que caracterizó la historia del sistema, existe un camino que cada actor intermedio va construyendo entre lo que ya sabe y lo nuevo, movilizando sus propias representaciones en cada toma de decisión."

"Sin embargo, pareciera que ese pequeño espacio de autonomía situado entre aquello que debe hacer y aquello que efectivamente logra hacer, se sitúa mayoritariamente en la construcción de un perfil peculiar, más apoyado en la tarea administrativa, la pedagógica o la de control, fuertemente signados por la trayectoria y formación individual de cada inspector de enseñanza, donde el

trabajo con otros, resulta escaso o nulo. En este sentido, el intersticio se encuentra limitado, opera como un espacio cerrado que no resulta comunicable y por lo tanto no llega en la mayoría de los casos a transformarse en un producto colectivo" (SPIRIDONOV 2013).

Tanto SPIRIDONOV (2013) como FRANCO & ZURITA (2009), concuerdan en que los inspectores son actores con vasta experiencia en el sistema educativo y que son seleccionados de maneras internas al sistema, lo que los constituye en muy conocedores del sistema y sus intersticios. Las funciones al parecer son similares a las de nuestro sistema en ambos casos.

Como se ha visto en las entrevistas no en todos los casos, se imparten directivas de un trabajo interdisciplinar.

Se entiende que no hay una ciencia que englobe todos los niveles y ámbitos de la realidad; por ello, los temas medio ambientales, deberán ser transversales para trabajar en todas las ciencias, citando en especial a Geografía y Biología. En este sentido se sugiere, que el análisis del tema puede mejorarse en la enseñanza de la Química, Física, Biología y Geografía, sin necesidad de modificar los currículos. El tema Agua puede ser considerado como una visión complementaria, y para ello es fundamental la coordinación entre los docentes a los efectos de lograr una profundización y un renovado interés en estudiar este tema, dada su relevancia para la vida en el planeta (EUROPEAN UNION 2010; COPPES PETRICORENA 2012; PAVLISKO *et al*., 2013).

Finalmente se piensa que el estudio del tema Agua, debe ser parte fundamental de los conocimientos actuales de un ciudadano responsable y científicamente informado, sobre un recurso cuya relevancia para la vida no se discute entre los docentes, pero habría que rever sus enfoques.

RESPUESTA A LA PREGUNTA (II)

Los alumnos de primer a tercer año del Ciclo Básico de Enseñanza Secundaria del Uruguay, frecuentemente no recuerdan, o manifiestan no haber dado el tema Agua, aunque los alumnos de cuarto a sexto año lo recuerdan bien; por lo tanto, las respuestas de los alumnos podrían indicar que se requiere tiempo para decantar conocimientos, lo que se podría facilitar con experiencias de trabajo interdisciplinar que permitan una mayor reflexión de la temática.
Las experiencias que se recuerdan corresponden a Física y Química, lo que coincide con lo visto en la bibliografía, ya que estos libros sobre todo los de Física, presentan más prácticas.

El tema es considerado de gran importancia, aunque algunos alumnos relativizan el tema hasta decir, que es poco motivante. Esto se puede relacionar nuevamente, con el predominio en los libros de la motivación extrínseca o también con la opinión de los docentes, que aunque lo consideran importante, varios opinan que es un tema vago y quizás lo transmitan así. Esto también podría influir, en el recuerdo escaso o en que realmente el tema

no se dicta. Los profesores muestran un gran seguimiento del currículo oficial; hay que recordar que en los objetivos programáticos de las asignaturas no aparece el tema, y su presencia, es sobretodo indirecta, si bien está implícito en un amplio espectro. Otro aspecto que puede explicar las concepciones del tema y su recuerdo, es que los profesores manifiestan no evaluar el tema en sí.

El tratamiento interdisciplinar apenas existe entre los profesores, así como en los libros, ya que la interdisiplinariedad apenas se manifiesta. Finalmente, si bien la opinión de los inspectores no es completa, se aprecia que tiene gran incidencia en potenciar o no las actividades de los docentes a la coordinación o al tratamiento de un tema en particular.

(IV) *¿Cuáles serían las sugerencias para mejorar la enseñanza del tema Agua?*

4.4. DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS PROPUESTAS

Las prácticas fueron diseñadas como una forma sencilla de influir en la enseñanza del tema, sin modificar el currículo. Se ha mencionado además, que el efecto buscado de interdisciplinariedad y reunión de varios conceptos a la vez, para su comparación e interrelación, se puede lograr con otras actividades que no sean prácticas de tipo experimental. ¿Entonces por qué en el presente trabajo solamente se han diseñado prácticas?

Se consideran que estas prácticas experimentales presentadas en forma de investigaciones, tienen un importante valor educativo, dada su duración, que obliga a retomar reiteradamente los conceptos básicos por medio de una mayor discusión, utilizando métodos experimentales**.** En la bibliografía también se puede encontrar, como se citó en la introducción, clasificaciones y justificaciones que fundamentan la realización de prácticas. A su vez, desde las distintas teorías de la educación y con el objetivo de buscar un verdadero cambio en las concepciones del individuo, la realización de prácticas se considera un camino privilegiado, pues posibilita comparar teoría y resultados, con las discusiones del porqué concuerdan o no: la formulación de hipótesis para su contrastación experimental, el orden en el pensamiento al secuenciar las actividades para lograr el fin buscado. Según STENHOUSE (2003), la investigación es un proceso de indagación sistemática y autocrítica, de allí que se la prioriza en este trabajo, para rever las concepciones e ir incorporando nuevos aprendizajes a demanda. En este sentido desde la Psicología del aprendizaje WINNICOTT (1972), entiende que no se es asimismo autocomplaciente, y que los alumnos en general, y en particular los de Primer ciclo, no tienen psicológicamente la persistencia para investigar o realizar un proyecto de largo aliento, pero es fundamental que la vayan adquiriendo, lo que se puede remediar con el apoyo del docente; el autor establece a su vez, que la investigación es un estímulo a la planificación.

Se coincide con OLSON (1991), en que la investigación es la puerta de entrada al cambio educativo y a un mejoramiento en la autoridad del docente, pues permite generar nuevos conocimientos y adaptarlos al contexto, poner en práctica conocimientos teóricos propios en la dinámica de la clase, y contrastarlos con situaciones muy diversas, que se van generando a lo largo del proyecto de aula. Se agrega a estas ideas, que a medida que se estén tratando temas didáctico-pedagógicos o disciplinares, siempre se estarán ampliando nuestras fronteras e interactuando con colegas y otros profesionales, lo que refuerza la autoestima, entre otros aspectos. Continuando con OLSON (1991), en la actualidad se percibe la necesidad de cambios en la política educativa y de la enseñanza, con la convicción, cada vez más extendida de que los cambios duraderos se originan en las aulas, y no en los círculos administrativos. Cabe aclarar, que si bien este tipo de trabajos se pueden efectuar como prácticas más profundas, la iniciación al gusto por la investigación, tanto en alumnos como en docentes, es lo que genera el deseo de superación en el individuo. Continuar avanzando en las investigaciones se facilita si el docente tiene una red de contactos amplia, pero el mismo trabajo, colabora a ampliar esta red, constituyendo en sí, todos los beneficios del trabajo en red (DABAS 1998).

4.4.1. FÓSIL SINTÉTICO

Se considera que la práctica propuesta para la **realización de un fósil sintético**, permitiría trabajar a diferentes niveles de complejidad conceptual

según los cursos y los intereses de los grupos. El trabajo propuesto involucra a: 1) *Química*, con los procesos de cristalización, de solubilidad y de las presiones de vapor, teniendo al agua y las soluciones como eje; 2) *Biología*, con el empleo de silicatos en los diferentes organismos, su papel en las aguas, la discusión de los problemas de una dieta sin silicatos (BARRAN 1995) o la importancia de los fósiles; 3) *Geografía*, pues permite la conexión con los tipos de rocas que presentan fósiles, las diferentes cuencas de ríos y sus contenidos en sales disueltas, la estratigrafía así como las eras o las formaciones del suelo de nuestro país; y por último, 4) *Física*, en el estudio de la presión, la conservación de la masa, al verificar el aumento del peso de la madera, cuando se aplican diferentes tratamientos.

Aún cuando en el fósil construido, puede observarse la formación de cristales en la madera que preservan su estructura y el aspecto vidriado que adquiere, deberían realizarse algunas precisiones con respecto al proceso real de petrificación. Dicho proceso llevado a cabo en el laboratorio, sustituye el tiempo de mineralización, con el empleo de la autoclave para permitir que las sales penetren en el tejido al igual que los silicatos; el proceso de pérdida de sales propio de la madera se "imita" con los lavados previos: el resultado final, si bien no reproduce exactamente al fósil, es bastante similar. Para ello, se consultó a la profesora de Botánica (Silvia González, *com. pers.*) quien aclaró, que cuando se observa a la lupa binocular, se nota que el material, pese a haber sido sometido a los procesos de desmineralización y silicificación en laboratorio, ha conservado su estructura microscópica prácticamente

inalterada. Se nota que la formación de los cristales, no ocurre de manera homogénea en todo el corte del tallo, sino que tiende a localizarse en las superficies libres de las paredes celulares. Se aclara también que la resolución del microscopio óptico, no permite concluir, si existen cristales en el espesor (muy delgado) de las paredes de las células (TEXEIRA & COPPES PETRICORENA 2011b).

Se consultó también al Inspector de Geografía (Carlos Larrosa, *com. Pers*.) sobre la utilidad para Educación Secundaria de la práctica propuesta en el presente trabajo, y aclara que en los primeros años se abordaría el tema de la fosilización y estratigrafía, sólo en forma tangencial; sin embargo, en los años posteriores, el tema sería tratado, aunque ello no limita a que los profesores se involucren en actividades motivadoras, al trabajar en equipos docentes para profundizar su conocimiento. Se considera que la práctica propuesta, colaboraría con el trabajo interdisciplinario de acuerdo a NARVAEZ & MOTTA (1997), quienes diferencian las tareas interdisciplinarias de las multidisciplinarias entre otras, aclarando que una tarea conjunta no significa que sea interdisciplinaria. Los autores recalcan como esencial para que exista interdisciplinariedad, la predisposición real de los docentes a participar, ya que deben involucrar todas las planificaciones, haber comunicación permanente y cooperación desde los saberes y la bibliografía, disponer de un espacio y tiempo real para la tarea e incluso, incluir la actividad en la evaluación.

De acuerdo a DEL CARMEN *et al.* (1997), un enfoque que permitiría ahondar

más en la práctica propuesta, y que se relaciona con lo planteado, sería realizar un trabajo en torno a preguntas como: La Tierra ¿cambia a lo largo del tiempo? Si bien estos autores tratan de rescatar los procesos de sedimentación y erosión, se podría hacer hincapié en las formas de datación de los estratos y por ende, en los procesos de fosilización.

4.4.2. MICRO MUNDO DE CRUSTÁCEOS

La técnica de **cultivo de micro crustáceos** implementada en el laboratorio de un liceo de Ciclo Básico (Liceo N°4, Horacio Quiroga- Salto), se llevó a cabo sin presentar complicaciones para el cumplimiento de la función de los ayudantes preparadores, ya que se entiende que es otra manera de interesar a los alumnos (TEXEIRA *et al*., 2013). Se concuerda con CUESTA *et al.* (2001), quienes opinan que cuando los jóvenes se entretienen observando en los museos (en este caso el laboratorio), lo aprendido se manifestará más tarde en la vida cotidiana o en relaciones con otros conocimientos. Son varios los autores que destacan el sentimiento afectivo (motivación - interés) por la ciencia, que se desata con las exposiciones de ciencia y trabajos prácticos (PERALES 2000; JIMENEZ *et al.*, 2007). Si el laboratorio de un liceo ofrece material variado, puede estar contribuyendo tanto directa como indirectamente, en el desarrollo científico de los alumnos.

SANMARTÍ (2002) plantea la pregunta ¿para qué enseñar Ciencia?, presentando que existen varias contradicciones o alteraciones en las prioridades de las respuestas a esta pregunta, entre lo que los profesores piensan y lo que luego aplican. En este sentido, en teoría, el desarrollo de la educación ambiental y el gusto por la ciencia que están entre las respuestas prioritarias, son luego dejadas de lado, cuando se priorizan los contenidos en la enseñanza, hecho que se explica según SANMARTÍ (2002), "porque los profesores de Enseñanza Secundaria tienen muchas dificultades en imaginar y aplicar currículos para enseñar ciencia, distintos de los que estudiaron en su época de estudiantes". Sin embargo, se debe tomar en cuenta que a los profesores de Enseñanza Secundaria en el Uruguay, con el horario reducido y otras obligaciones inherentes al cargo, se les torna dificultoso reunirse para discutir trabajos en conjunto, entre los varios actores que enseñan ciencia. Por ello, con más razón, no resulta factible lograr una interdisciplinariedad que permita integrar disciplinas científicas, y es ahí cuando la figura del Ayudante Preparador puede tomar relevancia, al ofrecer un espacio genuino de aprendizaje desinteresado, que puede revalorar su actividad.

En el laboratorio del liceo, se puede dar un espacio, para que los alumnos se acerquen a la ciencia de otra forma más afectiva, creando vínculos con el deseo de aprender, y así los profesores no se encontrarían presionados por cumplir con el desarrollo curricular. Si se observa la visita de los alumnos al

laboratorio, siempre es ocasión para preguntar e interesarse por los instrumentos, las peceras y los animales conservados: este tipo de conductas unido a la propuesta de actividades novedosas, puede vigorizar aun más, la enseñanza de las Ciencias.

Resulta importante tomar en cuenta que estas experiencias, siempre conjugan varios aspectos entre las diferentes disciplinas, como por ejemplo la preparación de soluciones (urea y agua; fosfatos y agua, etc.), y su función en la vida de los organismos, como nutrientes para los vegetales, ciclos biogeoquímicos, contaminación y características de las cuencas. Otras relaciones, ya no tan directas, pueden también extraerse de la presente experiencia, como por ejemplo, el efecto de la eutrofización y sus causas (detergentes en las aguas de escorrentía), depredación y recursos renovables. FUMAGALLI (1993) sugiere, en este sentido, que se trabaja de forma interdisciplinaria real, en aquellos talleres donde se permite al alumno que integre diferentes conceptos, e incluso que los aplique a otros contextos. Resulta probable que este tipo de trabajos, se pueda emplear tanto para una dinámica de trabajo en taller, como para proyectar alguna actividad disciplinar en profundidad.

4.4.3. ESTUDIO INTERDISCIPLINARIO DE UNA LAGUNA

El trabajo en una laguna u otro cuerpo de agua léntico, implica por un lado una forma de trabajo aplicada en ecología, que involucra varias disciplinas, y por

otro lado, una propuesta didáctica, al basarse en un relacionamiento entre grupos de estudiantes y un camino a recorrer en busca del conocimiento, tanto para el docente como para los alumnos (TEXEIRA *et al*., 2011c).

De la misma manera que la Ecología surge de varias disciplinas, la forma de encare propuesta en este trabajo, es concebida a partir de la interrelación de varias Ciencias, para que los procesos que ocurren en un sistema acuático, sean comprendidos globalmente.

El trabajo en grupos ya ha venido siendo aplicado en clase con alumnos del profesorado en Química y Biología, y en cursos de capacitación para docentes, empleando siempre la misma metodología: primeramente, una introducción teórica de las características de los sistemas lénticos (ODUM 1972; MARGALEF 1998), luego una división en 2 grupos de trabajo como mínimo, uno de Química y otro de Biología, pero con la posibilidad de que se integren otros grupos como Física, Geografía, Plástica, etc.

El trabajo entre grupos permite: 1) realizar un análisis rápido y simultáneo de las variables, que luego son discutidas en plenario, llegando a conclusiones interesantes, en relación al estado del sistema; 2) favorecer el intercambio entre los alumnos, que trabajan a nivel de la Zona de Desarrollo Próximo; 3) fomentar la aplicación y profundización de los conceptos dados en clase.

Se entiende que en esta práctica, se lleva a cabo una verdadera interdisciplinariedad, al tener que recurrir a toda la información recabada, para interpretar finalmente, lo que está ocurriendo en el sistema en estudio.

Cuando se observa la historia del conocimiento, se nota que fue concebido en función de un pensamiento único, mediatizando la ciencia, distanciándola del hombre común, haciéndole asumir una orientación interpretativa y recursos metodológicos intencionados, comprometiéndole con la perpetuación del sistema social, indistintamente de cuál sea su signo ideológico. Buscar el camino hacia la interdisciplinariedad como enfoque y filosofía de trabajo, permite superar el pensamiento único, en el cual se han venido formando por lo menos en los últimos cien años a varias generaciones, lo que ha llevado a ignorar la realidad del mundo en que se vive.

La interdisciplinariedad plantea la posibilidad real de superar el pensamiento único en la forma de educar, utilizando el verdadero lenguaje de la naturaleza y la sociedad en la enseñanza, mediante situaciones de aprendizaje creadas con ese fin, reflejo fiel de la realidad natural y social. Con ello, se induce a romper la separación tradicional entre la vida y la escuela, considerando la escuela, como un lugar de vida y para la vida, y por ello se busca debilitar las fronteras entre el mundo que la rodea, su comunidad y la actividad de la misma; de dicho debilitamiento surge la idea innovadora de formular y organizar el currículo (aun sin ser especialistas), a partir de los hechos de la vida real de los actores.

La interdisciplinariedad crea el escenario y las condiciones para la elaboración conjunta, para la creación fraterna, de búsqueda colectiva, el encuentro de las formas variadas del conocimiento, permitiendo al docente elaborar algo nuevo, producto de sí mismo, y no ser un simple reproductor del saber ya producido,

ya planificado (COPPES *et al*., 1997).

La aplicación de la interdisciplinariedad en el centro de enseñanza, lleva a promover un enfoque de desarrollo, que no sólo busca el crecimiento, sino el desarrollo humano integral, formando continuamente a los ciudadanos, tanto en sus habilidades cognitivas o destrezas manuales, como en valores solidarios y cooperativos.

En la bibliografía podemos hallar opiniones coincidentes con estas ventajas del trabajo realizado de esta forma. MADRID-VIVAR *et al.* (2013) en una experiencia de trabajo interdisciplinario para futuros docentes destacan, que los participantes valoran el vivenciar la importancia real del trabajo en equipo, aunque se reclama tiempo para poder aprovechar cabalmente la experiencia. En todas estas prácticas hay que tener en cuenta que no son actividades para una sola clase de 45 minutos, como muchas veces se pretende. Estos autores también remarcan la necesidad de indicaciones claras sobre el accionar y se resalta la importancia de la vinculación obligada de la teoría con la práctica.
Según MARTINS (2014) "El trabajo escolar hecho de manera interdisciplinar es un proceso construido lentamente y nunca acabado. Comparte actitudes de investigación y reflexión, mientras los saberes pasan por nuevas fases de cuestionamientos y por una nueva mirada para el mundo y sus fenómenos."

En otro sentido cabría preguntarse: ¿Qué fabrica la Escuela? Se debe considerar que el individuo pasa muchas horas y días de su vida,

constituyéndose en parte fundamental de la vida infantil y juvenil. DUBET & MARTUCCELLI (1998), afirman que la socialización es un proceso paradójico: "por una parte es proceso de inculcación, y por otra, solo se realiza en la medida en que los actores se construyen como sujetos, capaces de manejarla". Por ello es fundamental conocer cómo los alumnos construyen su experiencia mediante las relaciones y se construyen a sí mismos.

La presente propuesta de trabajo en grupos interdisciplinarios, a través de la investigación del ambiente, tomando como ejemplo un cuerpo de agua cercano a una comunidad social, *aporta esas "construcciones" de los sujetos, mediante las interrelaciones creadas en el seno del grupo*. Por otro lado, las actividades propuestas en este trabajo, colaboran a generar espacios de metacognición y a rever posturas de la ciencia, ya que son actividades consideradas fundamentales, para los docentes de ciencias (CANTILLO-CARVAJAL & VALLARTA-GOMEZ 2002). La propuesta ayuda también a unir de manera eficiente, la teoría con la práctica educativa, aspecto reclamado por el estudiante, idea que está de acuerdo con los planteos de PERRENOUD (2001), sobre la importancia de unir la teoría con la práctica.

En esta práctica, se entiende que se contribuye a: 1) valorar los cuerpos de agua, como herramientas didácticas por parte de los docentes, y generar la admiración por parte de los estudiantes, por la diversidad de organismos y procesos; 2) crear una cultura de participación entre docentes de diferentes asignaturas, favoreciendo la interdisciplinariedad; 3) aportar a la población, el conocimiento necesario, para una cultura popular consciente, en defensa del

medio ambiente, ya que no se puede defender lo que no se conoce o comprende; 4) construir una visión del ambiente como un poderoso recurso didáctico, motivo de integración social que aportará conocimiento a la comunidad para el cuidado y respeto de todas nuestras aguas, aceptándolas como fuente de vida variada y hermosa, pero con equilibrios muy delicados que deben ser preservados.

4.4.4. PRÁCTICAS CORTAS

Se plantean situaciones abiertas, que permiten ser resueltas por medio de prácticas y actividades experimentales como fuente de información para ir construyendo los aprendizajes.

Se pretende concientizar en que los ríos no son una molestia, es el lugar donde se recurre a descansar y recrearnos. De ellos históricamente se ha extraído alimentos y materiales de construcción. Las crecidas y bajantes no son una molestia, es parte del concepto de río. Los ríos no son un canal de desperdicios ilimitado, pero pueden llegar a ser reducidos a un canal de deshechos. Sin embargo, intentar recuperarlos luego insumiría un dinero mucho mayor que el que se emplea para construir cualquier carretera nacional.

Se han logrado prácticas nuevas que parten de temas "comunes" y se los va profundizando y es en esta profundización donde se visualiza la importancia de recurrir a varias fuentes y metodologías para explicar al detalle una situación o fenómeno. Coincidiendo en este sentido con las opiniones de otros autores que

han tomado el desafío de un trabajo interdisciplinar.

4.4.5. PRÁCTICAS SENCILLAS

Los libros que se emplean y recomiendan, se eligen por su acercamiento didáctico al tema y el nivel requerido permitiendo una lectura sencilla y posibilidad de profundización creciente; además, se tiene en cuenta su disponibilidad en las bibliotecas liceales o en los centros de formación de profesores.

Se piensa que al dar pequeñas prácticas y varias lecturas sugeridas en torno a unas preguntas, cada grupo podrá elegir su camino o sus rutas de profundización, tratando de limitar así las tensiones surgidas en las prácticas de ciencia como la tensión entre dar muchas opciones o preguntas abiertas y cierta guía, para que los estudiantes no se pierdan y desmotiven al no poder comprender, el trabajo encomendado (KOCK *et al.,* 2013).

Las prácticas de Ciencia, como ya se ha mencionado tienen sus particularidades educativas y muchas veces se juegan tensiones, entre lo que los profesores desean al diseñarlas y su ejecución.

Finalmente, la evaluación de estas actividades puede perfectamente incorporarse a la evaluación sumativa, o sea, la evaluación final del curso, aplicando evaluaciones compartidas, entre varios docentes participantes de la

experiencia o entre docente y alumnos o incluso trianguladas, constituyendo un promedio, entre las opiniones de diferentes docentes y alumnos (ARRARTE *et al.,* 2004; TEXEIRA 2006; BARATTA *et al*., 2016).

Se coincide con GARCIA (2014) y LONGA *et al.* (2014) en que los docentes, si bien expresan o quieren tener una visión formativa de la evaluación en general, aplican una modalidad tradicional de ésta. En este último trabajo, también de Educación Primaria se menciona que si bien en el currículo se pide una evaluación cualitativa, los docentes continúan con una evaluación cuantitativa. Trabajos realizados en nuestro medio, también acompañan esta idea de la diferencia entre las concepciones teóricas de las evaluaciones y su realidad en la aplicación (BOCCHIA *et al.,* 2016).

***RESPUESTA A LA PREGUNTA* (IV)**

Como se presenta en la introducción la enseñanza de un tema requiere su inclusión en el currículo y luego en las prácticas áulicas de los docentes, así como en los libros de texto y otras herramientas didácticas. En relación a la inclusión curricular de un tema, que ya se ha demostrado interdisciplinar, debería ser abordado a nivel de las diferentes asignaturas. Si bien el nivel curricular se constata, no están coordinados los tiempos curriculares entre las materias, para permitir un buen abordaje del tema, en simultaneo o en un tiempo no muy diferido, que permita al alumno hacer la unión de los conceptos y proceso que se le pretende enseñar.

El tema Agua, al no ser abordado de la forma adecuada, por lo antes expuesto, ocasiona que estudiantes y docentes a pesar de reconocer su importancia, tengan esa concepción de que es un tema muy simple, en el que no debe profundizarse.

La inclusión en las prácticas áulicas y bibliografía se entiende más sencillo de lograr, y es algo que se puede promover más rápidamente, en este sentido, en el presente trabajo se buscaron dos estrategias. La primera la de lograr ***prácticas interdisciplinares,*** que mostrasen la necesidad de un abordaje conjunto de aspectos de esta sustancia y de esta forma muestren claramente, un camino al trabajo conjunto. Las prácticas requieren la participación de más de un docente, o de un docente con formaciones, o intereses, que lo lleven a comprender o intentar comprender procesos que requieren de herramientas creadas, o conceptos y estrategias de diferentes ramas del saber. Son experiencias novedosas y que no tienen un final cerrado ni un desarrollo único, pero que se han probado en diferentes ocasiones, lo que garantiza su eficiencia y consecución de objetivos mínimos: necesidad de trabajos en equipos pedagógicos y que un mismo problema sea abordado desde las diferentes asignaturas, lo que implica horas de coordinación para poder planificar en equipo. En cuanto a la tan deseada interdisciplinariedad, se brinda un andamiaje para llevarla adelante. En este sentido, el escaso tiempo de aula del que se dispone actualmente, requiere de contacto entre docentes para coordinar salidas o actividades experimentales y asociarlas con temas de sus cursos, siendo así fundamental la existencia y consolidación de los vínculos entre docentes, que lleven adelante este tipo de actividades. Un aspecto

secundario de la aplicación de esta modalidad de trabajo, sería ir involucrando a los docentes, en la generación de investigaciones, que contextualicen el conocimiento a su propia realidad (DÍAZ-BARRIGA 2005; SAGASTEGUI 2004), e ir formando y fortaleciendo grupos de trabajo unidos, en la resolución de problemas disciplinares concretos y en las formas de trasmitir estos "hallazgos", a sus alumnos y compañeros, siendo guiados a lo que sería una investigación didáctica.

La segunda estrategia, apunta más a despertar el interés, el deseo de aprender y son prácticas que desafían al docente y a los estudiantes en la explicación de fenómenos, que por muy frecuentes dejan de sorprender; pero es justamente cuando se intenta explicarlos racionalmente, que nos generan interés y asombro.

5. CONCLUSIONES

Finalmente, como balance global, se plantea que los docentes se apegan al currículo y a las directivas de los inspectores. Es por esto, que para jerarquizar un tema, éste debería figurar en el currículo o contar con el aval expreso de los inspectores. Un efecto así, se observa en Geografía, donde los inspectores y el currículo le otorgan importancia al tema Agua y se evidencia su aplicación en el aula, mediante lo que recuerdan los alumnos que ya cursaron el ciclo básico y que manifiestan a través de las encuestas.

Los libros de texto presentan una oferta variada, que los profesores emplean y al parecer, se guían mucho por las recomendaciones oficiales en el momento

de elegirlos, pues la mayoría de los libros citados como insumo para las clases, corresponde a la bibliografía recomendada para el alumno.

En el sistema de enseñanza, muchas de las dudas o interrogantes de los alumnos son contestadas, pero en forma masiva y homogénea, lo que no proporciona oportunidades de indagar en profundidad, sobre todas y cada una de las inquietudes de los alumnos. La indagación y respuesta personal a las interrogantes, se estima que lograría un mayor compromiso de cada alumno que asiste a clase, en una búsqueda individual del conocimiento.

La enseñanza en Uruguay cuenta con un profesorado que aún no llega al 100% de titulación y el trabajo conjunto entre ellos, no es algo frecuente, a pesar de que las políticas y la bibliografía sobre educación así lo promulgan.

El tema Agua aparece escasamente en los currículos, está presente en los libros donde efectivamente se abordan diferentes aspectos del mismo, pero se recomendaría un enfoque interdisciplinar, que permita apreciar en simultáneo, la complejidad e interconexión de esta temática en la vida diaria y en la cultura. De lo que antecede, se sugiere que la propuesta de los trabajos prácticos u otra actividad conjunta entre profesores, constituyen camino posible a seguir.

6. PERSPECTIVAS

6.1. DESARROLLO DE UNA PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR LA ENSEÑANZA INTEGRAL DEL TEMA AGUA

Se propone que a principios de año, durante las horas de coordinación los profesores de Ciencias Físicas, Física, Química, Biología y Geografía, preparen una actividad a realizar, en el segundo semestre del año a partir de julio (pasado el medio año). Esta actividad conjunta, deberá reflejar aspectos del agua estudiados en cada uno de los cursos y será presentada al liceo, en una jornada entera de clase.

Se priorizarán propuestas que ubiquen a los estudiantes como indagadores, con el fin de encontrar posibles respuestas a situaciones abiertas planteadas.
Las actividades propuestas deben promover la búsqueda, la argumentación y la comunicación de resultados o pistas. Para la comunicación, los estudiantes pueden usar distintos formatos de comunicación, entre otros elaboración de videos o muestras pero siempre con la explicación de los procesos cumplidos para el fin. Esta modalidad de trabajo implica una buena planificación por parte del equipo docente, que incluya la presentación de la situación de partida, orientar a los estudiantes en la realización del plan de acción, para que sean en todo momento quienes incentivan y promuevan los diferentes pasos de las tareas, contemplar una evaluación acorde al tipo de actividad que se propone,

Como ejemplos se proponen: análisis de un problema local y presentación o

discusión de las posibles soluciones, o explicaciones de los fenómenos asociados, realización de experimentos novedosos con sus explicaciones al estilo feria de atracciones, o investigación periodística o científica sobre algún aspecto o tema histórico de la temática.

Si bien esta idea no fue probada, en el liceo de San Antonio de Salto (Dirección Prof. Isabel Delgue), se realiza todos los años, una feria de ciencia no con un tema particular, sino abierta, es una jornada entera, donde los profesores se hacen cargo de la preparación de varios talleres a los cuales los estudiantes luego de anotarse, comienzan a trabajar. Concluido el taller, los alumnos exponen lo realizado para todo el liceo. Se ha participado en una ocasión de esta actividad y se constató la validez y entusiasmo que genera la propuesta.

En este caso, se brinda más tiempo para la preparación de las actividades y tienen que tener un anclaje en el programa de la asignatura, referido al Agua y ser coordinado con aspectos trabajados en otros cursos para la misma asignatura u otras (como por ejemplo, Dibujo, Música, Informática, Idioma Español).

Si reconocemos que un atributo reconocible del cambio escolar es su lentitud (EZPELETA 2004), entonces el esfuerzo que representa el cambio educativo exige orientaciones claras y de tiempo para ser procesadas; dicho esfuerzo demanda también apoyos institucionales y reconocer que el cambio en cada institución tiene un ritmo distinto. Como expresa EZPELETA (2004: 413), en la

propuesta se contempla la idea de ir avanzando secuencialmente en un trabajo de vinculación entre pequeños grupos de docentes. Este avance paulatino en un tratamiento conjunto de la temática, está en acuerdo con las ideas de CARRASCO (2014) en la convicción de que la comprensión conceptual es necesaria para que un cambio en las formas (ESTILOS) de enseñar, ocurra aun de forma muy lenta. El nuevo currículo demanda de los profesores un cambio en las maneras de enseñar y de evaluar así como de las instituciones educativas, que promuevan formas innovadoras de acompañar el cambio para favorecer los aprendizajes escolares. La razón de que no se intente o proponga un cambio más profundo como el curricular es debido a que según BENATUIL y LAURITO (2014) las transformaciones requieren un conocimiento preciso de contexto, sus necesidades y exigencias. No se puede diseñar un modelo único aplicable en todas las instituciones y mucho menos que se pueda implementar siempre del mismo modo. El cambio para que resulte positivo debe ser analizado y en lo posible aceptado por los distintos actores que componen la institución educativa. Es en concordancia con este pensamiento que se propone la discusión y organización del trabajo entre los profesores de forma independiente.

En acuerdo con BENATUIL y LAURITO (2014) se opina que muchas veces se reconoce que se están realizando innovaciones, pero no siempre estas acciones alcanzan a realizarse con solidez. En algunas ocasiones, la innovación es más una declaración verbal que una acción realizada por parte de los docentes a partir de un convencimiento de la importancia de la innovación o de un dominio conceptual y técnico del significado de la misma. De lo que antecede

resulta aconsejable una implementación gradual.

La propuesta se piensa como realizable en las condiciones actuales de enseñanza, para motivar a los docentes y autoridades a este tipo de trabajo, que si bien en la bibliografía es recomendado en la práctica es pocas veces efectuado. En este sentido BOLARÍN *et al.* (2013) expresa que estas actividades entre docentes caracterizadas por su horizontalidad promueven realmente el aprendizaje para desarrollar competencias. El currículo por competencias existe en la mayoría de los países siendo esto una de las coincidencias encontradas en los nuevos sistemas educativos de varios países de América incluyendo el nuestro (MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA 2015). "En términos muy generales, en la mayoría de los países parece haber consenso acerca de la necesidad de considerar que para definir los objetos de enseñanza ya no es suficiente incluir formas de conocimiento y modos de pensamiento propios de las disciplinas, sino también actitudes y habilidades o competencias transversales necesarias para la autogestión en sociedades complejas, y la participación activa en la comunidad y en la sociedad más amplia." (MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA 2015).

Es decir hay un consenso en promover actividades que involucren más de una disciplina y trabajo coordinado y autoregulado que como ya se expuso es también una de las recomendaciones para la motivación de los alumnos. Pero no solo los alumnos se verían beneficiados en este sentido se comparte plenamente lo expresado en los resultados de su trabajo por BOLARÍN *et al.* (2013) "Los resultados ponen de manifiesto que este tipo de actividades

contribuye a la adquisición de competencias de aprendizaje y a la formación de un profesorado competente, suponiendo una alternativa frente al trabajo aislado generando una cultura organizativa abierta a la creación de redes entre docentes."

6.2. OTRAS PROPUESTAS A FUTURO

- Se considera interesante, poder hacer llegar a los profesores las prácticas sugeridas, a fin de recoger sugerencias para la mejora de las propuestas.
- La difusión de esta tesis, puede incentivar la reflexión objetiva de los currículos.
- Un tema que no fue cubierto y sería interesante indagar, es la opinión de los padres y la opinión pública de los temas que se seleccionan en los currículos para ser tratados, recogiendo sus opiniones, las cuales podrían ser analizadas.
- Analizar los programas de Enseñanza Secundaria en los países de la Región, en relación a la importancia que le brindan al tema Agua.

7. AGRADECIMIENTOS

En estos años son muchas, las personas que me han ayudado e impulsado a seguir estudiando, seguir conociendo y espero seguir aprendiendo a enseñar.

Estas personas van, desde las que aportaron su sonrisa en un día de desánimos, hasta las que estuvieron cada día a mi lado. Agradecer es difícil pues tememos olvidar a alguien importante, tememos no ponderar un detalle que fue crucial en nuestras decisiones. Pero como decía mi padre "*se puede y debe olvidar a quien te hace mal, pero no al que te da una mano*".

Agradezco entonces a mis padres, a mi esposa e hija que me han acompañado siempre desde casa, hasta los muestreos por el país, a mis alumnos en especial a aquellos más discutidores e inconformes que siempre me obligan a superarme; a mis amigos de siempre que son el refugio y consejo. A las alumnas Viviana Pereira y Adriana Pagliasso primeras acompañantes en los muestreos de opiniones. A los bibliotecarios: Rubén Acosta, Carenn Jardin, Gonzalo Pedrozo, y Nibya Erramouspe por su infinita tolerancia de mis incursiones bibliotecarias. A José Dilaccio por las charlas y discusiones así como a muchos compañeros docentes.

A los Inspectores profesores: Alberto Lahore, Andrea Cabot y en especial a Carlos Larrosa. Al Dr. José Venzal por las microfotografías, a la Mag. Alice Zunini por acompañarme en los primeros momentos y al Director del Cerp Prof. Victor Pizzichillo por su comprensión.

Deseo agradecer a mi profesora de tantos años, la Dra. Zulema Coppes, quien no solo me orientó en el Magister en Química, sino que me brindó la idea de realizar el doctorado en Educación en Química sobre un tema tan importante

como es el Agua para la vida, dedicándose a full para que yo pudiera terminar mi trabajo de tesis, como lo demuestran todos los trabajos que me incentivó a publicar con los datos recabados en la tesis. A la Profesora Beatriz Macedo quien generosamente acepto aportar conocimientos y caminos para lograr encontrar los conocimientos disciplinares en Química y los didácticos y pedagógicos.

Y por último, mi profundo agradecimiento a las autoridades de la Facultad de Química.

A todos muchas gracias!!

8. BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO-DIAZ, J., VÁZQUEZ, A. & MANASSERO, M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización Científica y Tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *2* (2): 80-111.

AISENBERG, B. & ALDEROQUI, S. (2005). *Didáctica de las Ciencias Sociales. Aportes y reflexiones*. *Ed. Paidos*. Buenos Aires. 301pp.

ALBORNOZ, M. (2007). Los problemas de la ciencia y el poder. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad. 3* (8): (http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-00132007000100005&script=sci_arttext)

ALSINA, C. (2000). En: GOÑI, J., ALSINA, C., ÁVILA, D., BURGUÉS, C., COMMELLAS, J., CORBALÁN, F., GARCÍA, M., HAHN, C. & SERRA, J. *El currículum de matemáticas en los inicios del siglo XXI.* Ed. GRAO. 122pp, Barcelona.

ANEP (1999). Programa de Modernización de la Enseñanza Secundaria. *Cuadernos de comunicación de resultados (N°1). Evaluación de aprendizaje por asignatura. Ciencias Experimentales*. 87pp.

ANEP-CODICEN. (2008). *Censo Nacional docente 2007*. Montevideo Uruguay.260pp.

ANEP-CODICEN. (2009). *Políticas educativas y de gestión 2005-2009*. Informe a las comunidades educativas sobre las acciones desarrolladas y los principales resultados obtenidos en el cuatrienio. Montevideo. 109 pp.

ANGUERA, T., CAMERINO, O., CASTAÑER, M. & SÁNCHEZ-ALGARRA, P. (2014). Mixed methods en la investigación de la actividad física y el deporte. *Revista de Psicología del Deporte* 23(1). (https://www.researchgate.net/publication/259870731_Mixed_methods_en_la_investigacion_de_la_actividad_fisica_y_el_deporte).

ANGULO, J. & BLANCO, N. (2000). *Teoría y desarrollo del curriculum*. (ed. Aljibe). Málaga 424 pp

ARGOS, J., EZQUERRA, P., OSORO, J., SALVADOR, L., & CASTRO, A. **(**2013). La evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES): sus prácticas, preferencias y evolución. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education 3* (3):181-194.

AROCENA, R. & CONDE, D. (1999). *Métodos en ecología de aguas continentales*. Universidad de la República. Montevideo 233 pp.

ARRARTE, C., BORDENAVE, G., BOUCQ, M., CABRERA, R., CAMARGO, S., CANTINI, G., CARBALLO, G., CLAVIJO, T., DE LOS SANTOS, C., FALCON, L.G.E., MARTINEZ, E., MEIRELES, G., TEXEIRA, D., URROZ, V., VEGA, L. & TEXEIRA, J. (2004). Aprendizaje de temáticas transversales y evaluación de actitudes. *C.D. Segundo Congreso de Enseñanza de Facultad de Ingeniería, Montevideo.*

BARATTA, A., CARBAJAL, L., MIGUENS, A. & TEXEIRA J. (2016). Evaluación por competencias: Experiencia de su aplicación en la asignatura taller de laboratorio en el Profesorado de Química. *CIECIBA 2016*. Eje 01. (149-153). (http://www.edutecne.utn.edu.ar/cieciba_2016/Articulos_Eje01.pdf)

BARRAN, E. (1995). *Química Bioinorgánica*. Mac. Graw-Hill. Madrid. 321pp.

BENATUIL, D. & LAURITO, M. (2014). Algunas reflexiones a catorce años de la implementación de los modelos de formación por competencias en educación superior*.* *Revista Argentina de educación superior. Numero 8* (http://www.raes.org.ar/revistas/raes8_art8.pdf)

BENEJAM, P., PAGÉS, J., COMES, P. & QUINQUER, D. (2002). *Enseñar y aprender Ciencias Sociales, Geografía e Historia en la Educación Secundaria*. Barcelona. *Ed. Horsori*. 255 pp.

BERNSTEIN, B. (1993). *La estructura del discurso pedagógico*. Ed. Morata, Madrid, 236pp.

BOCHIA, F., FERNÁNDEZ, F., MESTA, M., PIGNATARO, J. & TEXEIRA, J. (2016). Relevamiento y análisis sobre evaluación en el Centro Regional de Profesores del Litoral, en el año 2015 en carreras de nivel terciario para Formación Docente. *Resúmenes del CIECIBA 2016.* Eje 01: 218-227. http://www.edutecne.utn.edu.ar/cieciba_2016/Articulos_Eje01.pdf

BOLARÍN, M., MORENO, M. & PORTO, M. (2013). Coordinación docente e interdisciplinariedad: análisis de su contribución a la adquisición de competencias docentes y discentes. *Revista de Docencia Universitaria REDU. 11* (2). (http://red-u.net/redu/index.php/REDU/article/view/455).

BOLIVAR, A. (1999). *La evaluación de valores y actitudes*. Anaya. Madrid. 216pp.

BONALS, J. (1998). *El trabajo en equipo del profesorado*. Ed. Grao. Barcelona. 116pp.

BRIS, M. M. (1997). *Planificación y práctica educativa*. Ed. Escuela Española. Madrid. 169pp.

CABALLER, M.J. & OÑORBE, A. (1997). *Resolución de problemas y actividades de Laboratorio. En La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la*

naturaleza en la educación secundaria. Del Carmen *et al.* Ed Horsori. Barcelona. 222 pp.

CALDERO HERNÁNDEZ, J. (2003). *Estudio de libros de texto de ciencias de la naturaleza mediante análisis cuantitativo basado en la teoría de grafos*. (http://eprints.ucm.es/tesis/edu/ucm-t26700.pdf), 295 pp

CANTILLO-CARVAJAL, E. & VALLARTA-GÓMEZ, M. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Rev. Mexicana de Invest. Educativa 7* (16): 577-602.

CANTINI, G., CLAVIJO, T., DALMAO, E., GONZÁLEZ, S., ELHORDOY, M., TEXEIRA, A. & TEXEIRA, J. (2010). Experiencia del estudio de sucesiones a partir de una bajante del Río Uruguay. *Uruguay Educa*. (http://www.uruguayeduca.edu.uy/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=207668), 7 pp.

CARDOZO, V. & SANTOS, A. B. (2016). Implicacoes do uso de actividades experimentais no ensino de biologia na escola publica. *Investigacoes em Ensino de Ciencias. 21*(1) 166-181.

CARRASCO, A. (2014). Leer, escribir y desarrollar el lenguaje oral en la escuela secundaria. Reflexiones en torno a la propuesta curricular mexicana. *Perfiles Educativos 143* (36): Universidad Nacional Autónoma de México. (http://132.248.192.201/seccion/perfiles/2014/n143a2014/mx.peredu.2014.n143.p1001-1060.pdf)

CEA D`ANCONA, C. M. (1999). *Metodología Cuantitativa*. *Ed. Síntesis Sociológica*. Madrid, 415pp.

CENSO NACIONAL DE APRENDIZAJE (1999). Censo Nacional de Aprendizaje de los terceros años del Ciclo Básico de Educación Media: Resultados y Desafíos. *Novena comunicación*, Ritta Libros.

CHANG, R. (1999). *Química*. Sexta ed. McGraw-Hill. México. 995pp.

CHEVALLARD, Y. (2000). *La transposición didáctica*. *Ed. Aique*. Buenos Aires, 196pp.

CHEVALLARD, Y. (2007). *Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique.* (http://yves.chevallard.free.fr/). Texte de la conference plénière donnée à Baeza (Espagne) en octobre 2005 dans le cadre du premier congrès international sur la théorie anthropologique du didactique. Aparu dans les actes de ce congrès: L. Ruiz Higueiras, A. Estepa & F. Javier Garcia (Eds), Sociedad, Escuela y Mathematicas. Aportaciones de la teoría antropológica de la Didáctica, Universidad de Jaen, 2007, pp 705-746.

CIENFUEGOS, M. & CIENFUEGOS, A. (2016). Lo cuantitativo y cualitativo en la investigación. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo.13* (7). (http://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/231/). 12 pp.

COCHRAN, W. (1996). *Técnicas de muestreo*. Compañía *editorial continental*. México. 513pp.

COPPES, Z. (2002). Resolución CFQ (Consejo de Faculta de Química, Udelar)

COPPES Z., GAMBINO D. & TORRE M. (1997) Cómo evitar la osteoporosis en nuestro esqueleto educativo. Interdisciplinariedad en Química, una prioridad. *JORNADA DE UNADEQ* (Facultad de Química).

COPPES PETRICORENA, Z. (2012). Conociendo el mundo acuático que nos rodea, podremos protegerlo: una propuesta educativa. *ALDEQ XXVII*: 213-216.

COTTON, F. & WILKINSON, G. (2006). *Química inorgánica básica*. Ed. Limusa. México. 668pp.

CROMER, A. (2002). *Física para las ciencias de la vida*. *Ed. Reverte*. (2 Ed.). Barcelona. 578pp

CUESTA M., DIAZ P., ECHEVARRIA I., MORENTIN M. & PEREZ C. (2001). Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje. *Alambique 26* (21-28). Barcelona.

DABAS, E. (1998). *Redes sociales, familias y escuelas*. Editorial PAIDOS, Barcelona, España, Primera edición. 256pp.

DANIEL, W. (1997). *Bioestadística. Ed. Uteha*. Noriega editores. Mexico, 878pp.

DAVILA,M., CAÑADA, F., SANCHEZ, J. & MELLADO, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química* (27): 217-225.

DE LONGHI, A., FERREYRA, A., PEME, C., BERMÚDEZ, G., QUSE, L., MARTÍNEZ S., ITURRALDE, C. & CAMPANER, G. (2012). La interacción comunicativa en clases de ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Córdova. 9*(2): 178-195.

DEL CARMEN, L., CABALLER, M., FURIO, C., GOMEZ CRESPO, M., JI*MÉN*EZ, M., JORBA, J., OÑORBE, A., PEDRINACI, E., POZO, J., SANMARTÍ, N. & VILCHES, A. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Horsori. Barcelona, 222 pp.

DÍAZ-BARRIGA, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. *5* (2). (http://redie.uabc.mx/redie/article/view/85).

DÍAZ-BARRIGA, F. (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida.* McGraw Hill. Mexico, 171 pp. (http://www.cad.unam.mx/programas/actuales/cursos_diplo/diplomados/uaem_2014/00_cont/09_material/material/04_modulo4/03_fis/05_Cap2_Conduccion_ensenanza_proyectos_situados.pdf.pdf).

DÍAZ-BARRIGA, F. & HERNÁNDEZ, G. (2007). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo.* McGraw-Hill Interamericana. México. 465pp.

DOBZHANSKY, T., AYALA, F., STEBINS, L. & VALENTINE, J. (1993). *Evolución*. Ed. Omega. 558pp.

DORRONSORO, C. (2010). *Introducción a la Edafología*. Temas 4 y 5. Propiedades del suelo. (http://www.edafologia.net/introeda/tema05/ccc.htm)

DUBET, F. & MARTUCCELLI, D. (1998). *En la escuela. Sociología de la experiencia escolar*. Ed. Losada. Bs. As. Argentina, 489 pp.

DVORKIN, M., CARDINALI, D. & IERMOLI, R. (2010). *Bases Fisiológicas de la Práctica Médica*. (Best & Taylor), Panamericana. Buenos Aires. 1164pp

EL PAÍS (2012). Portal digital. Tapan pozo en zona de playa en Salto que causó ahogamientos. (http://historico.elpais.com.uy/120621/pciuda-647461/informe/tapan-pozo-en-zona-de-playa-en-salto-que-causo-ahogamientos/)

EUROPEAN UNION (2010) Water is for life: How the water framework directive helps safeguard Europe´s Resources. *European Commission Report* (Publication Office of the European Union), 25 pp.

EZPELETA, M. (2004). Innovaciones educativas. Reflexiones sobre los contextos en su implementación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa.* *9*(21): 403-424.

FAO (1993). Comisión de Pesca Continental para América Latina. *Informe de la sexta reunión del Grupo de Trabajo sobre Recursos Pesqueros.* Informe de Pesca, N 490. Montevideo, Uruguay, 10–13 de mayo de 1993. Roma. 80pp.

FAUSTINO, F., BULWIK, M., LASTRES, L., & VIDARRE, L. (1999). *La enseñanza de la química en distintos niveles*. Ed. Magisterio del Río de la Plata. Buenos Aires, 158 pp.

FERNÁNDEZ, A. (2008). *La Inteligencia atrapada*. Ed. Nueva Visión. Buenos Aires. 295pp.

FERNÁNDEZ, V., GARIBOTTO, S., GORFINKIEL, D., PEÑA, C. & RESNICHENKO, Y. (1996). Recursos Naturales y actividades económicas en la zona costera del Río de la Plata. *ECOPLATA.* Montevideo.191pp.

FOLSOME, C. (1989). *El origen de la vida*. Reverte. Barcelona. 136pp.

FOUREZ, G. (1997). *Alfabetización Científica y Tecnológica*. Ed. Colihue. Buenos Aires. 249 pp.

FRANCO, J. & ZURITA, G. (2009). La Supervisión Estatal de la Calidad de la Educación: Caso de los Colegios Fiscales del Sector Urbano del Cantón Guayaquil. **(**http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/2079)

FUMAGALLI, L. (1993). *El desafío de enseñar ciencias naturales*. Ed. Troquel. Buenos Aires. *187 pp.*

GARCÍA, D. K. (2014). *La evaluación de los aprendizajes en educación primaria.* (http://saber.ucv.ve/jspui/handle/123456789/6342)

GIMENO-SACRISTÁN, J. & PÉREZ GÓMEZ, A. (2000). *Comprender y transformar la enseñanza.* Ed. Morata. Madrid. 447 pp.

GLASPIE, C., LONGMIRE, K. & SEITZ, R. (2017). Acidification alters predator-prey interactions of blue crab *Callinectes sapidus* and soft-shell clam *Mya arenaria*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 489*: 58-65.

GÓMEZ, F. (2016). ¿El mito de la ciencia interdisciplinar?. *Rev. Iberoam.Cienc.Soc.12 (35), 126 pp.* (http://www.revistacts.net/files/Volumen_12_Numero_35/ResenaEDITADO.pdf).

GONZÁLEZ-CARRASCO, M., ORTEGA, J., DE CASTRO, R., CASTAÑER, M., SAN MOLINA, J. & MARTI, J. (2016). The development of professional Competences using the interdisciplinary Project approach with university students. *Journal of Technology and Science Education JOTSE, 6(2):121-134.* . (http://dx.doi.org/10.3926/jotse.196).

GONZALEZ, F., GONZALEZ, M. & MACARÍ, A. (2013). Evolución de las profesiones docentes en Uruguay. *Instituto Nacional De Evaluación Educativa*. *El Informe De Educación De La CIDE 50 Años Después*. (https://www.ineed.edu.uy/images/pdf/evolucion-profesiones-docentes.pdf).

GRANERO-GALLEGOS, A. & BAENA-EXTREMERA, A. (2014). Predicción de la motivación autodereminada según las orientaciones de meta y el clima motivacional en Educación Física. *Nuevas tendencias en Educación Física,*

Deporte y Recreación (25): 23-27. *Federación Española de Asociaciones de Docentes de Educación Física* (FEADEF) (www.retos.org)

GUIRADO, A., MAZZITELLI, C., OLIVERA, A. & QUIROGA, D. (2013). Relaciones entre las representaciones de los alumnos acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química y la práctica docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 12*(2): 347-361.

GUTIÉRREZ, E. (1984). *Química Inorgánica*. 2ed. Reverte, S.A. Barcelona. 875pp.

HERNÁNDEZ, D., PÉREZ, M., GARCÍA, N. & Mujica, M. (2005). Anuario estadístico de educación. *Ministerio de Educación y Cultura. Dirección de Educación*. Montevideo. 298pp.

HUERTAS, J. (2006). *Motivación. Querer aprender*. Ed. Aique. Buenos Aires. 294pp.

IZUIBEJEREZ, G. & DÍAZ, R. (1996). Recopilación de normas y reglamentos relacionados con la gestión costera del Río de la Plata. *Ecoplata*. Montevideo. 174pp.

JIMENEZ, M., CAAMAÑO, A., OÑORBE, A., PEDRINACI, E. & DE PRO A. (2007). *Enseñar Ciencias*. Ed. Grao. Barcelona. *240p.*

KASSEBOEHMER, A. & FERREIRA, L. (2013)**.** O método investigativo em aulas teoricas de Química: estudo das condições da formação do espirito cientifico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias 12*, Nº 1, 144-168.

KAUFMAN, M., FUMAGALLI L., PORLAND, R., CAMINO, N., GARCÍA, J., KAUDERER, M. & LACREU, H. (2000). *Enseñar Ciencias Naturales*. Ed. Paidos. Buenos Aires, 270 pp.

KOCK, Z., TACONES, R., BOLHUIS, S. & GRAVEMEIJER, K. (2013). Some Key Issues in Creating Inquiry-Based Instructional Practices that Aim at the Understanding of Simple Electric Circuits. *Res. Sci. Educ. 43*:579–597.

LAYTON, D. (1991). *Innovaciones en la educación en ciencias y tecnología*. *Vol.III*. Unesco, 289 pp.

LEHNINGER, A., NELSON, D. & COX, M. (1993). *Principios de Bioquímica.* Ed. Omega. Barcelona. 1013pp.

LENOIR, Y. (1999). Interdisciplinarité. En: (Houssage, J., Ed.) *Questions Pédagogiques. Encyclopedie historique*. Hachette, Paris, p 391-394.

LLANO, L., GUTIÉRREZ, M., STABLE, A., NÚÑEZ, M., MASÓ, R. & ROJAS, B. (2016). La interdisciplinariedad: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *Medisur [online]*. 14(3):320-327.

LONGA, A., MATERANO, C. & PORTABALES, E. (2014). *Concepciones sobre evaluación de los aprendizajes en docentes de educación primaria*. **(**http://saber.ucv.ve/jspui/handle/123456789/5683), 168 pp.

LÓPEZ LABORDE, J., PERDOMO, A. & GÓMEZ, M. (2000). Diagnóstico Ambiental y Socio-Demográfico de la zona costera uruguaya del Río de la Plata. *Ecoplata*. Montevideo.180pp.

LORENZO, M. G. (2017). Enseñar y aprender ciencias. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y Educadores, 20* (2): 249-263. DOI: 10.5294/edu.2017.20.2.5

MACEDO, B. (2016). *Educación Científica*. (http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PolicyPapersCILAC-CienciaEducacion.pdf), 16 pp.

MADRID-VIVAR, D., MAYORGA-FERNÁNDEZ, M.J. & DEL RÍO-FERNÁNDEZ, J.L. (2013). Proyecto interdisciplinar de innovación para la formación inicial del maestro en Educación Infantil. ENSAYOS. *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*. (28): 107-131. (http://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos).

MARGALEF, R. (1998)**.** *Ecología*. 9ª reimpresión. Omega, S.A. Barcelona. 951pp.

MARTIN, M.J., GÓMEZ, M. & GUTIERREZ, M. (2000) *La física y la química en educación secundaria.* Ed. Nancea. Madrid, 261 pp.

MARTINAND, J. (1994). La didáctica de las ciencias y la tecnología y la formación de profesores. *Investigación en la escuela. N° 24:* 59-70. (https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/59621).

MARTINS, R. (2014). Español en la enseñanza secundaria y el trabajo interdisciplinar: una manera de aprender**.** *Revista Lugares de Educação* [RLE], Bananeiras/PB (4) 8: 18-28.
(http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/rle).

MATEIRO, T., DOS SANTOS, A. & CORREIA, A. (2013). A percepção dos licenciandos sobre a motivação em uma aula de música. *Musica em perspectiva. (6)1*: 63-85.

MATOS, R. & LENIR, B. (2013). Diversificação de estratégias de ensino de ciências na reconstrução dialógica da ação/reflexão docente. *Revista Ensaio Belo Horizonte.(15) 03*:163-179.

MEIRIEU, P. (2009). *Aprender, Si. ¿Pero Cómo?* Ed. Octaedro. Barcelona. 235pp

MEMFOD. (2003). *Censo nacional de aprendizaje 1999*. En los 3ros. Años del Ciclo Básico. *ANEP.* Montevideo. 234pp.

MES & FOD (1997). Programa de Modernización de la Educación Secundaria y Formación Docente . (1997). El currículum Experimental. Montevideo. 93pp

MILIARIUM AUREUM, S.L. (2004). Geomorfología. (http://www.miliarium.com/Proyectos/RestauracionAmbiental/RestauracionRiberas/Geologia/Geomorfologia.asp).

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA (MEC). (2012). Anuario Estadístico de Educación. Montevideo. 397 pp.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA (MEC). (2015). Aportes para la elaboración de políticas educativas en Uruguay. Tomo II. (http://www.ineed.edu.uy/sites/default/files/mec_2015_aportes%20para%20la%20elaboracion%20de%20politicas%20educativas_tomo2.pdf)

NARVAEZ, A. & MOTTA, S. (1997). *El cómo de la interdisciplinariedad. Respuestas educativas*. Serie EGB y polimodal. Buenos Aires, Argentina. 142pp.

NIETO-CARAVEO, L. M. (1991). Una visión sobre la Interdisciplinariedad y su Construcción en los Currículos Profesionales. *Rev. Ciencias Sociales y Humanidades*, Cuadrante N 5-6 (Nueva Época), UASLP, México, 10 pp.

ODUM, E. (1972). *Ecología*. Ed. Interamericana. 3ª Edición. México.639pp.

OLSON, M. (1991). *La investigación entra al aula*. Aique. Buenos Aires, 204 pp.

PADUA, J. (1979). *Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales*. Fondo de Cultura económica. México. 360pp.

PALACIOS, A. & LÓPEZ-PASTOR, V. (2013). Haz lo que yo digo pero no lo que yo hago: sistemas de evaluación del alumnado en la formación inicial del profesorado. *Revista de Educación 361*: 279-305 (Mayo-agosto).

PANSERA, S., VALENTINI, N., DE SOUZA, M. & BERLEZE, A. (2016). Motivação intrínseca e extrínseca: diferenças no sexo e na idade. *Psicologia Escolar e Educacional, SP. 20* (2):313-320. (http://dx.doi.org/10.1590/2175-3539/2015/0202972).

PAOLONI, P. V. R. (2010). Influencias del contexto en las preferencias académicas de estudiantes universitarios. *Magis*, *Revista Internacional de Investigación en Educación*, *3* (5), 183-198.

PAVLISKO, A., ORTEGA, A. & COPPES PETRICORENA, Z. (2013). Una propuesta educativa para comprender el rol del agua en los alimentos. *ALDEQ XXVIII*: 206-211.

PERALES F. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Ed. Marfil. España. *702p.*

PÉREZ, Y. & CHAMIZO, J. (2016). Análisis curricular de la enseñanza química en México en los niveles pre universitarios. *Educación Química 27*, 182—194. México.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J. (2011). Sedimentología, silicificaciones y otros procesos diagenéticos en las unidades intermedia y superior del mioceno de la cuenca de Madrid (zonas NE, NW Y W). (http://eprints.ucm.es/13889/1/T32509.pdf).

PERRENOUD, P. (2001). Formación docente. *Revista de tecnología Educativa XIV* (3): 503-523.

PISA-ANEP. (2016). *Uruguay en PISA 2015. Primer informe de resultados*. (https://www.ces.edu.uy/files/2016/Direccion%20de%20planemaiento%20 evaluacion%20educativa/pisa/uruguay_en_pisa_2015.pdf)

POZO, J. I. (2003). *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje.* Alianza editorial. 383 pp.

RAMA, G. (2000). Una visión integral del proceso de reforma educativa en Uruguay 1995-1999. *Administración Nacional de Educación Pública.* Montevideo. 359pp.

RESNICK, R., HALLIDAY, D. & & KRANE, K. (1997). *Física*. Vol. 1. Compañía editorial Continental. México. 658 pp.

RODRIGUEZ, W. & HERNÁNDEZ, R. (2015). Trabajos prácticos: Una reflexión desde sus potencialidades. *Góndola, Enseñanza y aprendizaje de las ciencias 10* (2):15-34.

ROJAS, A., AGUILAR, R. & AUSTIN DE SÁNCHEZ, I. (2013). Trabajos prácticos en microescala como estrategia didáctica en cursos de química de educación media. *Revista Electrónica.Actualidades Investigativas en Educación.13* (2): 1-19.

RYAN, R. & DECI, E. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology* (25):54–67.

SAGÁSTEGUI, D. (2004).Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado. *Revista Electrónica Sinéctica* (24): 30-39. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente Jalisco, México.

SALA, M. & BATALLA, R. (1999). *Teoría y métodos en geografía física*. Ed. Síntesis. Madrid. 303pp.

SANMARTI, N. (2002) *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria.* Ed. Síntesis. S.A. Madrid. 382pp.

SERWAY, R. (1997). *Física*. Tomo I. Mc Graw-Hill. México. 645 pp.

SKOOG, D.; HOLLER, J. & NIEMAN, T. (2001). *Principios de Análisis Instrumenta*l. 5ed. McGraw-Hill. Madrid. 1028pp.

SMITH, R. & SMITH, T. (2001). *Ecología*. Pearsons Educación, 4 Edición. Madrid. 642pp.

SOKAL, R. & ROHLF, F. (1981). *Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Blume, Madrid. 829 p

SOKOŁOWSKI, A., BRULIŃSKA, D., MIRNYB, Z., BURSKA, D. & PRYPUTNIEWICZ-FLISA, D. (2018). Differing responses of the estuarine bivalve *Limecola balthica* to lowered water pH caused by potential CO2 leaks from a sub-seabed storage site in the Baltic Sea: An experimental study. *Marine Pollution Bulletin*(127):761-773.

SOLBES, J., MONTSERRAT, R. & FURIÓ, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza*. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales. Valencia.* (21): 91-117.

SPIRIDONOV, M. (2013). *Los Inspectores de Enseñanza: Tensiones entre el deber y la posibilidad de hacer*. Universidad de San Andrés. Argentina. (http://hdl.handle.net/10908/855), 162 pp.

STENHOUSE, L. (2003). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Ed. Morata, 5ª Edición. Madrid. 319pp.

TEXEIRA, J. (2001a). Estudio Comparativo de las Poblaciones Ícticas y las variables Físico químicas indicadoras de Polución en el Arroyo Carrasco. *Tesis defendida para el Título de Magíster en Química, Facultad de Química, Udelar. 107 p.*

TEXEIRA. J. (2001b). Adaptación bioquímica de los peces a los cambios del ambiente acuático del Arroyo Carrasco. Tesis de Maestría en Química, Facultad de Química, Udelar.

TEXEIRA, J. (2005). Prácticas reflexivas que resignifican el rol docente. Luz, colores, espectros, fotosíntesis y ojos. *Revista Conversación*. Nª10: 51-57. Montevideo.

TEXEIRA, J. (2006). Evaluación: ¿Técnicas positivistas? para un enfoque complejo. *Rev. Conversación* (15): 50-57.

TEXEIRA, J. & COPPES, Z. (2001). Adaptación bioquímica de algunos peces en el contenido de oxigeno disuelto en el curso del Arroyo Carrasco. *Actas de VI Jornadas de Zoología*. Facultad de Ciencias. Montevideo. Uruguay.

TEXEIRA, J. & COPPES-PETRICORENA, Z. (2011a). El agua sustancia omnipresente en la Naturaleza, ¿está igualmente representada en el currículo básico?. *ALDEQ XXVI*: 218-222.

TEXEIRA, J. & COPPES-PETRICORENA, Z. (2011b). Fósiles creados a partir de silicatos: una práctica divertida y una oportunidad para la interdisciplinariedad. *ALDEQ XXVI*: 278-283.

TEXEIRA, J. & COPPES-PETRICORENA, Z. (2012a). El currículo del Ciclo Básico de Enseñanza Secundaria en Uruguay: Enseñando el tema Agua desde la óptica docente y de alumnos. *ALDEQ XXIX*: 149-154.

TEXEIRA, J. & COPPES-PETRICORENA, Z. (2012b). El agua como tema de estudio. Análisis de textos recomendados por los Programas Oficiales para el Ciclo Básico de Educación Secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación OIE.* (http//www.rieoei.org/deloslectores/457texeira.pdf), 8 pp.

TEXEIRA, J. & GRILLI, J. (2000). ¿La actuación en clase de los alumnos es valorada por el docente y alumnos en forma semejante? Libro de resúmenes del XIV *Congreso Nacional e Internacional de Profesores de Química.* Pando. Uruguay

TEXEIRA, J., SOUTTO, A. & COPPES-PETRICORENA, Z. (2013). Importancia del agua en el cultivo de Microcrustáceos. Prácticas de Apoyo a la Observación e Investigación en Liceos. *ALDEQ XXVIII: 96-100.*

TEXEIRA, J., ZUNINI, A. & COPPES-PETRICORENA, Z. (2011c). Estudio de un sistema léntico: una oportunidad para la interdisciplinariedad. En: *Actividades prácticas en la enseñanza de Biología para la formación de docentes: Una sistematización reflexiva.* ANEP-CODICEN ((Saravay, M. *et al*. Editores) *Ed. Zona Libro*, pp 27-30, Montevideo.

UNESCO. (1993). *Informe mundial sobre la ciencia*. Ed. Santillana. Madrid, 275 pp.

UNESCO. (2002). *Educación secundaria: Un camino para el desarrollo humano*. Andros Ltda. Santiago, 247 pp.

VALIYEV, K. & KRAIKO, A. (2015). The dispersion of an ideal gas from a point into a void. A new model of the Big Bang and the expansion of the Universe. *Journal of Applied Mathematics and Mechanics. 79*(6):556-565.

VALLES, M. (2007). *Técnicas cualitativas de investigación social*. Síntesis sociológica. Madrid, 430pp.

VARGAS-D'UNIAM, J, CHIROQUE, E. & VEGA, M. (2016). Innovación en la docencia universitaria. Una propuesta de trabajo interdisciplinario y colaborativo en educación superior. *Educación XXV* (48):67-84. (http://dx.doi.org/10.18800/educacion.201601.004)

VIGNATTI, A. & ECHAN, S. (2007). El Zooplancton de tres Lagos someros de diferentes salinidad y estado trófico en la región semiárida pampeana (Argentina). *Gayana 71* (1): 34-38.

VILLWOCK, G. & VALENTINI, N. (2007). Percepção de competência atlética, orientação motivacional e competência motora em crianças de escolas públicas: estudo desenvolvimentista e correlacional. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte. 21*, (4): 245-257.

VYGOTSKY, L. S. (1977). *Pensamiento y lenguaje*. Editorial La Pléyades. Buenos Aires, 87p.

WELCOME, R. L. (1983). River basins. *FAO Fisheries technical paper* 202 FIR/T202. Rome. 60p.

WINNICOTT, D.W. (1972). *Realidad y juego*. Granica. Buenos Aires, 199 pp.