

# Propuesta cooperativa de un sistema acuapónico para proyecto trianual “Conócete, Quiérete, Cuídate” del I.E.S Basoko para la enseñanza transversal de la salud y el medio ambiente

Máster Universitario en  
Formación del Profesorado de Educación Secundaria

Realizado por:  
Irene Duque Egaña

Dirección del proyecto:  
Juan Bosco Imbert Rodríguez

Facultad de Ciencias Humanas y Sociales  
Junio 2016





## Resumen

Ante los cambios vertiginosos de nuestra sociedad, el excesivo crecimiento demográfico que está derivando en una sobre explotación de los recursos y un consumo exacerbado, se ve necesario un cambio de paradigma, el cual tiene que venir impulsado desde los centros de enseñanza acompañado por unas metodologías que satisfagan las necesidades de cooperación entre alumnos sin olvidarnos del contacto in-situ con el entorno que le rodea.

Desde el instituto Basoko se propone realizar un proyecto trianual cuyo eje central sea la Educación para la Salud, estableciendo una serie de líneas de actuación entre las cuales se encuentra La Salud y el medio ambiente. Por ello se ha desarrollado la siguiente propuesta ABP donde los alumnos será capaces de crear un sistema acuapónico donde interactúan peces, plantas y bacterias en un ambiente simbiótico. Esta propuesta tiene un alcance tal que abarca desde el gran concepto de sostenibilidad hasta el papel de las bacterias en el ciclo del nitrógeno.

Quien iba a decir a los Mayas que sus magníficas chinampas acabarían perfeccionándose hasta dar con unos sistemas que pueden llegar a producir 20Kg de peces y hasta 60Kg de verduras y hortalizas en un año en cualquier parte del mundo. Y que decir si encima mediante este sistema se enseña a los más jóvenes conceptos como sostenibilidad, autoabastecimiento o biodiversidad.

Palabras clave: Acuaponía, sostenibilidad, aprendizaje cooperativo, simbiosis

## Abstract

Due to the rapid changes in our society, the excessive population growth is leading to an over-exploitation of resources and exacerbated consumption, a paradigm shift is needed, which has to be driven from schools together with the use of learning methodologies that meet the needs of cooperation between students without forgetting the actual contact with the surrounding environment.

The Basoko institute intends to undertake a three-year project focused on health education, establishing a series of lines of action. Health and Environment is one of the lines.

Therefore Basoko has developed the following ABP proposal where students will be able to create an aquaponic system where fish, plants and bacteria interact in a symbiotic ecosystem. The significance of this proposal extends from the great concept of sustainability to the role of bacteria in the nitrogen cycle.

Who would tell the Mayas that their magnificent chinampas would become into perfect systems that can produce 20 kg of fish and up to 60kg of vegetables in a year anywhere in the world. Besides, this system allows the youngsters to learn concepts such as sustainability, self-sufficiency and biodiversity.

Keywords: Aquaponics, sustainability, cooperative learning, symbiosis



## INDICE DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>7</b>
<b>2. CONTEXTUALIZACIÓN DEL CENTRO</b>	<b>11</b>
Contexto socio-cultural del centro y de su alumnado	11
Descripción del centro	13
<b>3. ¿QUÉ ES LA ACUAPONÍA Y POR QUÉ INTRODUCIRLA EN EL AULA?</b>	<b>15</b>
Descripción del sistema	15
Breve historia sobre el huerto de plantas y peces	17
Aplicación del sistema en el área que más nos interesa: EDUCACIÓN	20
Pros y contras de la implantación del sistema	26
<b>4. BASES TEÓRICAS</b>	<b>27</b>
Desde la P de Piaget hasta la N de Novak, un breve recorrido por el constructivismo	27
Aprendizaje cooperativo	29
ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos)	30
Lectura compartida	31
Estructura 1-2-4	31
Folio giratorio	31
Lápices al centro	32
El juego de palabras	32
Mapa conceptual a cuatro bandas	32
El rompecabezas "Jigsaw"	32
Grupos de investigación	33
Opiniones enfrentadas	33
<b>5. PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA</b>	<b>34</b>
Concepciones alternativas y dificultades del alumnado	34
Objetivos y competencias	36
Temporalización y secuenciación de actividades	39
Relación con otras áreas de conocimiento	46

Matemáticas .....	46
Tecnología .....	48
<b>Cuestionario para evaluar ideas alternativas .....</b>	<b>49</b>
<b>Actividades de la unidad didáctica.....</b>	<b>50</b>
Actividad 0: ¿Quiénes somos? La pequeña comunidad de biólg@s y geólog@s. ....	50
Actividad 1: ¿¡Están locos estos Aztecas!?	51
Actividad 3: ¿Podemos crear un ecosistema sostenible que responda a una necesidad real en la sociedad? .....	53
Actividad 4: ¿Y tú que consumes? .....	55
Actividad 5: ¡Chef, una sopa acuapónica! ¿Qué necesitamos para nuestra sopa? .....	56
Actividad 6: ¿Qué les pasa a mis peces y mis plantas? .....	58
Actividad 7: ¿Qué ingredientes se necesitan para la ensalada Basoko? ¿Y para hacer mi propia pasta de dientes? .....	59
Actividad 8: ¡Esto es toda una simbiosis! Por cierto, ¿Qué es simbiosis? ¿Crees que hay simbiosis entre tú y tus compañeros? ¿Por qué es importante la diversidad? .....	64
Actividad 9: ¿Qué sería de nosotr@s sin los seres vivos? .....	65
Actividad 10: ¿Es suelo todo lo que pisas? ¿Qué es el suelo? ¿Para qué se usa? .....	67
Actividad 11: ¡S.O.S Suelos! ¿Crees que el sistema acuapónico puede ser una alternativa ante los problemas a los que se enfrenta el suelo? .....	69
Actividad 12: ¿Cuántos litros de agua se necesitan para hacer tu desayuno? ¿Y tus pantalones? .....	71
Actividad 13: ¿Por qué llevan los ríos agua cuando no llueve? .....	72
Actividad 14: ¿Se podría mantener nuestro ecosistema en equilibrio si añadimos más comida para los peces? ¿Qué diferencias hay entre las muestras recogidas? .....	73
Actividad 15: Bacterias en las manos ¡no!, pero... ¿Y en las rocas? ¿Las bacterias pueden limpiar? ¿Por qué es importante la atmósfera para nuestro sistema acuapónico? .....	74
Actividad 16: Te protejo, te doy oxígeno... ¿Qué haces tú por mí? .....	76
Actividad 17: ¿Vivimos mejor que hace cincuenta años o será dentro de otros cincuenta cuando vivamos mejor? .....	77
Actividad 18: Draw my acuaponic! .....	79
Actividad 19 Conclusión: ¿Entonces la acuaponía es un (eco) sistema sostenible? ¿Qué hemos aprendido con este proyecto? .....	80
<b>EVALUACIÓN.....</b>	<b>81</b>
CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	81
<b><i>Del propio proyecto trianual relativo al medio ambiente.....</i></b>	<b>81</b>
Mínimos exigibles de la asignatura .....	83
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN .....	84

<b>6. VALORACIÓN PERSONAL</b>	<b>86</b>
<b>7. POR SI HAY DUDAS...</b>	<b>88</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>89</b>
<b>9. ANEXOS</b>	<b>93</b>
Diploma	93
Rúbricas	94





## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, nos encontramos inmersos en una crisis (siento mencionar la dichosa palabrita) que, como hemos podido comprobar, no sólo se manifiesta en nuestro país sino que tiene un calado mundial. Y hablo de ese detrimento en valores e ideas como lo son la sostenibilidad, el cuidado del medio ambiente, el respeto por lo vivo y lo que aparentemente no parece tan vivo. En definitiva, ya no hay un respeto propio (siguiendo la teoría de que todo lo que es arriba es abajo, lo que afecta a escala planetaria, afecta al ser vivo más minúsculo).

¿Acaso las nuevas generaciones viven en brazos de la tecnología arrullados por una nana sedante que les impide ver más allá de este sueño virtual? ¿Qué hay de ese potencial innato que traen estos Digital Natives?

Como indicaba Jurjo Torres durante la conferencia “Pasado, presente y futuro de la escuela pública” celebrada el pasado 25 de Noviembre, desde las escuelas le están formando personalidades no liberales, personas con valores y vínculos mercantiles empresarios de sí mismos. Hablaba del YO matematizable (Homo numéricus) porque los jóvenes van a desarrollar capacidades para venderlas en el mercado.

También comentó de aquellos saberes que se están incorporando al currículum (relacionados con biocapitalismo y tecnocapitalismo), realmente para hacer negocio. Se ve necesario que aquellas carreras de ciencias necesitan de humanidades para que puedan actuar acorde a un **bienestar colectivo**.

Ya es necesario el cambio de paradigma educativo donde el aprendizaje sea centrado en el estudiante (SCL) y se le aporte bloques conexos de información donde él podrá dirigir su aprendizaje hacia áreas que le interesan y de esta manera, crear un efecto sinérgico alumno/a-compañeros-docente haciendo de la acción de aprender un proceso espontáneo.

Por eso es importante destacar la elaboración de proyectos de este tipo con el objetivo de potenciar la participación de la comunidad educativa y así conciliar las dos “empresas socializadoras” que son la familia y la escuela. Y no solo con la familia, ¡con la propia ciudad! Jose Antonio Marina en su obra *Despertar al diplodocus* (2015), habla de programas de actividades extraescolares relacionadas con la construcción de redes comunitarias llamados

expanded learning opportunities. Para crear el “efecto Medici” como unión sinérgica de los habitantes de Florencia que dio lugar a una evolución cultural. Busquemos esa evolución o mejor dicho revolución a través de estos huertos de peces.

Huelga decir pues, que los proyectos acuapónicos suministran múltiples beneficios a los espacios que las acogen:

- **Dimensión social:** promueven la participación de la comunidad, refuerzan las relaciones entre el vecindario, habilitan los intercambios intergeneracionales e interculturales, impulsan el sentimiento de pertenencia e identidad colectiva, inspiran iniciativas de autogestión y frenan los procesos de exclusión social en colectivos vulnerables (personas mayores, personas desempleadas, etc.).
- **Dimensión medioambiental:** permiten recuperar espacios degradados o en desuso, reducen la contaminación restableciendo el oxígeno en el aire, promueven el reciclaje mediante la reutilización de materiales y fomentan la agricultura ecológica.
- **Dimensión educativa:** conforman espacios de aprendizaje práctico, impulsan el intercambio de conocimientos, siembran hábitos de vida saludables (como la alimentación) y fomentan valores sociales (como la cooperación).
- **Dimensión sanitaria:** impulsan el bienestar físico y mental, ya sea reduciendo el estrés, aumentando la autoestima, etc.
- **Dimensión económica:** pueden constituir un medio de subsistencia para numerosas familias a través del autoabastecimiento.
- **Dimensión de ocio:** materializan la posibilidad de desarrollar fórmulas de ocio no ligadas al consumo.

## 1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Dentro del proyecto Educativo del I.E.S Basoko podemos destacar los siguientes aspectos a potenciar y fomentar entre el alumnado:

Ámbito académico y curricular:

- Educar en la responsabilidad personal como estudiantes
- Fomentar el trabajo en equipo como condición necesaria para ser eficaz en el mundo actual.
- Dar respuesta a las necesidades educativas de todo el alumnado, con el fin de obtener un alto grado de éxito escolar
- Trabajar para unificar criterios metodológicos generales.
- Adaptar la actividad del Centro a las condiciones físicas y sociales del alumnado

Ámbito social y de convivencia

- Educar para la solidaridad y la colaboración entre los miembros de la comunidad
- Concienciar al alumnado en el respeto a las instalaciones
- Fomentar la coeducación y la integración del alumnado

A potenciar:

- Pensamiento crítico ante las diferentes situaciones de la sociedad
- Trabajo en equipo
- Desarrollo de hábitos concernientes a la salud
- Contribución a la mejora del medio ambiente

El área transversal de Educación para la Salud está presente en todos los ámbitos curriculares del centro Basoko. El marco legal posibilita que el alumnado desarrolle recursos para resolver situaciones vitales de manera saludable. Además se uniría a otra área transversal como lo es la Educación ambiental creando un efecto sinérgico, en cuanto a contenidos educativos se refiere, entre ambas.

Todo esto se hará posible gracias a que el centro forma parte de la red SHE (Red europea de Escuelas promotoras de Salud) lo que supondría tener una visión global de centro

impulsando nuevas actuaciones que unidas a las ya existentes que se están desarrollando, creando entornos de aprendizaje para toda la comunidad educativa.

Aquí es donde entra el sistema acuapónico el cual pretende trabajar una de las líneas generales de actuación del centro que es Salud y medio ambiente desde la sostenibilidad. Y qué mejor para estudiar este concepto que un ecosistema donde vivan plantas, peces y bacterias en unas condiciones simbióticas.

Por otra parte me es indispensable comentar brevemente una serie de observaciones durante la estancia del Prácticum II en el centro.

- Algunos grupos de 2º de la ESO comenzaban a tener problemas por la competitividad generada entre los alumnos muy listos, algo que da lugar a tensiones entre ellos y lo peor de todo, el establecimiento de un orden jerárquico de quién es mejor que quién.
- Estos mismos grupos mostraba ciertos problemas a la hora de resolver problemas de cálculo sencillos, así como elaborar tablas y representar gráficos.

Por otra parte, Carmen, mi tutora durante el periodo de prácticas me puntualizó ideas alternativas o conceptos conflictivos que arrastra el alumnado, como:

- Desarrollo sostenible.
- Cambio climático: confusión entre causas y consecuencias.
- Hidrosfera: la importancia del agua para nosotros.
- Redes tróficas: qué son autótrofos y heterótrofos.
- Diferencias entre animales y plantas: nutrición.
- Fotosíntesis.
- Utilización de recursos con cabeza: reutilizar, reciclar, etc.
- Ciclos biogeoquímicos. Energía y materia.

En la página 34 se describen estas concepciones alternativas e ideas erróneas recopiladas en un cuadro resumen.

Viendo esto, se pretende fomentar el trabajo en equipo y la ayuda compartida mediante la acuaponía.

La acuaponía ha florecido en una coyuntura educativa complicada, el propio informe Rocard acerca de la Enseñanza de las ciencias ahora, lo dejaba muy claro. Y es que los alumnos pierden cada vez más el interés por las matemáticas y las ciencias. No se ven lo suficientemente motivados como para desarrollar ese pensamiento crítico tan hablado en la comunidad educativa. Ante esta falta de motivación generalizada, se crea esta unidad didáctica basada en técnicas cooperativas que pretenden:

- Alcanzar esa enseñanza alumno-centrista
- Se enfatiza el valor de las ciencias experimentales
- Evitando las islas inconexas de información sin sentido
- Dando información real, aportando algo real al aula
- Darles la posibilidad de proponer soluciones a preguntas planteadas y así desarrollar la capacidad de imaginación basándose en el método científico.

Así, les proporcionamos experiencias de autonomía, porque se autorregularán el proceso de aprendizaje y se responsabilizarán del módulo acuapónico. Haciéndolo suyo y por lo tanto creando identidad de grupo y mejorando su autoestima.

Realmente, este proyecto responde a una necesidad real ya que por una parte está constituido por enseñanzas cooperativas (algo que se especifica en la metodología del Plan de Trabajo del Proyecto Triannual) y a su vez, supone un enfoque multidisciplinar donde se pueden enseñar diversas temáticas relacionadas como matemáticas, física, química, biología, geología, ecología, etc.

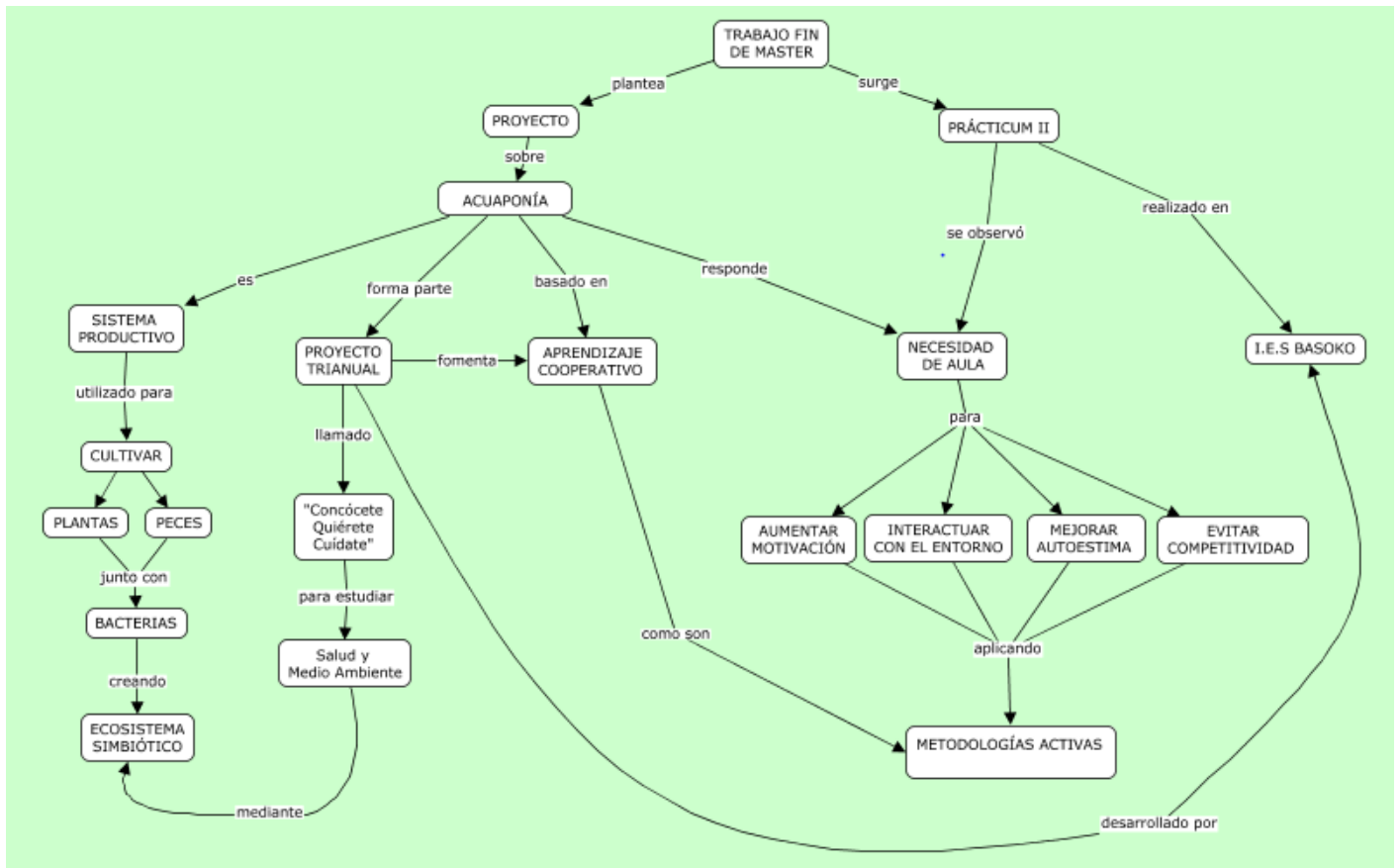


Figura 1: Mapa conceptual de la propuesta de TFM. Fuente: Elaboración propia (2016)

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN DEL CENTRO

### Contexto socio-cultural del centro y de su alumnado

El barrio de Iturrama, se sitúa al sur de la ciudadela siendo uno de los barrios más céntricos de Pamplona y junto con San Juan forman el llamado III Ensanche. Se encuentra limitado por la vuelta del castillo al norte y con la Universidad de Navarra al sur. Esto le hace ser un barrio cuya población predominante son jóvenes estudiantes y familias (ya que posee siete centros de enseñanza). A su vez, linda con los términos de Abejeras y Atarandía, y al oeste, con los de Irunlarrea y San Juan.



Figura 2: Situación del barrio Iturrama en el área metropolitana

Este barrio surgió en los años 70 en pleno “boom” demográfico y especulativo del terreno. Según los informes elaborados por el departamento de sociología del ayuntamiento de Pamplona, el barrio cuenta con un total de 22.970 habitantes se los cuales la mayoría son mujeres (12.318 a diferencia de 10.652 hombres) a fecha de 1 de septiembre de 2015.

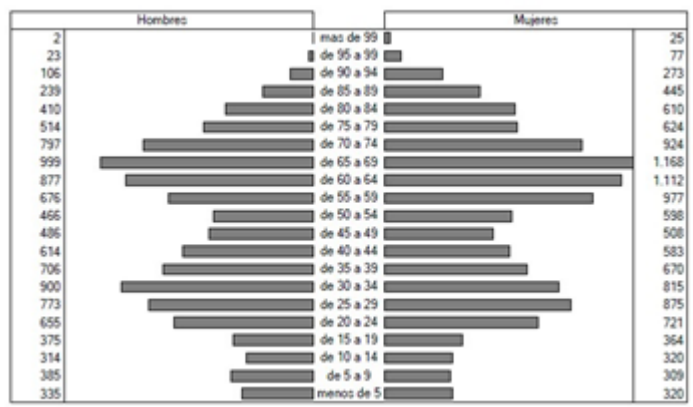


Figura 3: Pirámide de la población total del barrio de Iturrama. Fuente: padrón municipal. Ayto. de Pamplona

Como se puede observar en la figura 2, la pirámide poblacional es regresiva con zonas claramente diferenciadas ya que predominan personas de entre 20 y 35 años y por otra parte el componente más avanzado en edad de entre los 60 y 74 años. Se trata de una población envejecida típica de países desarrollados. Además de la

importancia de la afluencia de estudiantes de la Universidad de Navarra y la Universidad Pública que viven en el barrio.

Tras una recopilación de datos del Instituto Navarro de estadística y el Servicio Navarro de Empleo, se elaboró en 2012 un mapa interactivo donde se muestran datos de paro en la comarca según los barrios y zonas de la periferia que puede verse en la siguiente dirección:

[http://www.diariodenavarra.es/suplementos/el\\_paro\\_pamplona\\_comarca/grafico\\_interactivo.html](http://www.diariodenavarra.es/suplementos/el_paro_pamplona_comarca/grafico_interactivo.html)

Es destacable la tasa de paro la cual se sitúa muy por debajo de la media de la capital siendo un 7,48% lo que supone un total de 1.119 personas en paro de las cuales 606 son mujeres. Esta tasa ha aumentado en un 3,47% desde el año 2008 y los más afectados son las personas cuyas edades son superiores a los 50 años.

Además las personas que más sufren esta tasa son aquellas que solo tienen el título de la ESO y el sector más afectado es el servicios.

A diferencia de otros centros en Pamplona (hablo especialmente de los concertados, donde en algunos casos la tasa no superaba el 1% del alumnado total) el componente de inmigración si es importante y hay que tenerlo en cuenta. Se trata de un instituto que refleja en las aulas la realidad de la diversidad étnica que vivimos en la sociedad de hoy en día.

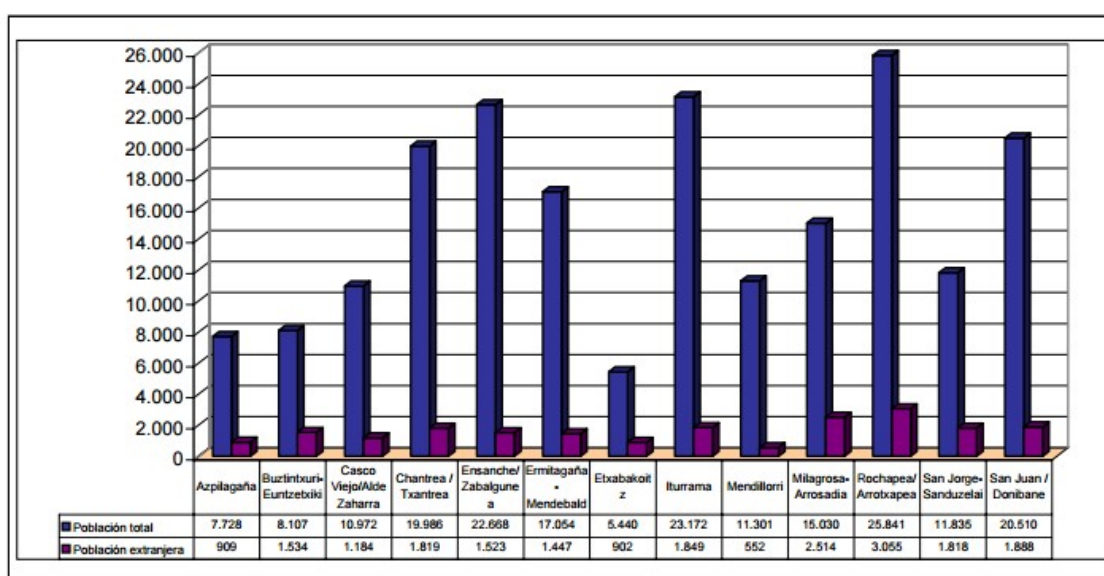


Figura 4: Distribución de la población extranjera por barrios. Fuente: padrón Ayto. de Pamplona

Como se puede observar en la figura 3, es el segundo barrio con mayor componente de inmigración de Pamplona, el cual supone un 7,97% de la población de Iturrama.



La tasa de escolarización de alumnos extranjeros en educación secundaria en Navarra es de 6,7% y está tres décimas por encima de la cifra nacional. Creo que son valores a tener en cuenta.

### Descripción del centro

Situado en el corazón del barrio Iturrama, el centro público Basoko cumple este curso escolar 25 años y lo celebra brindando la oferta educativa que posee y de la cual se mencionará a continuación.

El centro acoge a día de hoy 383 alumnos divididos en 18 grupos:

Curso escolar	Número de grupos
1ºESO	4
2ºESO	3
3ºESO	3
4ºESO	3
1º Bachillerato	2
2ºBachillerato	2
4º Diversificación PEMAR	1

Los alumnos no sólo pertenecen al barrio sino que provienen de otros como Azpilagaña, Etxabakoiz, e incluso de pueblos de la comarca como Añorbe o Ilundain.

Por otra parte tenemos 47 profesores en plantilla que se harán cargo e impartirán clases en los diferentes grupos. Realmente se trata de un centro pequeño, con ambiente muy familiar ya que todos se conocen.

El curso pasado comenzó a ofertar el programa British desde 1ºESO avalado por el acuerdo entre el ministerio de educación, cultura y deportes y el British Council. El estudio del inglés es obligatorio en todos los niveles y puede también intensificarse de 1º a 4º ESO. También se oferta el modelo A para aquellos que quieran estudiar euskera, así como las optativas de francés y alemán.

Reforzando esta oferta el instituto participa en el Proyecto Comenius Multilateral que trata sobre los estereotipos y prejuicios culturales y sociales y colabora con centros de Italia,

Chipre, Rumanía, Polonia y Finlandia. Además el centro mantiene intercambios con institutos de Italia, Francia y Alemania.

Cabe destacar, la adscripción a la escuela oficial de idiomas y que prepara a los estudiantes para la obtención de titulaciones oficiales.

Pero no hay que olvidar los programas de apoyo a estudiantes con necesidades educativas especiales dentro de los cuales destaca el programa "LaborESO" que consiste en el acercamiento de los jóvenes de

4º de diversificación al entorno laboral, que durante un periodo de dos semanas trabajarán en empresas cercanas al centro con las que Basoko tiene convenio. Podemos destacar algunos establecimientos como: supermercado DIA, peluquería Ramiro Mata, guarderías de Iturrama, etc.

Los profesores también cuentan con apoyos importantes como la plataforma eTwinning que les permite compartir ideas y desarrollar proyectos colaborativos en Europa.

### 3. ¿QUÉ ES LA ACUAPONÍA Y POR QUÉ INTRODUCIRLA EN EL AULA?

#### Descripción del sistema

La acuaponía es el cultivo de plantas y peces en un ecosistema integrado y en condiciones controladas donde el agua recircula continuamente a través del mismo. Surge de la combinación de la cría de especies acuáticas (acuicultura) y la producción de cultivos por medio de la hidroponía donde, el medio utilizado para el crecimiento vegetal es un sustrato inerte.

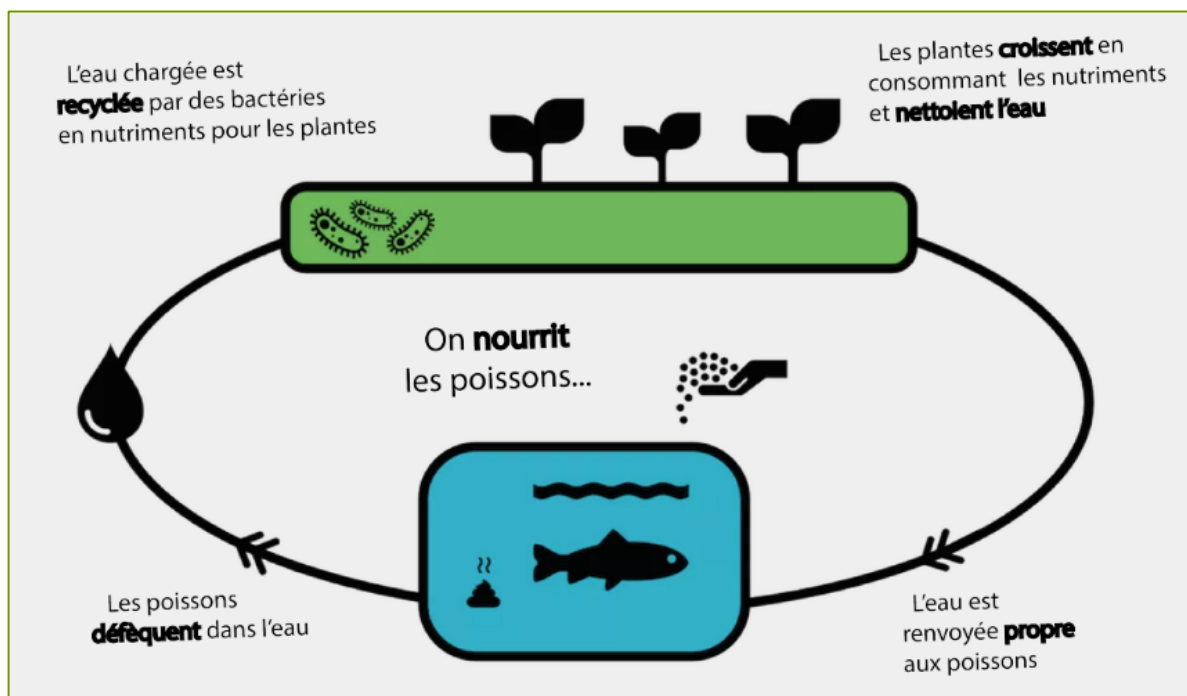


Figura 5: Diagrama acuapónico. Fuente: [aquaponie.net](http://aquaponie.net)

El sistema básico está formado por un acuario donde se encuentran los peces, y una cama de cultivo donde crecerán las plantas. Se trata de bombear el agua de los peces a la cama de cultivo y mediante un sifón devolverla a su origen.

El concepto base sobre el que se sustenta este ecosistema es el ciclo del nitrógeno, ya que los desechos disueltos generados por los peces en forma de amonio (tóxico para las plantas) son bombeados a la cama de cultivo. Es ahí donde las colonias de bacterias se encargarán de transformarlo en nitrato el cual es una forma asimilable para las plantas. De esta manera, las bacterias están actuando de biofiltro.

El agua rica en nitratos pasa a través de la cama de cultivo donde las plantas se alimentarán y volverá al tanque de peces purificada. Como se puede ver, este proceso permite que peces, plantas y bacterias prosperen gracias a las relaciones simbióticas que se establecen entre ellos.

A diferencia de los cultivos tradicionales, las fuentes de nutrientes no son químicas, sino que provienen de los alimentos de los peces.

Además son sistemas muy productivos que se implantan como alternativas en zonas donde el agua y el suelo disponible para el cultivo son limitados.

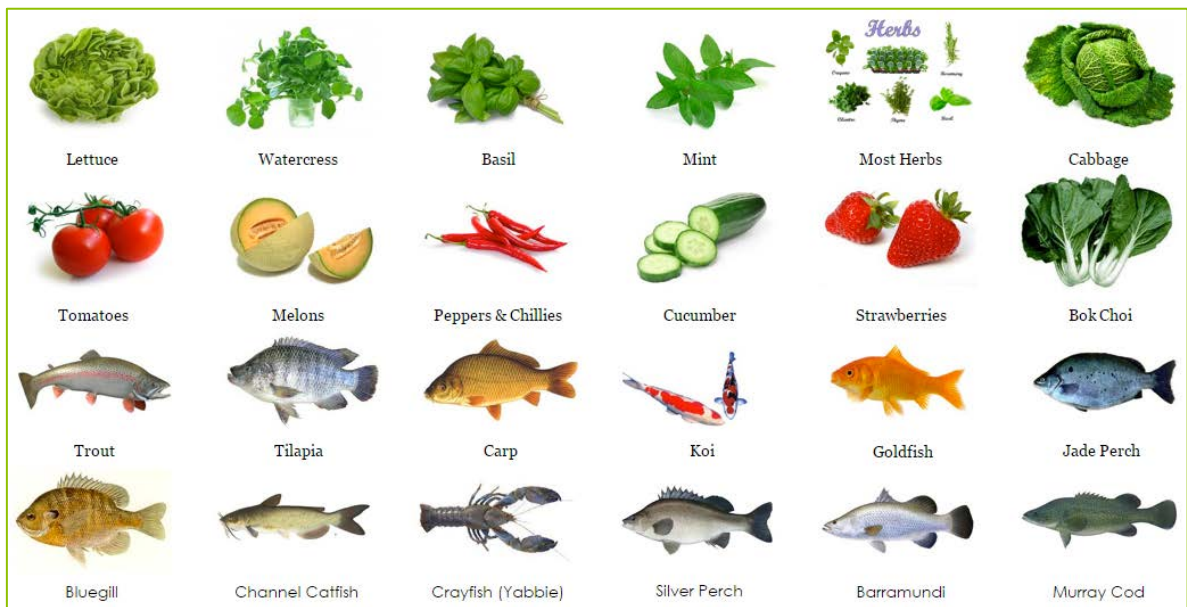


Figura 6: Plantas y peces que se pueden cultivar. Fuente: Japan-aquaponics

## Breve historia sobre el huerto de plantas y peces



Figura 7: Fragmento del mural de "La gran ciudad de Tenochtitlan" pintado por Diego Rivera

A pesar de parecer un sistema sofisticado fruto de la inventiva de alguna o algún ingeniero/a, lo cierto es que se trata de una práctica que se remonta muchos siglos atrás en civilizaciones antiguas como la de los aztecas o sociedades del sureste de China.

Las chinampas eran los sistemas agrícolas que desarrollaron los mexicas, se dice, en Teotihuacan. Pero fue en la capital del imperio mexica, la cual se asentaba en el mismo lago Texcoco (véase figura 5), donde tuvo lugar su apogeo.

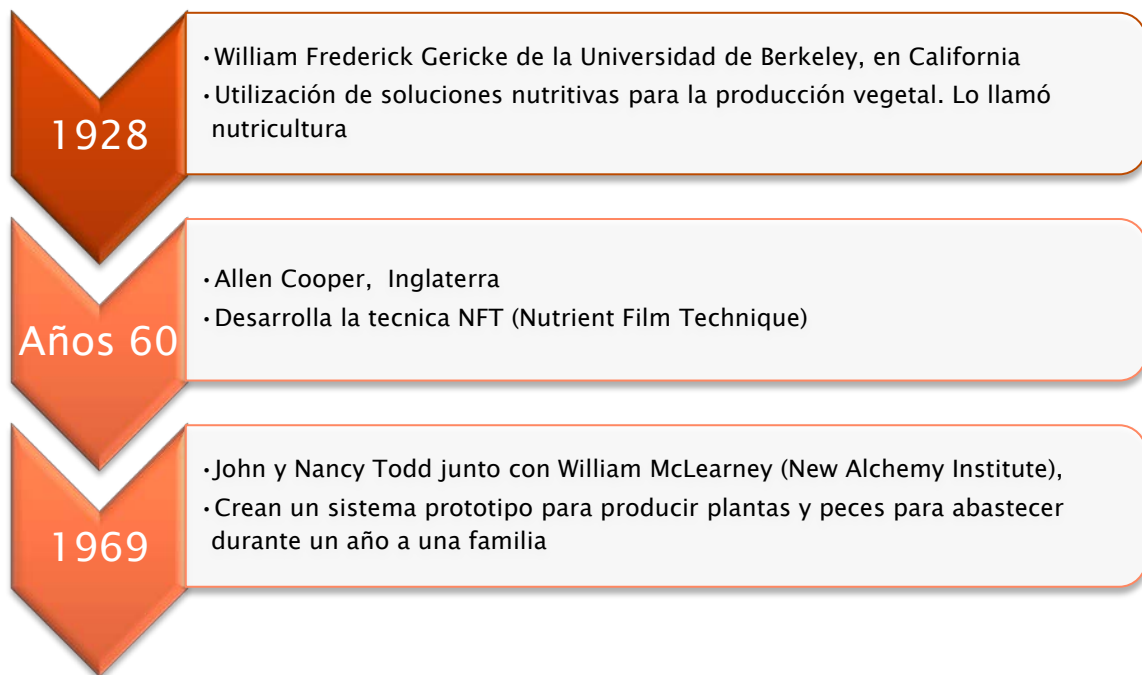


Figura 8: Detalle de construcción de una chinampa. Fuente: hombresdemaiz

Mediante esta técnica se conseguía ganar terreno al lago mediante la

colocación de ahuejotes y carrizo (véase figura 6), sobre las cuales añadían fango y restos vegetales creando un suelo muy fértil, llegando a obtener hasta 7 cosechas anuales.

Pero para llegar a los sistemas acuapónicos que funcionan hoy en día en nuestra sociedad, es necesario hacer un pequeño salto hasta el siglo XX, viendo los hitos que tuvieron lugar hasta llegar a lo que hoy conocemos como acuaponía.



A partir de los años 70 numerosas personas del ámbito de la ingeniería agronomía e hidráulica, modifican y crean mejoras en el sistema como la implementación de los conductos de recirculación o los filtros para la limpieza del agua desarrollados por Lewis et al. (1976).

Realmente es en Estados Unidos donde se han desarrollado los mayores estudios sobre el tema creándose, de mano de Rebecca L. Nelson y John S. Pade, en 1997 la primera revista sobre este tipo de producción, denominada "Aquaponic Journal" reuniendo estudios de todos los continentes.

Y llegamos hasta la actualidad donde, gracias a estos estudios, la mayor aplicación vista hoy en día es en:

- **Pequeños sistemas caseros de producción**

Sistemas que se utilizan principalmente para uso doméstico y producir comida para que familias pueda subsistir.

- **Sistemas acuapónicos semi-comerciales y comerciales**

Son escasos estos sistemas por el elevado costo inicial de implantación y por la escasa preparación y formación de los agricultores para llevar a cabo producciones de este tipo. Por ello, se están utilizando más en universidades para investigación.

Aun así, hay numerosas huertas acuáticas destacables en Hawaii y Nueva York (véase figura 9) donde están teniendo verdadero éxito ya que las utilizan como estrategias de márketing para restaurantes, tiendas de alimentación ecológica y pequeños supermercados.



Figura 9: Marisquería Page at 63 Main en Nueva York donde la acuaponía forma parte del decorado y del menú. Fuente: [Newsday.com](http://Newsday.com)

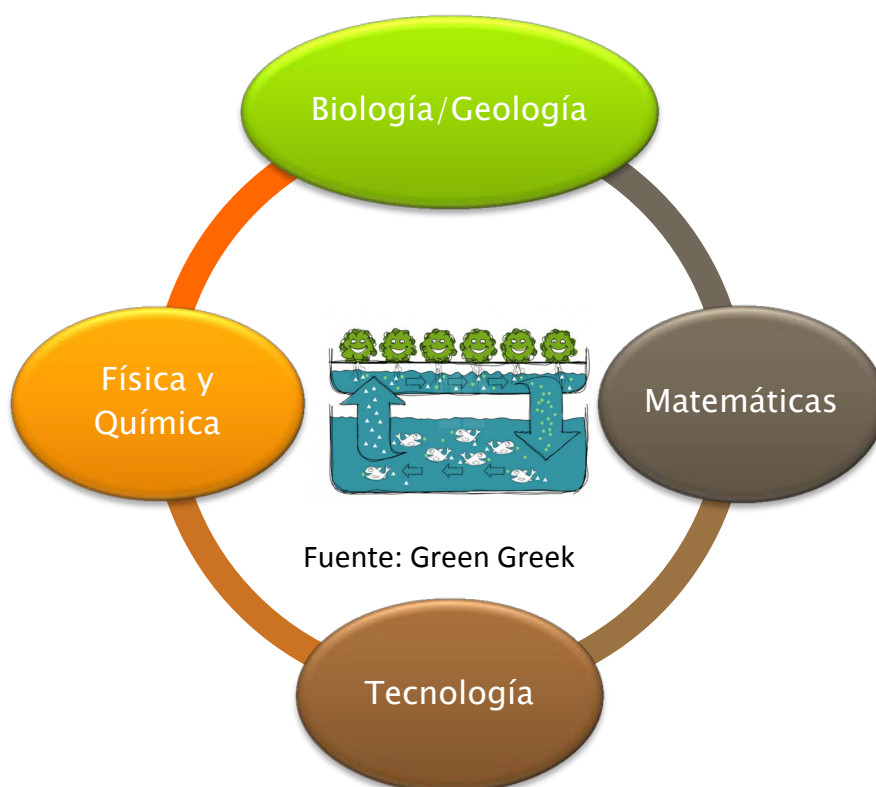
- **Intervenciones de ayuda humanitaria y seguridad alimentaria**

Como indica la FAO, hay muchos proyectos humanitarios centrados en la acuaponía en numerosos países como: Barbados, Brasil, Botsuana, Etiopía, Ghana, Guatemala, Haití, India, Jamaica, Malasia, México, Nigeria, Panamá, Filipinas, Tailandia y Zimbabue.

Principalmente se implantan en zonas urbanas o periurbanas donde no hay organismos dedicados a la seguridad alimentaria. Y, según la propia organización, los resultados están siendo muy satisfactorios ya que suponen una solución sostenible para satisfacer las necesidades de una población en continuo crecimiento.

### Aplicación del sistema en el área que más nos interesa: EDUCACIÓN

En el ámbito de la educación también se están implementando desde hace varios años este tipo de sistemas ya sea para escuelas, institutos o universidades. Proporciona una experiencia in situ y constituye un nexo de unión muy interesante entre ramas de conocimiento como:



En el artículo *Ten Great Examples of Aquaponic in Education* de la revista *Aquaponic Journal* mencionan diez casos en los que el sistema es aplicado en la enseñanza en diferentes centros de Estados Unidos cosechando numerosos éxitos como los que a continuación se mencionan:

- **Shrewsbury Elementary School:** escuela situada en Pensilvania que utiliza esta herramienta para enseñar a sus alumnos sobre ciencia, cuidado de las plantas, etc. Además premia a sus alumnos con los productos de la huerta acuapónica, algo que ha provocado que aumente el interés y el consumo por las hortalizas y otros vegetales.



Se complementa con la enseñanza de matemáticas donde los estudiantes aprenden a determinar los costes de producción de cada planta.

- **The Island School** en las **Bahamas** han implantado numerosos módulos de los cuales se responsabilizan los alumnos y principalmente se utilizan suplir las necesidades de comida que se necesitan en las islas.
- **Providence Junior and Senior High School** de **Indiana**, es el centro de estudios del correccional del estado y que utilizan este sistema para producir verduras que son donadas al banco de alimentos de Anderson (ciudad situada en el mismo estado de Indiana).
- **Sid's Ponds Aquaponic Center** donde cualquier persona puede ir a aprender acerca de estos cultivos en Ontario, **Canadá**.
- El programa **Alternative Growing Biological Environment (AGBE)** desarrollado por **Canby high school** desde 1993 en **Oregón** que comenzó con un pequeño tanque de 4L y en cuestión de dos años se convirtió en un verdadero laboratorio donde los estudiantes se encargan de mantenerlo y estudian todos los temas relacionados con el mismo. Incluso realizan demostraciones a vecinos, escolares y otras comunidades interesadas.
- En **Columbia Area Career Center** en **Missouri**, el sistema acuapónico se ha implantado en la asignatura de artes culinarias donde los alumnos cultivan y utilizan los productos obtenidos en su buffet.
- También se utiliza para el estudio de hidroponía, ingeniería genética y biotecnología en el **instituto Tunstall** en **Virginia**. Concretamente, los estudiantes trabajan cinco áreas de conocimiento: acuicultura, hidroponía, biotecnología, impacto medioambiental y estudio vegetal avanzado, así como la realización de prácticas de laboratorio sobre tejidos vegetales, botánica o el ciclo del nitrógeno y el agua.
- La enseñanza a través del sistema acuapónico es uno de los módulos que ofertan en el centro **J.P McConnel** de enseñanza intermedia en Georgia y donde los alumnos supervisan la calidad del agua, así como el crecimiento de las plantas creando gráficos y lo más importante, hacer frente a los posibles problemas que pueden surgir en el transcurso del proyecto.

- En la escuela técnica de Bergen, Nueva Jersey, se trabaja el huerto de peces como un proyecto multidisciplinar donde se aplican los conocimientos de matemáticas para el diseño del sistema y la zoología y botánica para el cuidado de los peces y plantas. Unido a esto, están las áreas de ingeniería ambiental y química que se trabajan mediante las actividades que se desarrollan: análisis de agua, base de datos de hojas de cálculo y diseño de una web donde presentan los resultados.

Y la lista es interminable pudiendo añadir más proyectos interesantes como los desarrollados en:

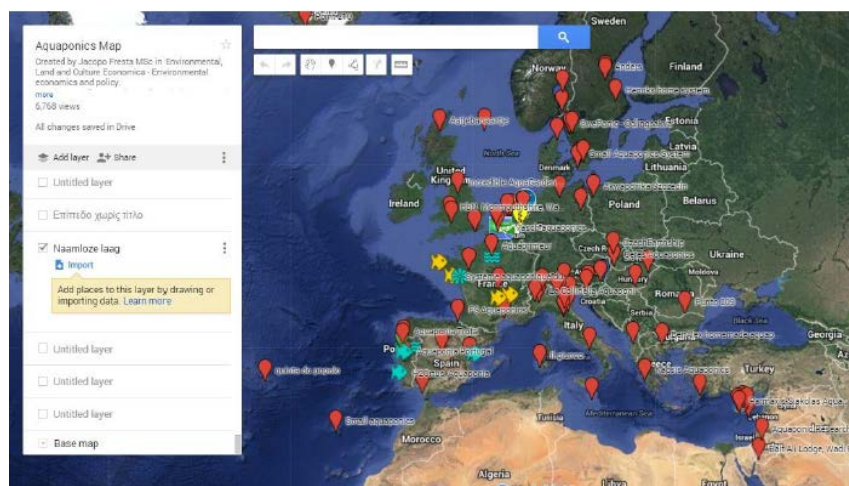
- Instituto Mansfield Timberview High School-Mansfield, Texas
- Delsea Regional High School-Franklinville, New Jersey
- Redwood High School-Larkspur, California
- Harold S. Vincent High School-Milwaukee, Wisconsin
- Madison High School-Portland, Oregon
- Food and Finance High School-New York City, New York
- Avanti High School-Olympia, Washington

Por ultimo quería añadir uno que me ha gustado especialmente y es el desarrollado por la escuela Drachman Montessori Magnet en Arizona donde han creado una página de facebook donde incluyen videos y fotografías de los sistemas que han implantado. Se puede ver en el siguiente enlace: <https://www.facebook.com/drachmanmontessorimagnet>



**Figuras 10: Alumnos incorporando las tilapias alevines al tanque. Sistema para el centro de recursos alimenticios de la comunidad de Tucson. Fuente: Aqaaponicusa.com**

Aun así, como se puede observar en la figura 9, a nivel Europeo hay una gran cantidad de empresas dentro del sector productivo de plantas y peces.



**Figura 11: Aquaponic Maps. Fuente: Jacopo Fresta. Disponible en: <https://www.google.com/maps/d/edit?mid=zO2DpFcfVVDU.kh4zqKIWskog>**

Tímidamente se va abriendo paso por el sector educativo en Europa, probablemente por la cantidad de estudios previos que pretenden realizar para que el sistema sea lo más eficiente posible y porque requiere de gran implicación por parte del profesor. Además de la necesidad de unirlo a otras áreas de conocimiento como matemáticas, física o química.

En primer lugar destaca la creación por parte de la universidad de Zurich de un sistema acuapónico especialmente focalizado a la educación, denominado ZHAW. Lo más interesante no sólo es el desarrollo del sistema sino los estudios de aplicación que tiene en el aula y que fueron mostrados en la conferencia sobre Ciencia y Proyectos de la Sociedad 6º Programa Marco de la Unión Europea en 2008.

Gracias a él, concluyeron que servía para entrenar el aprendizaje sistémico, hacer frente a problemáticas complejas o temas complejos y desarrolla el trabajo en equipo por el contacto entre alumnos. Ahora los estudios se están focalizando en la implantación del sistema para trabajar otras áreas de conocimiento así como utilizarla como herramienta que favorezca el autoestima por el aprendizaje social que deriva del trabajo en grupo (Graber, A., Antenen, N. & Junge, R., 2014).

El informe realizado por Erica Johansson y Maria Lundgren en escuelas de Suecia, y que también fue presentado en la misma conferencia, concluía que:

- El trabajo con acuaponía ayudaba al alumnado a alcanzar las metas de aprendizaje reflejadas en el plan de estudios en Suecia para la biología y las ciencias naturales.
- También ayudó a crear oportunidades de aprendizaje de conceptos como el ciclo de la materia entre otros.
- Realizaron cuestionarios antes de la implantación del sistema y después. Mostraron que un gran número de los alumnos había cambiado de opinión (acerca de temas relacionados con el mundo natural y los productos de la acuaponía) antes y después de haber trabajado con los sistemas.
- Les proporciona una experiencia real en aula y suscita el interés de los jóvenes.

Francia y Alemania no podían quedarse atrás en la implantación de estos proyectos en aula, viendo las bondades del mismo. Y es que, la acuaponía proporciona una manera de abordar los ecosistemas y las redes tróficas. Sobre ello, los niños pueden hacer frente a cuestiones científicas y experimentar mediante el método científico para así, poder ser introducidos en los procesos de pensamiento sistémico.

En España uno de los proyectos más importantes sobre acuaponía no incide en el área educativa sino en la social. Y es que la asociación Verdes del Sur ayudados por la Escuela Superior de Técnicos Agrónomos de Sevilla empezó en 2014 el proyecto denominado "El milagro de los peces" en el barrio del Polígono Sur. Formado por seis barriadas y unos 50.000 habitantes, se trata de uno de los barrios con mayores índices de marginación y exclusión social. A esto se le unen los problemas de falta de abastecimiento de familias, por lo que en 2012, cincuenta familias se juntaron y formaron la asociación antes mencionada.



**Figura 12:** Vecina del Barrio Sevillano con módulo acuapónico de 4m2 donde llegó a producir 20Kg de pescado y 60Kg de hortalizas. Fuente: [Huertosverdesdelsur.blogspot.com.es](http://Huertosverdesdelsur.blogspot.com.es)

Se pretende seguir desarrollando el proyecto y llevarlo a las aulas, así como a más familias interesadas en este tipo de producción sostenible. En Bilbao se encuentra la StartUp Birika, desde la cual se fomenta el cultivo urbano, permacultura y acuaponía. Ellos mismos se encargan de diseñar los sistemas acuapónicos. El colegio Ave María y la escuela infantil Gureleku ya han implantado estos módulos en las aulas.

Y para terminar, sólo cabe mencionar el trabajo que se está realizando en el Parque de los sentidos de Noáin donde, el ingeniero mecánico Jose Etxeberria Méndez junto con el equipo de ingenieros del parque, están construyendo un módulo para en breves comenzar a producir los ansiados peces y las deliciosas verduras y hortalizas.



**Figura 13:** Módulo acuapónico en el Parque de los sentidos en Noáin. Fuente: Jose Etxeberria

## Pros y contras de la implantación del sistema



- ✓ Sistema de producción de alimentos intensiva y sostenible
- ✓ Se producen dos productos (peces y hortalizas) a la vez con una sola fuente de nitrógeno (la comida de los peces)
- ✓ Es extremadamente eficiente en cuanto al uso del agua
- ✓ No requiere de suelo
- ✓ No se necesitan ni fertilizantes ni pesticidas sintéticos
- ✓ Alto rendimiento (produce mucho en espacios limitados)
- ✓ Manejo y producción ecológica
- ✓ Se puede implantar en zonas donde el suelo no es arable como desiertos, suelos degradados o salinos o islas arenosas.
- ✓ El nivel de residuos es mínimo
- ✓ Fácil disponibilidad de materiales para su construcción
- ✓ Ayuda económica para familias necesitadas u oportunidad de venta de cultivos comerciales



- ✗ El coste de implantación inicial puede ser caro (dependiendo del tamaño y los materiales a utilizar)
- ✗ Requiere de una conexión a la red eléctrica
- ✗ Las necesidades de plantas y peces a veces no concuerdan
- ✗ Debe haber una gestión diaria
- ✗ De manera aislada, no aporta una dieta completa

## 4. BASES TEÓRICAS

### Desde la P de Piaget hasta la N de Novak, un breve recorrido por el constructivismo



A partir de los años 60 del siglo pasado, se produjo un cambio paradigmático donde el estudio del ser humano en sí mismo carecía de sentido si no era acompañado de un análisis de su desarrollo genético, su historia, su entorno y todos los medios por los cuales se adapta al ambiente.

Esta teoría del conocimiento, impulsó una nueva corriente pedagógica denominada **constructivismo** caracterizado por una concepción activa del individuo en su proceso de desarrollo y aprendizaje. Considera al alumno el centro de la enseñanza y parte activa para la adquisición del conocimiento, al mismo tiempo que tiene como objetivo prioritario potenciar las capacidades del alumno para aprender y pensar (Hernández, 1997).

Este movimiento bebe principalmente de la teoría psicogenética de Piaget, la teoría social-cultural de Vigotsky y las teorías del aprendizaje significativo de Ausubel y Novak.

- Piaget: entendía el aprendizaje como el resultado de la asimilación y acomodación que llevaba a cabo el individuo a la hora de relacionar nuevos contenidos dentro de sus estructuras de conocimiento. Por lo que, este proceso constructivo está sujeto y depende del desarrollo cognitivo en el que se encuentre la persona en cuestión.
- Vigotsky: hablaba de la ley de la doble formación en la que el aprendizaje comienza con la interacción social (plano interpersonal) para pasar, mediante el proceso de internalización, a un plano individual (intrapersonal). Niveles de conocimiento
- Ausubel: comentaba que el aprendizaje significativo se daba en tanto el alumno relacionase la nueva información con los conocimientos previos que tiene almacenados en su estructura cognitiva. Para ello, el alumno debe adoptar una postura favorable a este aprendizaje y que los contenidos de la tarea sean potencialmente significativos.

Esto quiere decir que la estructura del material debe presentar un orden lógico además de unos organizadores previos. Estos organizadores son materiales introductorios que hagan de nexo entre lo ya aprendido y el contenido nuevo.

Para él, el aprendizaje al que debemos encauzarnos es el aprendizaje significativo por recepción donde el alumno relacionará de manera íntegra los contenidos nuevos que vaya aprendiendo con los que ya posee.

Según Ausubel, la estructura cognitiva tiende a organizarse jerárquicamente en términos de nivel de abstracción, generalidad e inclusividad de sus contenidos.

- Novak: adoptó bases de Ausubel dándole sus pinceladas para generar un nuevo concepto de aprendizaje desde su visión humanista; El aprendizaje significativo subyace a la integración constructiva entre pensamiento, sentimiento y acción lo que conduce al engrandecimiento ("empowerment") humano. Una de las estrategias que desarrolló fue los mapas conceptuales como herramienta facilitadora de este aprendizaje significativo mediante la relación entre conceptos, orden jerárquico y las conciliaciones entre los mismos.

Para llegar así, al aprendizaje significativo. Donde el alumno, a partir de sus experiencias previas aprende a moldear el nuevo aprendizaje de manera autónoma, es la llamada autorregulación.

El profesor ayudará en este proceso, en vez de dedicarse exclusivamente a la mera transmisión de información, y valorará la calidad del conocimiento y los procesos seguidos en vez de la cantidad.



### Aprendizaje cooperativo

Ante lo descrito en la introducción y la justificación del proyecto queda clara la situación de cambio que se está experimentando en estos últimos años en el sector educativo, dejando de lado la enseñanza tradicional y así poder desarrollar procedimientos más lógicos adaptados a la rápida evolución de nuestra sociedad.

Este aprendizaje favorece:

- ✓ La motivación intrínseca: la cual tiene lugar cuando trabajamos sin pensar en la recompensa externa, da igual que te valoren o no, que te premien o no, la satisfacción es personal. La tarea es reforzante en sí misma. (Sanz de Acedo Baquedano, M., 2015).
- ✓ Sentimiento de pertenencia por las oportunidades de socialización con los compañeros.
- ✓ Maximiza el aprendizaje individual y el aprendizaje del que nos rodean.

Los elementos básicos de este tipo de trabajo según Bará, Ruíz y Valero (2009) son:

- Formación de grupos heterogéneos: nos interesa dar cabida a alumnos con capacidades diversas y características diferentes fomentando ese trabajo grupal que se asemeje a una situación real donde tenemos que convivir con personas afines y no tan afines a nosotros.
- Interdependencia positiva: donde todos los miembros del grupo son necesarios para realizar la tarea con éxito,
- Exigibilidad personal: cada miembro del grupo debe responsabilizarse no solo de la parte que le corresponde sino del trabajo completo a nivel grupal. De esta manera nos aseguramos la interdependencia positiva.
- Interacción cara a cara: para conseguir los objetivos marcados, es necesario que los alumnos se apoyen entre ellos, se ayuden y animen presencialmente en clase.
- Habilidades personales y de grupo:
- Reflexión sobre el trabajo realizado: será necesario hacer una valoración continua sobre cómo se está desarrollando el trabajo. Para ello, se

- Vamos a plantear diferentes formas de aprendizaje cooperativo mediante las técnicas que describiré a continuación y el aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica de este tipo de aprendizaje.

Cabe destacar el rol del docente en el aprendizaje cooperativo (Muñoz et.al, 2010):

- Garantizar que cada componente del grupo pequeño conozca qué se va a hacer. Detallar las tareas y los materiales necesarios. Exponer las características generales del trabajo que se va a emprender.
- Verificar que se realicen los intercambios necesarios en el seno del grupo, vigilar la rotación de las funciones y comprobar que se ejecutan correctamente.
- Estimular el intercambio de explicaciones y justificaciones en la realización de la tarea, en una secuencia de trabajo, en la valoración de resultados, etc., y animar a encontrar diversos procedimientos para realizar las tareas.
- Asegurar la presencia del material básico para la realización del trabajo
- Garantizar el éxito de los componentes con más problemas dentro del grupo.
- Proporcionar instrumentos y criterios de valoración con relación a las tareas y productos realizados.
- Realizar un seguimiento del tiempo que el grupo invierte en la realización de un trabajo o en sus distintas secuencias.
- Responder sólo a las peticiones que tengan su origen en una decisión del grupo, y en tanto que en el seno de este no se resuelvan de forma razonable.
- Poner énfasis en el papel de la tutoría interna entre los propios alumnos.
- Organizar los grupos, el espacio y los materiales en función del trabajo cooperativo.

### **ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos)**

Esta metodología bebe de las teorías constructivistas de Piaget y Vigotsky antes descritas. Está adquiriendo una gran importancia en la educación de hoy en día, desarrollándose en numerosos países.

El aprendizaje basado en proyectos, es una estrategia didáctica en la que los estudiantes, organizados en grupos, desarrollan proyectos basados en situaciones reales. Un proyecto se construye a partir de una pregunta motriz sobre una situación problemática real que tiene diferentes posibles respuestas y/o soluciones y su objetivo es que los estudiantes se enfrenten a situaciones que les lleven a comprender y aplicar aquello que están aprendiendo como una herramienta para resolver problemas reales o proponer mejoras en sus comunidades y en la sociedad en general (Muñoz et.al, 2010).

Las estructuras cooperativas utilizadas (Putjolás et.al, 2008) que se han utilizado para crear la unidad didáctica son las siguientes:

### **Lectura compartida**

Forma de leer un texto con el grupo. Uno de los compañeros comienza leyendo un fragmento, el resto tiene que prestar atención ya que será el siguiente compañero el que explique con sus propias palabras lo que acaba de leer el primero. Los alumnos restantes deberán evaluar si están de acuerdo o es cierta la explicación dada. En el caso de que no se entienda alguna palabra se pondrá en común con el resto de la clase.

### **Estructura 1-2-4**

Actividad que sirve para evaluar los conocimientos que se les acaban de explicar. Se les facilita a los alumnos una hoja con tres columnas: situación 1, situación 2 y situación 4. Se les transmite una pregunta y en la primera situación es donde tienen que escribir de manera individual la respuesta que creen correcta. Después se juntan por parejas y es donde intercambian respuestas y a partir de ellas generan una nueva que la escribirán en la situación 2. Por último se pondrán en común las dos respuestas generadas entre las dos parejas del grupo. Tendrán que crear otra vez una respuesta que sea lo más adecuada posible.

### **Folio giratorio**

Se les pide una tarea y un miembro del equipo base comienza a escribir su aportación al folio. Se les pasa el folio al resto de compañeros para completar la tarea encomendada.

### Lápices al centro

Se les facilita una serie de tareas o preguntas y cada uno de los miembros del equipo deben encargarse de cada una de ellas. Tendrán que leer la pregunta o la tarea en voz alta y responderla. Luego pedirá la opinión de sus compañeros y entre todos discutirán las posibles alternativas. Por último anotarán la decisión o la forma en la que han decidido resolver el ejercicio. Cuando un/a compañero/a está hablando se colocan los lápices en el centro de la mesa para saber que es turno de escuchar y hablar pero no de escribir. Cuando han llegado a una conclusión, cogen los lápices y anotan las ideas o soluciones por lo que sólo es momento de escribir y no de hablar.

### El juego de palabras

Se escriben palabras clave sobre el tema trabajado y los alumnos deben escribir en una cuartilla frases con cada una de esas palabras. Se pondrán en común con el resto del grupo y entre ellos se corregirán y crearán una frase nueva matizada. Después las ordenarán en la mesa creando un esquema o mapa conceptual. El docente le dará el visto bueno y lo pasarán a limpio.

### Mapa conceptual a cuatro bandas

Se les pide que realicen un mapa conceptual por equipos con todos los conceptos dados en el tema, se les guiará sobre el número de apartados y dentro del grupo se repartirán las partes que tendrán que elaborar en casa. Más tarde, pondrán en común lo creado, lo repasarán y elaborarán el mapa final.

### El rompecabezas "Jigsaw"

Se divide la clase en grupos de 4-5 personas al igual que el material que van a utilizar. Cada miembro se preparará su parte y se unirá a aquellos compañeros con los que comparte el mismo sub-tema creando el grupo de expertos donde compartirán información, harán esquemas, etc. Después volverán a los grupos origen y explicarán cada parte a los compañeros.

### **Grupos de investigación**

El profesor plantea a la clase un tema o un problema general, los alumnos según sus intereses elegirán un subtema derivado del planteado anteriormente. Se unirán por equipos y planificarán los objetivos, los procedimientos y el tiempo necesario para realizar la tarea. Desarrollarán el plan, analizarán y evaluarán la información obtenida y la presentarán en clase. Durante la presentación se plantearán preguntas que serán resueltas entre todos. Posteriormente, se realizará una evaluación conjunta del trabajo y la exposición.

### **Opiniones enfrentadas**

El profesor o la profesora elegirá un tema concreto y la clase se dividirá en tres grupos diferenciados: los que están a favor, los que están en contra y los moderadores.

Se seleccionarán los materiales como los soportes de información dedicando un tiempo a preparar el debate.

Se trata de una actividad donde se debatirán temas de controversia y donde también hay diferentes puntos de vista, como en una situación real lo que permite aprender las habilidades y estrategias del debate, la discusión basada en argumentos de tal manera que estimule la comprensión, tolerancia y superación de prejuicios.

## 5. PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA

### Concepciones alternativas y dificultades del alumnado

Tabla 1: Concepciones alternativas y dificultades del alumnado. Diversas fuentes.

Tema	Ideas alternativas y Dificultades de Aprendizaje	Referencia	
<b>Los seres vivos</b>	Confusión en relación a la organización del organismo pluricelular	(Jiménez Aleixandre & Caamaño, 2003)	
	Modelo simplista de ser vivo pluricelular y animal vertebrado		
	Confunde los diferentes niveles de organización de la vida. Adapta lo macroscópico a lo microscópico		
	No relaciona célula con organismo ni al organismo con la célula		
	Se ignora el origen procariota y el tiempo que transcurre para lograr las primeras células		
	El microcosmos tiene poca relevancia y escaso significado		
	Presencia no universal de células		
	Creencia en generación espontánea (microorganismos)		
<b>Cinco reinos</b>	Relaciona a los microorganismos con lo perjudicial	Cañal (1992)	
	Desconocimiento de especies concretas		
<b>Suelo</b>	Conocimiento de plantas y animales descontextualizados	Yus & Rebollo, 1993)	
	El suelo no está formado por seres vivos (visión abiótica), o que el papel de éstos está restringido a la acción de los restos o cadáveres (materia orgánica procedente de la descomposición de sus cuerpos)		
	Entendido como la "superficie inerte o de soporte para pisar, edificar o simplemente estar", que debe atribuirse a la acepción cotidiana de este término de donde proviene y mantiene todo su sentido		
	El suelo no contiene aire		Batista et. al, (2001)
	El suelo es un producto de la sedimentación de materiales procedentes de otros lugares merced a diversos agentes geológicos (acarreo de materiales, demolición de rocas...)		
el suelo constituye el alimento de las plantas, mediante las raíces que comen tierra	(Jiménez Aleixandre & Caamaño, 2003)		
<b>Plantas y fotosíntesis</b>		Confusión entre fruto/fruta	
	Las plantas se alimentan del agua de la tierra		

<b>Ecología</b>	Concepto de ecosistema restringido a los seres vivos	(Jiménez Aleixandre & Caamaño, 2003)
	Percepción lineal de las relaciones (cadenas y no redes tróficas)	
	Concepción estática del ecosistema	
	Problema ambiental restringido a la contaminación	
	Escasa atención a los recursos sobre todo abióticos	
	Dificultades para aceptar la propia responsabilidad personal	
<b>Hidrogeología</b>	Movimiento (fuerzas y velocidad) del agua subterránea, el agua circula por ríos, cauces y lagos subterráneos	Dickerson y Dawkins (2004)
	Papel de la infiltración en el ciclo hidrológico	Kirkby (2008)
	Limitaciones de la evaporación en el ciclo hidrológico	Ferrer y García (2010)
	El agua subterránea no se incluye en el ciclo hidrológico	
	No hay conexión entre los flujos superficiales y los subterráneos	Kirkby (2008)
	El aumento del nivel del agua mejora los humedales o el entorno	
<b>Cambio climático</b>	La tierra se está sobrecalentando debido a la mayor entrada de radiación por el agujero de la capa de ozono	Rebich_Gautier (2005) y Meira (2006)
	los alumnos confunden las causas y las consecuencias del cambio climático y el adelgazamiento de la capa de ozono	
	El efecto invernadero sólo es debido a la actividad antrópica	Kirkby (2008)
<b>Ser humano y salud</b>	Creencias inadecuadas sobre dietas equilibradas	(Jiménez Aleixandre & Caamaño, 2003)
	Estereotipos de sexualidad y roles de género	

## Objetivos y competencias

Los objetivos y competencias que se pretenden conseguir en este proyecto son los siguientes:

### **Objetivos según el DF24/2015, de 22 de Abril por el que se establece el currículo de las enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra**

"Durante el primer ciclo de ESO, el eje vertebrador de la materia girará en torno a los seres vivos y su interacción con la Tierra, incidiendo especialmente en la importancia que la conservación del medio ambiente tiene para todos los seres vivos.

También durante este ciclo, la materia de Biología y Geología tiene como núcleo central la salud y su promoción.

El principal objetivo es que:

- Los alumnos y alumnas adquieran las capacidades y competencias que les permitan cuidar su cuerpo, tanto a nivel físico como mental,
- así como valorar y tener una actuación crítica ante la información y ante actitudes sociales que puedan repercutir negativamente en su desarrollo físico, social y psicológico.
- Se pretende también que entiendan y valoren la importancia de preservar el medio ambiente por las repercusiones que tiene sobre su salud
- deben aprender a ser responsables de sus decisiones diarias y las consecuencias que las mismas tienen en su salud y en el entorno que les rodea
- comprender el valor que la investigación tiene en los avances médicos y en el impacto de la calidad de vida de las personas."

### **Objetivos generales**

- Aumentar la motivación del alumnado con la implantación de un sistema acuapónico y el aprendizaje basado en proyectos.
- Aumentar la autoestima mediante la interacción entre los compañeros, creando identidad de grupo.
- Descubrir, diseñar y aplicar metodologías con las que el alumnado será capaz de dar forma a lo que le rodea e integrar la información.
- Mediante el sistema los alumnos tienen que ser capaces de reconocer problemáticas actuales y aplicar los conocimientos biológicos para dar solución a los mismos.
- Identificar el conglomerado de áreas de conocimiento que supone su estudio y valorar el trasfondo ético, social, comunitario y ambiental del mismo.
- Introducir a los alumnos en la investigación científica.
- Buscar información científica y juzgar la calidad de dicha información libros de texto, internet, medios de comunicación



- Comprender y utilizar el vocabulario específico de la cada unidad de estudio
- Fomentar la comunicación oral y escrita de los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del proyecto

### Objetivos específicos

- Crear un espacio de encuentro, fortalecimiento de vínculos y promoción de nuevas relaciones (interculturales, intergeneracionales, etc.) entre los estudiantes del centro.
- Impulsar, a través de la agricultura acuapónica, un espacio de aprendizaje conjunto y colaborativo donde puedan adquirirse productos, conocimientos y habilidades sociales.
- Fomentar la sensibilización medioambiental y favorecer diversas prácticas responsables con el medio ambiente.
- Contribuir a la adquisición de hábitos de vida saludable y a la obtención de beneficios terapéuticos.
- Generar una alternativa de ocio no ligada al consumo.

También hay objetivos específicos descritos en cada actividad propuesta de la unidad didáctica (véase apartado\_).

### Competencias

Con esta unidad didáctica se trabajan las siguientes competencias:

- Competencia en comunicación lingüística: se fomenta mediante la lectura de textos, noticias, así como la exposición oral de los trabajos o la elaboración de informes técnicos, de prácticas de laboratorio y los numerosos ejercicios cooperativos relacionados con la escritura y puesta en común de la información.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: la propia elaboración del sistema acuapónico pone de manifiesto estas competencias. El diseño, el método a seguir para su construcción, etc. Así como entender la complejidad del sistema como ecosistema que acoge a una serie de organismos interactuando entre ellos y con el medio en el que se encuentran.
- Tratamiento de la información y competencia digital: podrán desarrollar esta competencia cada vez que se les pida una presentación oral ya sea para la búsqueda de información, la utilización de fuentes fidedignas, así como el apoyo visual que presenten.
- Competencia para aprender a aprender: se desarrolla durante las actividades de coevaluación y autoevaluación, los informes de dinámica del grupo base, así como en

el desarrollo de actividades que den pie a la elaboración de procesos de resolución de problemas que puedan aplicarlos en la vida diaria.

- Competencias sociales y cívicas: se desarrollan a lo largo de todas las actividades debido a la interacción de tú a tú entre los alumnos y los roles que desempeñarán en cada grupo base.
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor: Se desarrollarán a la par que las competencias sociales y cívicas. La misma propuesta de implantación del sistema acuapónico les proporcionará la autonomía para elaborar actividades individuales y colectivas mientras aportan sus propias ideas. Trabajarán la responsabilidad al cuidar un ecosistema, sentido de liderazgo con las actividades y de manera indirecta mejorarán su autoestima por la interacción social y sentido de pertenencia al grupo.
- Conciencia y expresiones culturales: con esta propuesta se busca que conozcan y comprendan el patrimonio cultural que supone la agricultura para muchos países, concienciarles acerca del mantenimiento del patrimonio de un lugar, etc.

## Temporalización y secuenciación de actividades

La propuesta de este ABP no supe todos los contenidos que se dan durante el 1º curso de Biología y Geología según el DF 24/2015, pero aun así, abarca una gran cantidad de actividades que pueden ser complementarias a las clases magistrales.

Un curso escolar tiene una duración aproximada de 35 semanas, la asignatura tiene 3 horas lectivas a la semana lo que equivale a 105 horas o sesiones totales. Y la unidad propuesta abarca un total de 53 horas distribuidas de esta manera:

**Tabla 2: Distribución de las horas en los bloques de 1º ESO**

Bloques		Horas
<b>Actividades introductorias</b>	Acuaponía	9
<b>Bloque 3-La biodiversidad del planeta tierra</b>	5 Reinos	18
<b>Bloque 2-La tierra en el universo</b>	Biosfera	2
	Geosfera	5
	Hidrosfera	6
	Atmósfera	4
<b>Actividades resumen y conclusiones</b>	Acuaponía	9
<b>Horas totales</b>		53

Es necesario realizar actividades introductorias para que los alumnos se familiaricen con las metodologías cooperativas por lo que se llevará a cabo en primer lugar una actividad donde se creen los grupos base que trabajaran a lo largo del curso. Para hacer énfasis en el patrimonio cultural agrícola que poseen algunas culturas, se elabora la segunda actividad donde realizarán un teatro sobre la llegada de los colonos a Tenochtitlan y cómo los nativos les enseñan la técnica de las chinampas.

Posteriormente se presentará la pregunta motriz que definirá el ABP de acuaponía: **¿Podemos crear un ecosistema sostenible que responda a una necesidad real en la sociedad?**

La pregunta va encaminada a la construcción de un sistema integrado de producción de plantas y peces que conviven en un ambiente simbiótico.

Para ello, se tendrán en cuenta diversos núcleos de estudio que giren en torno a la sostenibilidad. Este concepto nos ayudará a adentrarnos en los factores que hacen que un ecosistema sea sostenible, como el papel de los seres vivos, el biotopo, sus relaciones, el

consumo responsable, la contaminación, mencionando incluso el aporte de pueblos o civilizaciones a la cultura de un país, en términos agrícolas claro está.

Bien es cierto que según la normativa, en el Bloque 2, el tema de la geosfera se refiere a la estructura y composición de la corteza, manto y núcleo además del estudio de los minerales y rocas, me resulta más interesante tratar el suelo.

Esto es debido a que:

- El suelo es el gran olvidado dentro de la biología y geología. Aunque se mencione brevemente en cursos superiores llegando incluso a tener un bloque completo a estudiar en 2º de bachillerato en Ciencias de la tierra y del medio ambiente, no hay una conexión lógica entre las materias y las ideas a impartir por lo que he dedicado cuatro sesiones para esta interfase.
- La acuaponía surge por una necesidad de autoabastecimiento, y actualmente se están desarrollando una gran cantidad de proyectos de cooperación al desarrollo en zonas donde el suelo ya no es apto para el cultivo ya sea por desertificación, toxicidad, etc. Me interesa acercar esta problemática al aula, si ha surgido así es por una razón.

Una vez que se realicen las actividades de introducción, comienza la unidad con el bloque 3: La biodiversidad del planeta tierra. Se hace esta propuesta ya que para entender conceptos más complejos de ecosistemas, simbiosis entre individuos de especies diferentes, etc., se necesitan conocimientos acerca de los seres vivos y sus funciones.

Tras ello, se estudiarán los factores abióticos trabajando las actividades relacionadas con los suelos, la atmósfera y el papel imprescindible del agua en nuestras vidas. A lo largo de la unidad se les pregunta acerca del papel del ser humano relacionándolo con el medio ambiente, las consecuencias de sus actividades y qué se podría proponer para mitigarlas.

Por último, se harán tres actividades de repaso, integración de contenidos y evaluación donde tendrán que mostrar lo aprendido y compartir sus conocimientos con alumnos de otros cursos, así como con el resto de la comunidad educativa. En especial, los padres, para integrarlos cada vez más a la vida escolar.

A continuación se presenta un esquema con las actividades ordenadas, los objetivos que se pretenden alcanzar con las mismas y las competencias que se desarrollan en cada una de ellas.

Tabla 3: Orden de las actividades. Fuente: elaboración propia.

Orden de las sesiones/Preguntas motrices	Duración	Actividades	Objetivos	Competencias
<b>Introducción</b>	9			
<b>1-¿Quiénes somos? La pequeña comunidad de biológ@s y geológ@s</b>	1	Bola de nieve  Blanco y la diana  Comisión de apoyos	-Introducir a los alumnos en las metodologías activas.  -Crear espíritu de grupo y alianzas entre compañeros.  -Fomentar la creatividad con las actividades llevadas a cabo por la comisión de apoyo.  -Otorgarles un papel más autónomo.	1, 5, 7
<b>2- ¿¡Están locos estos aztecas?! ¿Es un sistema de producción sostenible lo suficientemente eficiente para autoabastecerse? ¿De qué factores depende? ¿Qué es la sostenibilidad? ¿Y el autoabastecimiento?</b>	3	Teatro  Informe  Mapa conceptual	-Introducir al alumnado al concepto de acuaponía desde un enfoque interpretativo  -Conocer las técnicas de producción de plantas y peces como una práctica antiquísima y que en el caso de México está próxima a la extinción.  -Entender la diversidad cultural como el aporte y contribución de los pueblos a elementos como la cocina, cultura y en este caso, el que más nos interesa, la agricultura como patrimonio cultura.  -Conocer el concepto de sostenibilidad y autoabastecimiento	1, 2, 3, 5, 6, 7
<b>3-¿Podemos crear un ecosistema sostenible que responda a una necesidad real en la sociedad? ¿Por qué fomentar la comida local?</b>	3	Lápices al centro  Lluvia de ideas  Visita  Informe	-Familiarizarse con las técnicas de producción de alimentos  -Entender la acuaponía como una posibilidad de aprendizaje  -Valorar los recursos de los que disponen los alumnos día a día como el agua o la comida y a los que otras personas no pueden acceder tan fácilmente	1, 2, 3, 5, 7
<b>4- ¿Y tú que comes?</b>	2	Opiniones enfrentadas  Videos  Póster mundial	-Familiarizarse con los sistemas de producción de alimentos  -Valorar la producción ecológica como metodología respetuosa con el medio ambiente y como fundamento de la producción a pequeña escala para autoabastecernos  -Fomentar el consumo de productos locales y de temporada	1, 2, 3, 4, 5

Orden de las sesiones/Preguntas motrices	Duración	Actividades	Objetivos	Competencias
<b>Bloque 3: La diversidad en el planeta tierra</b>	18			
<b>5-¡Chef, una sopa biológica! ¿Qué necesitamos para nuestra sopa?</b>	6	Grupo de expertos  Presentación Glogster	-Conocer los criterios que definen los diferentes reinos.  -Conocer las características de cada uno.  -Familiarizarse con herramientas TIC de aprendizaje, tan divertidas como Glogster.  -Aportar autorregulación y autonomía en el proceso de aprendizaje del alumnado.  -Que el alumno sea capaz de observar al microscopio los microorganismos encontrados e investigarlos mediante el uso de herramientas de laboratorio.  -Conocer las partes del microscopio óptico y utilizarlo con corrección.  -Adquirir vocabulario específico sobre los contenidos de la unidad para expresar conocimientos de forma oral y escrita sobre los mismos.	1, 2, 3, 4, 5, 7
<b>6-¿Qué les pasa a mis peces y mis plantas?</b>	3	Prácticas laboratorio:  Diseción pez  Observación de plagas y enfermedades	-Entender el sistema creado no como una interacción lineal sino una red donde multitud de organismos son capaces de convivir. Relaciones en los ecosistemas.  -Familiarizarse con los instrumentos de laboratorio  -Entender la problemática sobre el anisakis y la necesidad de congelar el pescado previamente.  -Entrar en contacto con los microorganismos que nos rodean pero que muchas veces no somos conscientes de su existencia	1, 2, 4, 6,7
<b>7-¿Qué ingredientes se necesitan para hacer la ensalada Basoko?</b>	7	Botanic Slap!  Librito de recetas acuapónicas  Talleres de productos naturales	-Valorar la importancia de las plantas en nuestra vida  -Fomentar el uso de recetas naturales para nuestro día a día  -Establecer relaciones sinérgicas entre compañeros y con alumnos de otros cursos.  -Conocer los usos de las plantas en el ámbito de la cocina, salud.	1, 3, 4, 5, 6, 7
<b>8-¡Esto es toda una simbiosis! Por cierto, ¿Qué es simbiosis?</b>	2	Reunión de expertos  Evaluación de	-Aprender el concepto de simbiosis como relación en un ecosistema entre especies diferentes.  -Comparar las relaciones de simbiosis entre los	2, 3, 4, 7

¿Crees que hay simbiosis entre tú y tus compañeros?		metodologías ABP  Evaluación del proyecto	organismos del sistema acuapónico con las relaciones entre compañeros.  -Fortalecer las uniones entre los alumnos.  -Realizar una evaluación global: sobre el profesor, el proyecto y coevaluación de cómo funciona el grupo y las mejoras posibles.	
---	--	---	--	--

Orden de las sesiones/Preguntas motrices	Duración	Actividades	Objetivos	Competencias
<b>Biosfera</b>	2			
9-¿Qué puede ser del hombre sin los seres vivos?	2	Lectura compartida  Juego de palabras  Estructura 1-2-4  Presentación oral	-Valorar la importancia de los seres vivos en nuestras vidas y en el planeta.  -Aprender las ideas clave del texto como: pérdida de ecosistemas, red trófica, calidad del aire y otros conceptos que se quieran trabajar.  -Fomentar el trabajo en equipo con las metodologías utilizadas.  -Fomentar el carácter crítico ante la exposición de la información en la lectura compartida para que aprendan a expresarse con claridad utilizando la terminología científica adecuada.	1, 3, 4, 6, 7
<b>Geosfera</b>	5			
10-¿Es suelo todo lo que pisas? Investiga y comenta los diferentes medios en que puede crecer las planta	2	Folio giratorio  Prácticas: Textura, Estructura, Componente vegetal  Mapa a cuatro bandas	-Entender el concepto de suelo como un conglomerado de muchos factores abióticos y bióticos  -Trabajar la idea alternativa de que el suelo no es solo aquello que se pisa  -Comprender el papel de la vegetación y la hojarasca como protector del suelo  -Papel del suelo como filtro natural	1,2, 3, 4, 5
11-¡S.O.S Suelos! ¿Qué les pasa a los suelos?	3	El rompecabezas  "Jigsaw"	-Conocer las problemáticas de los suelos en la actualidad  -Dar a entender la estrecha relación entre el suelo y el desarrollo humano  -Crear la interdependencia positiva haciendo ver al alumnado que cada miembro del grupo es imprescindible para completar la actividad  -Conocer las problemáticas derivadas de la pérdida de suelos	1, 2, 3, 4, 5, 7

Orden de las sesiones/Preguntas motrices	Duración	Actividades	Objetivos	Competencias
<b>Hidrosfera</b>	6			
<b>12-¿Cuántos litros de agua se necesitan para hacer tu desayuno? Huella hídrica</b>	2	Lectura compartida  Lápices al centro  Cálculo huella hídrica	-Conocer el concepto de huella hídrica y agua virtual.  -Conocer la relación entre consumo y uso del agua.  -Valorar la importancia del agua como recurso escaso.  -Concienciar al alumnado sobre un consumo del agua responsable	1, 3, 4, 5, 6
<b>13-¿Por qué llevan los ríos agua cuando no llueve?  ¿Cómo se mueve el agua por nuestro ecosistema acuapónico? Ahora, ¿Cómo crees que se mueve el agua por el planeta?</b>	2	Representación del ciclo hidrológico	-Promover el método científico (Observación-Hipótesis-Comprobación-Conclusiones)  -Conocer el ciclo del agua  -Relacionar las distintas partes del sistema acuapónico con el ciclo real  -Valorar la importancia del agua y del suelo como recursos no renovables  -Valorar el papel del suelo no solo como sustento de seres vivos sino como filtro natural  -Valorar la importancia de los bosques y los acuíferos	1, 2, 3, 4, 5, 6
<b>14-¿Ecosistema en equilibrio si añadimos más comida para los peces? ¿Qué diferencias hay entre las muestras recogidas?</b>	2	Práctica observación de muestras de agua  Informe sobre eutrofización	-Aprender las propiedades del agua  -Conocer los principales agentes de contaminación de las aguas  -Conocer las alteraciones que sufre un ecosistema con la entrada de nutrientes provenientes de la agricultura y otras prácticas antrópicas.  -Aprender el concepto de eutrofización y el papel de las algas en el proceso  -Valorar los ecosistemas como formas sensibles y susceptibles a cambios	1, 2, 3, 6, 7



Orden de las sesiones/Preguntas motrices	Duración	Actividades	Objetivos	Competencias
<b>Atmósfera</b>	4			
<b>15-Bacterias en las manos ¡no!, pero... ¿Y en las rocas? ¿Las bacterias pueden limpiar? ¿Por qué es importante la atmósfera para nuestro sistema acuapónico?</b>	2	Representación teatral del ciclo del nitrógeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Concienciar al alumnado sobre la importancia de la higiene de las manos</li> <li>-Eliminar la idea alternativa de que TODOS los microorganismos son todos negativos para el ser humano.</li> <li>-Conocer el papel del Nitrógeno dentro del sistema de acuaponía</li> <li>-Conocer el ciclo del nitrógeno</li> </ul>	1, 2, 3, 6
<b>16-Te protejo, te doy oxígeno... ¿Qué haces tú por mí?</b>	2	Debate: opiniones enfrentadas  Creación de infografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Conocer el papel fundamental de la atmósfera en la vida de los seres vivos.</li> <li>-Fomentar el espíritu crítico</li> <li>-Promover el debate entre el alumnado</li> <li>-Aprender a escuchar, compartir y respetar la información con los compañeros</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5, 6
<b>Actividades finales y conclusiones</b>	9			
<b>17- ¿Vivimos mejor que hace cincuenta años o será dentro de otros cincuenta cuando vivamos mejor? ¿Nos pueden ayudar las nuevas tecnologías para mejorar nuestros hábitos, la eficiencia del consumo y nuestro entorno?</b>	2	Lápidas al centro  Charlas  Informe de mejoras del sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Valora el esfuerzo humano para el desarrollo de tecnologías amigables con el medio ambiente que sea como herramienta para un desarrollo social sostenible.</li> <li>-Conocer otras áreas de estudio relacionadas con la tecnocología, bioconstrucciones, etc.</li> <li>-Proponer estrategias de cambio en nuestro hábito en cuanto al consumo de recursos naturales.</li> </ul>	1, 2, 3, 5, 6, 7
<b>18-Draw my acuaponic!</b>	4	Draw my life  Exposición a la comunidad educativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Trabajar con las TICs</li> <li>-Transmitir a personas de su entorno lo aprendido, así como valores y metodologías que pueden aplicar en sus casas.</li> <li>-Crear un encuentro para el intercambio de saberes intergeneracionales, interculturales, etc.</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 5, 7
<b>19-Conclusiones: ¿Entonces la acuaponía es un (eco) sistema sostenible? ¿Qué hemos aprendido con este proyecto?</b>	3	Lápidas al centro  Mapa conceptual  Preguntas abiertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reforzar lazos de grupo mediante las técnicas de ABP</li> <li>-Fomentar relaciones sinérgicas con alumnos de cursos superiores</li> <li>-Hacer seguimiento de las valoraciones de los estudiantes acerca del proyecto</li> <li>-Hacer una valoración global del proyecto</li> </ul>	1, 5, 6, 7

## Relación con otras áreas de conocimiento

### Matemáticas

Lo que resulta más atractivo de esta propuesta es la conexión con otras asignaturas como pueden ser matemáticas y tecnología. En el siguiente apartado se describen posibles actividades a realizar en cada materia y los bloques relacionados a dichas actividades.

Tabla 4: Actividades relacionadas con el área de matemáticas. Fuente: elaboración propia.

Actividad	Área	Contenidos
Puesta en marcha: Estimación de un presupuesto	Matemáticas	<p><u>Bloque 1: Procesos, métodos y actitudes en matemáticas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planteamiento de investigaciones matemáticas escolares en contextos numéricos, geométricos, funcionales y estadísticos.</li> <li>• Práctica de los procesos de matematización y modelización, en contextos de la realidad y en contextos matemáticos.</li> <li>• Utilización de medios tecnológicos en el proceso de aprendizaje para: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La recogida ordenada y la organización de datos;</li> <li>○ La elaboración y creación de representaciones gráficas de datos numéricos, funcionales o estadísticos;</li> <li>○ La realización de simulaciones y la elaboración de predicciones sobre situaciones matemáticas diversas;</li> <li>○ La elaboración de informes y documentos sobre los procesos llevados a cabo y los resultados y conclusiones obtenidos;</li> </ul> </li> </ul> <p><u>Bloque 2: Números y Álgebra</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración y utilización de estrategias para el cálculo mental, para el cálculo aproximado y para el cálculo con calculadora u otros medios tecnológicos.</li> <li>• Iniciación al lenguaje algebraico.</li> <li>• Traducción de expresiones del lenguaje cotidiano, que representen situaciones reales, al algebraico y viceversa.</li> <li>• Obtención de fórmulas y términos generales basada en la observación de pautas y regularidades. Valor numérico de</li> </ul>
Diseño del módulo acuapónico relacionándolo con las formas geométricas		
Cálculo del área de ocupación acorde a las dimensiones y el volumen de agua a utilizar		
Estimación de la producción acorde a las dimensiones		
Calendarización del proceso: se establecen fechas de siembra y de recogida		
Medir la cantidad de alimento suministrado a los peces		
Tomar muestras cada 15 días para ver la variación de peso en los peces y en las plantas		
Estudios estadísticos y de probabilidad sobre la población de plantas y peces		
Experimentos aleatorios de crecimiento de la población según factores físicos, químicos y biológicos		
Recogida de los datos en tablas excel y creación de gráficos		
Manejo de los datos obtenidos		

		<p>una expresión algebraica.</p> <p><u>Bloque 3: Geometría</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos básicos de la geometría del plano. Relaciones y propiedades de figuras en el plano: Paralelismo y perpendicularidad.</li> <li>• Medida y cálculo de ángulos de figuras planas.</li> <li>• Cálculo de áreas y perímetros de figuras planas.</li> <li>• Cálculo de áreas por descomposición en figuras simples.</li> <li>• Circunferencia, círculo, arcos y sectores circulares.</li> <li>• Uso de herramientas tecnológicas para estudiar relaciones entre elementos geométricos</li> </ul> <p><u>Bloque 4: Funciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenadas cartesianas: representación e identificación de puntos en un sistema de ejes coordenados.</li> <li>• El concepto de función: Variable dependiente e independiente. Formas de presentación (lenguaje habitual, tabla, gráfica, fórmula). Crecimiento y decrecimiento.</li> <li>• Continuidad y discontinuidad. Cortes con los ejes. Máximos y mínimos relativos. Análisis y comparación de gráficas.</li> </ul> <p><u>Bloque 5: Estadística y probabilidad</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Población e individuo. Muestra. Variables estadísticas.</li> <li>• Variables cualitativas y cuantitativas.</li> <li>• Frecuencias absolutas y relativas.</li> <li>• Organización en tablas de datos recogidos en una experiencia.</li> <li>• Diagramas de barras, y de sectores. Polígonos de frecuencias.</li> <li>• Medidas de tendencia central: media, mediana, moda.</li> <li>• Medidas de dispersión</li> </ul>
--	--	--

## Tecnología

Tabla 5: Actividades relacionadas con el área de tecnología. Fuente: elaboración propia.

Actividad	Área	Contenidos
Diseño y construcción del módulo acuapónico: utilización de AutoCad o SkechUp	Tecnología	<p><u>Bloque 1: Proceso de resolución de problemas tecnológicos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodología de Proyectos: Fases de un proyecto técnico. Búsqueda de ideas y elaboración de soluciones.</li> <li>• Distribución de tareas y responsabilidades, individuales y colectivas.</li> <li>• Realización de documentos técnicos. Diseño, planificación y construcción de prototipos, maquetas o sistemas técnicos mediante el uso de materiales, herramientas y técnicas adecuadas.</li> <li>• Evaluación del proceso creativo: diseño, planificación y construcción. Análisis y valoración de las condiciones del entorno de trabajo.</li> </ul> <p><u>Bloque 2: Expresión y comunicación técnica</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de instrumentos de dibujo y aplicaciones de diseño gráfico por ordenador, para la realización de bocetos, croquis, delineados y perspectivas, empleando escalas, acotación y sistemas de representación normalizados.</li> </ul> <p><u>Bloque 3: Materiales de uso técnico</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento y análisis de materiales. Técnicas básicas e industriales empleadas en la construcción de edificios y la fabricación de objetos.</li> <li>• Madera, metales, materiales plásticos, cerámicos y pétreos: propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas.</li> <li>• Trabajo en el taller con materiales comerciales y reciclados, empleando las técnicas de conformación y unión apropiadas, y las herramientas de forma adecuada y segura.</li> </ul> <p><u>Bloque 4: Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones de la electricidad en sistemas técnicos.</li> <li>• Diseño de circuitos eléctricos básicos, empleando simbología normalizada.</li> <li>• Empleo de simuladores para la comprobación del funcionamiento de diferentes circuitos eléctricos.</li> <li>• Realización de montajes de circuitos</li> </ul>
Selección de materiales adecuados		
Sistema de recirculación de agua		
Sistema eléctrico: Utilización de bombas		
Hacer un kit de análisis: pH, temperatura, etc.		

		característicos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones eléctricas domésticas.</li> <li>• Máquinas eléctricas básicas: generadores, motores y transformadores.</li> </ul>
--	--	---

### Cuestionario para evaluar ideas alternativas

Se les debe hacer un cuestionario antes de entrar en el temario, para evaluar las posibles ideas alternativas. A continuación se presenta un listado con unas posibles cuestiones a plantear:

1. Las plantas solo crecen en el suelo. V/F.
2. El aumento del cauce de un río mejora a otros ríos o lagos del alrededor. V/F.
3. El efecto invernadero sólo es causado por la acción del hombre. V/F.
4. Identifica y numera 5 seres vivos que puedes encontrar en un lago.
5. ¿Qué es un nutriente y qué tipos o formas de nutrientes hay?
6. ¿Las plantas necesitan energía solar?
7. ¿De qué se alimentan las plantas? ¿Por dónde se alimentan? Haz un dibujo explicando cómo lo hace y de qué se alimenta.
8. ¿Necesitamos aire para vivir? ¿Y las plantas?
9. ¿Sabes qué son las bacterias? ¿Dónde se encuentran?
10. ¿Para ti que significa un sistema de recirculación?
11. ¿Se pueden cuidar a la vez plantas y peces en un mismo sistema?
12. ¿Qué crees que es lo más importante para saber sobre cómo cultivar plantas y peces juntos?
13. ¿Qué crees que se hace con las plantas una vez que han crecido?
14. ¿Qué crees que se hace con los peces una vez que han crecido?
15. ¿Las plantas pueden ayudar al suelo? ¿Sabes cómo?
16. ¿De qué está formado el suelo?
17. ¿Qué entiendes cuando oyes la palabra suelo?
18. ¿Sabes qué es el CO<sub>2</sub>? ¿Dónde se encuentra?
19. ¿Los seres vivos necesitamos CO<sub>2</sub>?
20. ¿Sabes cómo circula el agua por el suelo? Ayúdate de un dibujo para la explicación.

## Actividades de la unidad didáctica

### **Actividad 0: ¿Quiénes somos? La pequeña comunidad de biólg@s y geólog@s.**

**Nº de sesiones:** 1

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza

**Competencias:** 1, 5, 7

**Breve descripción:** un par de actividades de iniciación a las metodologías activas donde se conocerán los alumnos y se procederá a establecer los grupos base con los que trabajaran durante el resto del curso. Entre los integrantes se pondrán un nombre que los caracterice, y con la ayuda del profesor se les llamará como la clasificación de los reinos de los seres vivos. De esta forma podrán establecer ya el cuaderno de grupo.

Se dejará el último cuarto de hora de la clase para establecer una comisión de apoyos donde participarán todos los alumnos por turnos y se reunirán para desarrollar medidas que aumenten el apoyo entre compañeros.

#### **Objetivos:**

- Introducir a los alumnos en las metodologías activas.
- Crear espíritu de grupo y alianzas entre compañeros.
- Fomentar la creatividad con las actividades llevadas a cabo por la comisión de apoyo.
- Otorgarles un papel más autónomo.

**Estrategias:** bola de nieve y ejercicio el blanco y la diana para que, una vez elaborados los grupos base, puedan conocerse mejor los alumnos y crear una identidad de grupo. Crear una comisión de apoyos.

**Agrupamientos:** grupo grande y grupo pequeño

**Material utilizado:** material facilitado por el profesor, cuadernos, cartulinas, lápices, rotuladores.

**Evaluación:** actas de las reuniones de la comisión de apoyos con las propuestas y desarrolladas, observación directa, registro del profesor.

**Actividad 1: ¿¡Están locos estos Aztecas!?**

**Nº de sesiones: 2**

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza, Geografía e historia

**Competencias:** 1, 3, 5, 6, 7

**Breve descripción:**

Con el grupo grande se desarrollará un pequeño teatro sobre la llegada de los colonos a Tenochtitlan y cómo Moctezuma y los ingenieros hidráulicos de la corte les reciben explicándoles la técnica de las chinampas (predecesoras del sistema acuapónico actual).

Se podía comenzar el teatro con las palabras de Bernal Díaz del Castillo de su obra "Historia Verdadera de la Conquista de la Nueva España":

«...Y de que vimos cosas tan admirables no sabíamos que decir, o si era verdad lo que por delante parecía, que por una parte en tierra había grandes ciudades, y en la laguna otras muchas, y veíamoslo todo lleno de canoas y en la calzada muchos puentes de trecho en trecho, y por delante estaba la gran Ciudad de México ...»



Figura 15: Encuentro entre Cortés y Moctezuma en Tenochtitlan. Fuente: México desconocido



Figuras 16: Descripción de la chinampa y los pasos a seguir para su construcción. Fuente: "Expo chinampas", 2010.

Acompañando al teatro se expondrán diapositivas y fotografías de las chinampas como las mostradas en las figuras.

Lo importante de la actividad no es el teatro en sí, se pretende romper el hielo y que se atrevan a hablar sin miedo, interpretando un pequeño papel. También que vean que

culturas antiguas estaban muy desarrolladas en aspectos como la hidráulica, agricultura, etc. Y que estos aspectos, íntimamente relacionados con el desarrollo sostenible, contribuyen a la riqueza cultural del planeta tierra.

Una vez realizado, los grupos base se reunirán y tendrán que recopilar la información sobre esta forma de cultivo vista en el teatro. También elaborarán un pequeño informe acerca de las chinampas como un sistema de producción sostenible que permitía autoabastecer a una gran ciudad y de manera sostenible. Los grupos harán lluvias de ideas, elaborando una lista con aquellos conceptos que se conocen y los que no se conocen.

Para ello, deben responder a las preguntas: ¿La chinampa es un sistema de producción sostenible que permitía autoabastecer a la antigua ciudad de México? ¿Qué es la sostenibilidad? ¿Y el autoabastecimiento? ¿Conoces otras formas ingeniosas de producción? Se les puede indicar que entren en la página SIPAM (Sistemas ingeniosos del patrimonio agrícola mundial) de la FAO y elegir el sistema que más les guste para hacer una exposición oral.

El informe debe ser breve, mostrando la información básica porque será un complemento a la exposición oral. Se pueden ayudar con las herramientas que ellos quieran, maquetas, cartulinas, power point, etc.

En la siguiente sesión se recogerán los informes elaborados, y expondrán los trabajos. Si no da tiempo, se continuará en la siguiente sesión en la cual comenzarán con un gran mapa conceptual sobre la sostenibilidad que irán completando conforme hagan las actividades de la unidad didáctica. Este mapa se dividirá en tantos bloques como grupos base haya, por ejemplo si tenemos cuatro grupos base se pueden crear cuatro bloques que versen sobre los siguientes temas: Consumo responsable, tecno ciencia, biodiversidad y contaminación. Se harán entregas a lo largo del curso conforme vayan completando los bloques.

#### **Objetivos:**

- Introducir al alumnado al concepto de acuaponía desde un enfoque interpretativo
- Conocer las técnicas de producción de plantas y peces como una práctica antiquísima y que en el caso de México está próxima a la extinción. Conocer otras prácticas similares en el resto de países.
- Entender la diversidad cultural como el aporte y contribución de los pueblos a elementos como la cocina, cultura y en este caso, el que más nos interesa, la agricultura como patrimonio cultura.
- Conocer el concepto de sostenibilidad y autoabastecimiento.
- Aprender las técnicas de mapas conceptuales
- Aprender la búsqueda de información en equipo



**Estrategias:** teatro, lectura compartida, búsqueda de información, capa conceptual a cuatro bandas.

**Agrupamientos:** grupo grande y grupo pequeño

**Material utilizado:** material facilitado por el profesor, presentación de diapositivas sobre chinampas, ordenadores, papeles y bolígrafos.

**Evaluación:** coevaluación de la participación e interés en el teatro, informe sobre la producción sostenible, mapa conceptual sobre sostenibilidad y autoevaluación.

**Actividad 3: ¿Podemos crear un ecosistema sostenible que responda a una necesidad real en la sociedad?**

**Nº de sesiones:** 2

**Áreas:** Ciencias del medio ambiente, Tecnología y Matemáticas

**Competencias:** 1, 2, 3, 5

**Breve descripción:** introducción al proyecto con la pregunta motriz. Por grupos base se realiza una puesta en común de las ideas que tienen acerca de producción de alimentos, se apoyarán en la técnica lápices al centro y debatirán acerca de producir plantas y peces. Realizarán una lluvia de ideas sobre qué es el sistema acuapónico, qué partes lo componen, los organismos que están implicados, etc. Se les dará una pequeña explicación sobre cómo se desarrollaron estos sistemas (recordando las chinampas) hasta pasar por la tecnificación de los mismos. También enseñarles los sistemas implantados en diferentes partes del mundo.

Se les enseñará videos sobre el sistema acuapónico en las ciudades, proyecto del “milagro de los peces” para el polígono sur de Sevilla disponible en la siguiente dirección:

- <https://www.youtube.com/watch?v=bD85Bz04yiA>

En la segunda sesión se realizará una visita al parque de los Sentidos de Noain donde el ingeniero José Etxeberría explicará el funcionamiento del sistema que tienen implantado: qué partes lo componen, volúmenes de agua utilizados, seres vivos que están presentes, así como su experiencia personal: por qué eligió ese sistema de producción y no otro, qué ventajas y qué desventajas presenta, etc. Por grupos podrán medir el pH del agua, la temperatura y el balance de nitrógeno.

Tendrán que elaborar un informe sobre lo que más les haya gustado de la visita y por qué creen que tenemos que hacer este proyecto en el instituto.

**Objetivos:**

- Familiarizarse con las técnicas de producción de alimentos
- Entender la acuaponía como una posibilidad de aprendizaje
- Valorar los recursos de los que disponen los alumnos día a día como el agua o la comida y a los que otras personas no pueden acceder tan fácilmente

**Estrategias:** lápices al centro, lluvia de ideas, clase magistral sobre la producción.

**Agrupamientos:** individual, grupo pequeño y grupo grande.

**Material utilizado:** ordenadores, material facilitado por el profesor, cuaderno de grupo.

**Evaluación:** cuaderno de grupo, informe de la visita, autoevaluación, coevaluación entre los alumnos y evaluación por parte del docente.

## Actividad 4: ¿Y tú que consumes?

**Nº de sesiones:** 2

**Áreas:** Ciencias del medio ambiente

**Competencias:** 1, 2, 3, 4, 5

### Objetivos:

- Familiarizarse con los sistemas de producción de alimentos
- Valorar la producción ecológica como metodología respetuosa con el medio ambiente y como fundamento de la producción a pequeña escala para autoabastecernos
- Fomentar el consumo de productos locales y de temporada

**Breve descripción:** debate mediante opiniones enfrentadas. Se dividirá la clase en tres grupos:

- Grupo A: a favor de la producción ecológica.
- Grupo B: a favor de las prácticas tradicionales de producción.
- Grupo C: mediadores, guías hasta el consenso final.

El debate durará una sesión y tendrán que buscar información que les ayude a enfrentar sus opiniones. Se pretende que adquieran tablas para el debate en público, apoyándose en argumentaciones lógicas y siendo, sobre todo, respetuosos con los puntos de vista del resto de compañeros. Tienen que llegar a un consenso por ambas partes, incluso que lleguen a crear un sistema de producción nueva donde se mezclen diferentes ideas... ¿Tal vez una producción similar a la integrada?

Para tarea, tendrán que hacer una lista con alimentos de casa y apuntar de dónde proceden, si son alimentos de temporada. En clase se les mostrarán videos como “Dos tomates y dos destinos” de Veterinarios Sin Fronteras, fragmento de “Químicos tóxico en la alimentación” de Josep Pamiés, u otros vídeos que considere el docente prestar atención. Se pondrán en común las listas y se hará una selección para posteriormente hacer un poster con “La ruta de los alimentos”. Tendrán que valorar el consumo de recursos durante el transporte entre otras cosas.

**Estrategias:** opiniones enfrentadas, visionado de vídeos, creación de un poster mundial.

**Agrupamientos:** grupos pequeños y grupo grande.

**Material utilizado:** ordenadores, material facilitado por el profesor, cuaderno de grupo.

**Evaluación:** poster, rúbricas de autoevaluación, coevaluación y evaluación del propio profesor sobre el comportamiento, el trabajo realizado y la actitud hacia los compañeros.

## Actividad 5: ¡Chef, una sopa acuapónica! ¿Qué necesitamos para nuestra sopa?

**Nº de sesiones:** 6

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza

**Competencias:** 1, 2, 3, 4, 5, 6,

### Breve descripción:

Comenzamos lanzándoles las siguientes preguntas: nuestro sistema acuapónico es toda una sopa biológica ¿No te habías dado cuenta? ¿Qué organismos forman parte del mismo? ¿Hay alguno que no se vea a simple vista? ¿Cuáles no se ven a simple vista? Se dejan unos minutos para que los alumnos piensen las preguntas y debatan con lápices al centro.

Entre todos recordaremos a los grupos creados en la actividad 0 el reino que eligieron ya que es el momento de estudiar la clasificación de los seres vivos para hacernos ¡los expertos del ecosistema acuapónico!

Para ello, establecerán cinco grupos de investigación acorde a los cinco reinos de los seres vivos. Tanto profesor como alumnos establecerán los objetivos, procedimientos y la cronología del desarrollo del trabajo. Los alumnos analizarán la información obtenida y elaborarán un poster donde los alumnos escribirán las características de los reinos. También se puede utilizar la herramienta Glogster, disponible en: <https://www.glogster.com/#love> de tal manera que entre los compañeros del grupo base puedan crear un poster digital y compartirlo con el resto de la clase mediante la plataforma Moodle. Además se pueden añadir videos donde los alumnos expliquen las características, añadiendo fotografías y otros vídeos que complementen la información.

### Objetivos:

- Conocer los criterios que definen los diferentes reinos.
- Conocer las características de cada uno.
- Familiarizarse con herramientas TIC de aprendizaje, tan divertidas como Glogster.
- Aportar autorregulación y autonomía en el proceso de aprendizaje del alumnado.
- Que el alumno sea capaz de observar al microscopio los microorganismos encontrados e investigarlos mediante el uso de herramientas de laboratorio.
- Conocer las partes del microscopio óptico y utilizarlo con corrección.
- Adquirir vocabulario específico sobre los contenidos de la unidad para expresar conocimientos de forma oral y escrita sobre los mismos.

**Estrategias:** grupo de expertos, aprendizaje basado en proyectos.

**Agrupamientos:** grupo grande, grupo pequeño e individual.

**Material utilizado:** ordenador, cartulinas, cuadernos, bolígrafos.

**Evaluación:** profesor y alumnos evaluarán conjuntamente mediante plantilla de planificación del proyecto, cuestionario sobre la evaluación del proyecto.

## Actividad 6: ¿Qué les pasa a mis peces y mis plantas?

Nº de sesiones: 3

Áreas: Ciencias de la naturaleza

Competencias: 1, 2, 4, 6, 7



Figura 17: Disección de un pez. Fuente: Disección de pez1 Youtube.

**Breve descripción:** prácticas que complementarán con la actividad anterior del grupo de expertos y donde tendrán que investigar sobre las enfermedades que pueda presentar los cultivos de plantas y peces y conocer cuáles son los principales organismos que la afectan (Bacterias, hongos, virus, nematodos).

- Práctica de disección de un pez en el que vean las partes del mismo y a la vez puedan observar al nematodo anisakis.
- Práctica de observación al microscopio y lupa de muestras de diferentes enfermedades o plagas que afectan a los cultivos como roya, odio, etc. Estas muestras sólo tendrán una numeración y ellos tendrán que establecer qué organismos (nematodo, hongo, bacteria, virus, artrópodo, etc.) son los causantes de la enfermedad o los daños, mediante el uso de claves dicotómicas que le facilitará el profesor.



Figura 18: Plagas y enfermedades en plantas. Fuente: INTIA

Para hacer más interesante las prácticas, se les puede entregar a los alumnos pequeñas bolsitas de plástico o placas Petri donde aquellos que quieran pueden contribuir para traer muestras y enseñarlas a los compañeros. Pueden acudir a familiares o conocidos que estén interesados en participar. Por ejemplo: "mi abuelo está interesado en saber qué le pasa a sus geranios que están agujereados y por eso he traído una muestra" ó "¡mira que bultos les ha salido a las raíces de las patatas de mi tía!". No se pretende que se conviertan en expertos de sanidad vegetal y animal sino que se familiaricen con los organismos y sean capaces de utilizar claves dicotómicas para conocerlos mejor.

Hay que recalcarles que están viendo organismos patógenos pero que también hay otras especies que no lo son, como nuestras bacterias acuapónicas.

Se les pedirá que anoten todo aquello que sea interesante para completar el trabajo del grupo de expertos acuapónicos.

**Objetivos:**

- Entender el sistema creado no como una interacción lineal sino una red donde multitud de organismos son capaces de convivir. Relaciones en los ecosistemas.
- Familiarizarse con los instrumentos de laboratorio
- Entender la problemática sobre el anisakis y la necesidad de congelar el pescado previamente.
- Entrar en contacto con los microorganismos que nos rodean pero que muchas veces no somos conscientes de su existencia

**Estrategias:** prácticas de laboratorio.

**Agrupamientos:** individual, grupo pequeño y grupo grande.

**Material utilizado:** cuaderno de grupo, material facilitado por el profesor.

**Evaluación:** informe de prácticas, cuaderno de grupo, el poster digital, autoevaluación y coevaluación, evaluación del profesor sobre el comportamiento y otros parámetros.

**Actividad 7: ¿Qué ingredientes se necesitan para la ensalada Basoko? ¿Y para hacer mi propia pasta de dientes?**

**Nº de sesiones:** 6

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza, Promoción para la salud

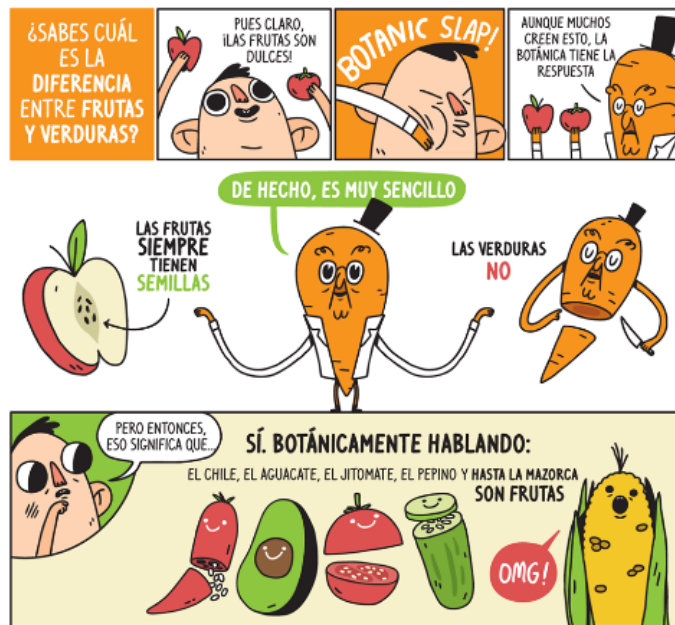
**Competencias:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

**Breve descripción:** en primer lugar se realizará un juego donde se ponga de manifiesto las ideas alternativas del alumnado con respecto al mundo vegetal.

Juego Botanic Slap! Por grupos base se les entregarán cartulinas donde a modo de parchís cada jugador elegirá un color. En el centro de la cartulina se colocarán tarjetas con preguntas relacionadas con el mundo vegetal, concretamente las ideas alternativas del alumnado. Empieza uno del equipo preguntando a un compañero, tendrá que responder y el resto de compañeros tendrán que evaluar si esa respuesta es correcta o no. Se cambiará de turno cuando este falle a la vez que avanza una casilla. Tendrán que apuntar las preguntas y las respuestas de los compañeros.

Quien llega primero al centro, se lleva la gran BOTANIC SLAP!

Una vez terminada la ronda, se ponen en común los resultados y se corrigen entre toda la clase.



FUENTE: TELEGRAPH

FACEBOOK.COM/PICTOLINE

Elaboración del librito "Mis recetas acuapónicas" donde tendrán que escribir nombre común, científico, cómo se les llama en otros países, descripción de las plantas que se pueden cultivar y cómo cultivarlas, los cuidados y recetas no solo de cocina sino también cosmética como elaboración de dentífrico natural, jabones y cremas. Se les puede entregar una ficha ejemplo para elaborar el recetario como esta:



<b>Nombre común</b>		<b>FOTO</b>
<b>Nombre científico</b>		
<b>Otros nombres</b>		
<b>Cómo se cultiva</b>		
<b>Cuidados</b>		
<b>Partes que se Utilizan</b>		
<b>Recetario</b>	<b>Cocina</b>	
	<b>Botica natural</b>	

Esta actividad se desarrollará en 6 sesiones de las cuales 3 se harán de manera conjunta con el alumnado de 2º ESO, les ayudarán a elaborar recetas saludables a partir de las plantas que se cultivarán y con el alumnado de 3º ESO y 1º de Bachillerato realizarán los talleres de jabones, dentífricos y cremas naturales y ecológicas.

Las clases se pueden acompañar con visionado de videos de Josep Pamiés hablando sobre el cultivo de las plantas aromáticas y medicinales y sus usos más comunes.

**Objetivos:**

- Valorar la importancia de las plantas en nuestra vida
- Fomentar el uso de recetas naturales para nuestro día a día
- Establecer relaciones sinérgicas entre compañeros y con alumnos de otros cursos.
- Conocer los usos de las plantas en el ámbito de la cocina, salud.

**Estrategias:** juego de mesa, recetario acuapónico, talleres de productos naturales.

**Agrupamientos:** individual, grupo pequeño, grupo grande.

**Material utilizado:** ordenador, material facilitado por el profesor.

**Evaluación:** "Mi librito de recetas acuapónicas", cuaderno de grupo, autoevaluación, coevaluación y evaluación del propio profesor sobre el comportamiento, el trabajo realizado y la actitud hacia los compañeros.

**Documentación que se les puede facilitar:**

### ELABORACIÓN JABÓN NATURAL

#### Objetivos

- Conocer los antiguos procedimientos de elaboración del jabón natural.
- Estudiar algunos términos químicos involucrados en la elaboración del jabón por el método de saponificación.
- Demostrar y explicar la reacción de saponificación en el laboratorio.
- Valorar el trabajo duro que antiguamente realizaban las mujeres en los hogares.

#### Materiales

- Sosa cáustica al 98% 168 gramos
- Agua. 1 litro
- Aceite. 1 litro
- Guantes de goma
- Bata de laboratorio
- 2 Recipientes de plástico
- Cuchara de madera-Batidora

#### Procedimiento

Ponemos el agua a temperatura ambiente en un recipiente de plástico. Echamos la sosa al agua, **NUNCA** al revés. Tener cuidado porque emana vapores tóxicos. La reacción alcanza unos 60°-80°C de temperatura. Removemos con una cuchara de madera hasta que la mezcla quede transparente. (Esperamos a que baje la temperatura para que se iguale a la del aceite).

Echamos el aceite poco a poco mientras vamos dando vueltas a la mezcla. Seguiremos batiendo hasta que comience a espesar. Esta tarea podría durar 2 horas, así que utilizaremos la batidora para agilizar. Vamos alternando batidora y cuchara hasta que quede con la textura como de una natilla.

Si queremos añadir alguna esencia, ahora es el momento. Vertemos en el molde.

Al día siguiente desmoldamos y cortamos. Tiene que estar un mes de reposo para que se pasen los efectos cáusticos de la sosa.



Figura 19: Práctica de elaboración de jabón natural con alumnos de 3º ESO en Basoko. Fuente: elaboración propia.

### **PASTA DENTÍFRICA DE ROMERO Y SALVIA**

#### **Materiales**

- ½ cucharada de romero y salvia en polvo fino
- 3 cucharadas de arcilla verde
- ½ cucharadita de sal marina fina
- 3 gotas de aceite esencial de menta
- 5 gotas de aceite esencial de salvia
- Infusión de salvia-romero o agua destilada

#### **Procedimiento**

Mezclar los ingredientes hasta ligarlos bien sin dejar grumos. La textura ha de ser parecida a las de las pastas de dientes comerciales, y para conseguirlo, podemos jugar con las cantidades de infusión o agua destilada. Guardar en frascos pequeños, bien herméticos y en lugar fresco. Además de para los dientes y problemas de encías débiles y sangrantes, puede utilizarse para quemaduras, picaduras o granos.

**Actividad 8: ¡Esto es toda una simbiosis! Por cierto, ¿Qué es simbiosis? ¿Crees que hay simbiosis entre tú y tus compañeros? ¿Por qué es importante la diversidad?**

**Nº de sesiones:** 1 o 2

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza

**Competencias:** 2, 3, 7

**Breve descripción:** Se pretende trabajar el papel de las relaciones entre individuos de especies diferentes en el ecosistema pero también se trata de una actividad "excusa" para valorar y hacer seguimiento del proyecto y evaluación de la metodología ABP sobre todo por parte del alumnado. Reunión de expertos donde debatirán el papel de cada uno de los organismos y cómo se relacionan entre ellos. Elaborar una red trófica donde incluyan los seres vivos del sistema acuapónico y al hombre y a la mujer y reflexionar acerca de la necesidad de la biodiversidad en los ecosistemas.

**Objetivos:**

- Aprender el concepto de simbiosis como relación en un ecosistema entre especies diferentes.
- Comparar las relaciones de simbiosis entre los organismos del sistema acuapónico con las relaciones entre compañeros.
- Fortalecer las uniones entre los alumnos.
- Realizar una evaluación global: sobre el profesor, el proyecto y coevaluación de cómo funciona el grupo y las mejoras posibles.

**Estrategias:** aprendizaje basado en proyectos

**Agrupamientos:** grupo grande, grupo pequeño e individual.

**Material utilizado:** material facilitado, cartulina, rotuladores, pinturas y demás materiales de manualidades.

**Evaluación:** se evaluarán todos los procedimientos.

## Actividad 9: ¿Qué sería de nosotr@s sin los seres vivos?

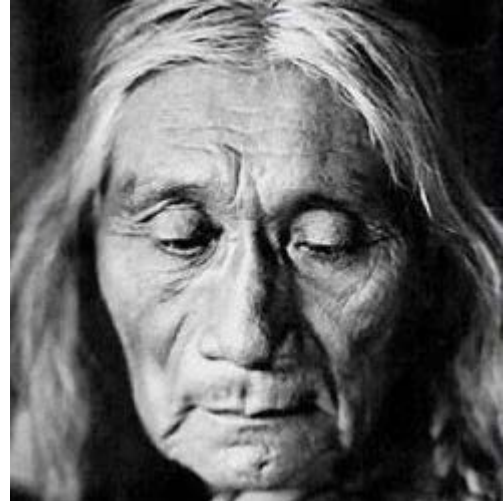
**Nº de sesiones:** 2

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza

**Competencias:** 1, 3, 4, 6, 7

### Breve descripción:

Se les facilita el texto escrito por el Jefe Sioux disponible en:



[https://es.wikisource.org/wiki/Mensaje del gran jefe Seattle, de la tribu dewamish, al presidente de los Estados Unidos, Franklin Pierce](https://es.wikisource.org/wiki/Mensaje_del_gran_jefe_Seattle_de_la_tribu_dewamish_al_presidente_de_los_Estados_Unidos,_Franklin_Pierce)

Durante la lectura compartida, uno de los compañeros tiene que leer un fragmento del texto, todos tienen que estar atentos porque el siguiente compañero será el que explique con sus palabras lo que ha entendido. El resto de compañeros dirán si es correcto o no. Mientras se puede realizar el juego de palabras donde cada grupo tendrá que escribir una frase o idea con las palabras clave.

Si no, se les puede guiar durante las lecturas preguntándoles: ¿A qué se refiere el Jefe Sioux cuando dice...? utilizando la metodología 1-2-4.

- ¿qué clase de vida tiene el hombre que no es capaz de escuchar el grito solitario de la garza o la discusión nocturna de las ranas, en torno a una balsa? Acerca de la pérdida ecosistemas.
- El hombre no creó la trama de la vida, es solo una fibra de la misma. Habla sobre la red trófica.
- El aire tiene un valor inestimable para el piel roja, ya que todos los seres comparten el mismo aliento: la bestia, el árbol, el hombre, todos respiramos el mismo aire. El hombre blanco no parece consciente del aire que respira. El poco valor que le otorga a los recursos naturales el ser humano.

La lectura se acompañará con el visionado de fotografías relacionadas con las ideas claves del texto. Como tarea para casa, se les pide que por grupos base busquen animales clave sin los cuales no podríamos vivir. Cada grupo expondrá los resultados con una presentación oral sobre los animales elegidos.

**Objetivos:**

- Valorar la importancia de los seres vivos en nuestras vidas y en el planeta.
- Aprender las ideas clave del texto como: pérdida de ecosistemas, red trófica, calidad del aire y otros conceptos que se quieran trabajar.
- Fomentar el trabajo en equipo con las metodologías utilizadas.
- Fomentar el carácter crítico ante la exposición de la información en la lectura compartida para que aprendan a expresarse con claridad utilizando la terminología científica adecuada.

**Estrategias:** lectura compartida, juego de palabras, estructura 1-2-4.

**Agrupamientos:** por grupos pequeños.

**Material utilizado:** texto facilitado por el profesor, ordenador, cartulinas, rotuladores.

**Evaluación:** cartulina de la red trófica, autoevaluación y coevaluación de las presentaciones y evaluación por parte del profesor.

## Actividad 10: ¿Es suelo todo lo que pisas? ¿Qué es el suelo? ¿Para qué se usa?

**Nº de sesiones:** 2

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza

**Competencias:** 1, 2, 3, 4, 5

**Breve descripción:** la actividad dará comienzo con el folio giratorio para establecer de manera conjunta el concepto de suelo.

Una vez comprendido el concepto, se sale a campo para recoger diferentes muestras de suelo. Además se realizará una práctica de laboratorio sobre textura, estructura y la importancia de la cubierta vegetal para el suelo denominada "Suelo desnudo busca hojarasca" elaborada por CREAM.



Figura 20: Práctica "Suelo desnudo busca hojarasca" de CREAM. Fuente: [Blog.cream.cat](http://Blog.cream.cat)

Una vez visto estos parámetros, se procederá a hacer un repaso mediante la actividad del juego de palabras sobre el concepto suelo. Esta actividad irá acompañada de imágenes (rocas, suelo rico en humus, suelo arenoso, etc.) que refuercen el concepto principal.

Con toda la información vista elaborarán un mapa conceptual toda la clase donde marcarán los conceptos clave aprendidos. Además este mapa lo completarán una vez hecha también la actividad Jigsaw sobre problemática de suelos que se describirá a continuación.

**Objetivos:**

- Entender el concepto de suelo como un conglomerado de muchos factores abióticos y bióticos
- Trabajar la idea alternativa de que el suelo no es solo aquello que se pisa
- Comprender el papel de la vegetación y la hojarasca como protector del suelo
- Papel del suelo como filtro natural

**Estrategias:** el juego de palabras, prácticas de laboratorio, folio giratorio y mapa conceptual a cuatro bandas.

**Agrupamientos:** individual, grupo mediano, grupo grande.

**Material utilizado:** material de laboratorio, cmaptools, y material facilitado por el profesor.

**Evaluación:** ficha práctica de laboratorio, autoevaluación, coevaluación y evaluación del propio profesor sobre el comportamiento, el trabajo realizado y la actitud hacia los compañeros.



## **Actividad 11: ¡S.O.S Suelos! ¿Crees que el sistema acuapónico puede ser una alternativa ante los problemas a los que se enfrenta el suelo?**

**Nº de sesiones:** 3

**Áreas:** ciencias del medio ambiente

**Competencias:** 1, 2, 3, 5, 7

**Breve descripción:** Introducción con la pregunta motriz y el siguiente fragmento de la FAO: “El cuidado del suelo es esencial para la supervivencia de la raza humana. El suelo produce la mayor parte de los alimentos necesarios, fibras y madera. Y sin embargo, en muchas partes del mundo, el suelo ha quedado tan dañado por un manejo abusivo y erróneo que nunca más podrá producir bienes (FAO, 1976)”.

Acercamiento a las problemáticas del suelo. Por grupos se les facilitarán textos relacionados con:

- Degradación
- Erosión
- Salinidad
- Explotación minera (relacionada con la campaña elaborada por el instituto sobre la explotación de coltán).

Se utilizará la metodología de El rompecabezas, donde a cada miembro del grupo se le proporciona un fragmento del tema global y se tendrán que reunir los integrantes de los equipos que les ha tocado la misma parte formando el grupo de expertos. Este grupo de expertos tendrá que elaborar su propia presentación oral presentando los problemas, las posibles soluciones (si es que las hay) y responder a la pregunta motriz. Luego con el grupo grande se juntará toda la información y se pondrá en común entre todos.

Fragmento ejemplo de la parte: Salinización

Hacia el 3000 a.C. Sumeria era la región más desarrollada del mundo, allí se inventó por primera vez la escritura. Pero ¿qué pasó para que esa región perdiera el tren de la civilización y ya hacia el 1500 a.C. fuera una región empobrecida y decadente desprovista de interés económico para los sucesivos imperios? Curiosamente los amplísimos registros escritos de Sumeria, nos permiten reconstruir lo que pasó. En el período de la primera dinastía las principales ciudades estado -Kish, Uruk, Ur y Lagash- eran sociedades militaristas con suficientes excedentes cerealísticos como para alimentar a numerosos burócratas-sacerdotes y soldados.

La base de todo era un sistema agrícola de alto rendimiento basado en una intrincada red de canales de irrigación entre el Eufrates y el Tigris. Este sistema sin embargo tenía un grave problema, la salinización. Hacia el 3500 a.C. en Mesopotamia, se cultivaban cantidades aproximadamente iguales de trigo y cebada. Pero el trigo solo puede soportar una salinidad del 50%, de los registros de los templos sabemos que cada vez se fue cultivando una menor cantidad de trigo.

Hacia el 2500 a.C. el trigo solo suponía un 15% del total, hacia el 2100 a.C. el trigo solo suponía 2% del total y en algunas ciudades como en Ur ya no se cultivaba trigo en absoluto. Hacia el 2000 a.C. también Isin y Larsa habían abandonado también el trigo, y hacia el 1700 a.C. los niveles de sal eran tan altos que ya no se cultivaba trigo en ninguna región de sumeria.

Todavía más importante que la sustitución del trigo por la cebada fue el descenso de las cosechas en toda la región. Por los registros de tablillas de arcilla de los templos sabemos que hacia el 2400 a.C. la producción total todavía era alta, en algunas regiones, tan alta como la de la Europa Medieval o incluso mayor. El uso de nuevas tierras más pobres había sido el recurso para mantener la producción, pero llegó un momento que esto dejó de ser factible. Entre el 2400 a.C. y el 2100 a.C. la producción había caído ya un 42%, en el 1700 a.C. la producción ya era un 65% menor. Un documento del año 2000 a.C. de Cristo nos dice que "la tierra se volvió blanca" una referencia clara a los afloramientos salinos que cubrían ya algunas zonas. Los hechos los conocemos, las ciudades estado sumerias aquejadas por la escasez progresiva de excedentes con los cuales mantener un ejército y una costosa administración, perdieron su independencia en el 2370 a.C. ante Sargón de Akkad.

Figura 21: Fragmento resumen problemáticas del suelo. Salinización. Fuente: material facilitado durante el Master de Profesorado de Secundaria. Complementos de Geología.

### Objetivos:

- Conocer las problemáticas de los suelos en la actualidad
- Dar a entender la estrecha relación entre el suelo y el desarrollo humano
- Crear la interdependencia positiva haciendo ver al alumnado que cada miembro del grupo es imprescindible para completar la actividad
- Conocer las problemáticas derivadas de la pérdida de suelos

**Estrategias:** método El rompecabezas ("Jigsaw")

**Agrupamientos:** individual, grupo pequeño y grupo grande.

**Material utilizado:** ordenadores, textos facilitados por el profesor.

**Evaluación:** presentación oral, autoevaluación, coevaluación y evaluación del propio profesor sobre el comportamiento, el trabajo realizado y la actitud hacia los compañeros

## **Actividad 12: ¿Cuántos litros de agua se necesitan para hacer tu desayuno? ¿Y tus pantalones?**

**Nº de sesiones:** 2

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza

**Competencias:** 1, 3, 5, 6

### **Breve descripción:**

Lectura compartida de textos relacionados de la UNESCO y análisis del problema. Elaboración de un listado con los conceptos que comprenden y que no comprenden. Por grupos base se les pide que entren en la página web <http://waterfootprint.org/en/> y tiene que calcular la huella hídrica de su desayuno y otros datos de interés como sus pantalones. Tienen que contestar a la siguiente pregunta para elaborar un informe: ¿de qué depende que la huella hídrica sea mayor o menor en un desayuno y otro? Ahora en el grupo grande, elaborarán iconografías con la información recopilada y la expondrán por los pasillos del instituto.

Para finalizar, tendrán que responder por grupos, mediante la metodología lápices al centro, si creen que el sistema de producción acuapónico de peces y plantas es un sistema que puede reducir la huella hídrica.

### **Objetivos:**

- Conocer el concepto de huella hídrica y agua virtual.
- Conocer la relación entre consumo y uso del agua.
- Valorar la importancia del agua como recurso escaso.
- Concienciar al alumnado sobre los patrones de consumo del agua.

**Estrategias:** lectura compartida, lápices al centro, uso de las TICs.

**Agrupamientos:** grupo base y grupo grande.

**Material utilizado:** material facilitado por el profesor, ordenadores,

**Evaluación:** informe, iconografías, autoevaluación, coevaluación y evaluación del propio profesor sobre el comportamiento, el trabajo realizado y la actitud hacia los compañeros.

### Actividad 13: ¿Por qué llevan los ríos agua cuando no llueve?

¿En qué se parece y en qué se diferencia la circulación del agua en nuestro ecosistema acuapónico con la circulación real del agua a nivel planetario?

**Nº de sesiones:** 2

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza

**Competencias:** 1, 3, 5, 6

**Breve descripción:**

En el grupo grande observarán y analizarán la circulación del agua por el (eco) sistema, extrapolación a nivel planetario donde tendrán que elaborar una presentación oral donde muestren a sus compañeros cómo es el ciclo del agua y un informe donde muestren sus observaciones, hipótesis realizadas, y conclusiones finales. En esta presentación oral tienen que responder a la pregunta del problema y se les recordará la práctica realizada sobre el suelo con hojarasca. Se corregirá entre todos ya que hay muchas ideas alternativas en el área de hidrogeología y se les pondrá el video del CREAM donde explican con simulaciones la respuesta correcta. Disponible en: <http://blog.creaf.cat/es/conocimiento/por-que-los-rios-llevan-agua-cuando-no-llueve/>

**Objetivos:**

- Promover el método científico (Observación-Hipótesis-Comprobación-Conclusiones)
- Conocer el ciclo del agua
- Relacionar las distintas partes del sistema acuapónico con el ciclo real
- Valorar la importancia del agua y del suelo como recursos no renovables
- Valorar el papel del suelo no solo como sustento de seres vivos sino como filtro natural
- Valorar la importancia de los bosques y los acuíferos

**Estrategias:** aprendizaje basado en proyectos.

**Agrupamientos:** grupo base y grupo grande.

**Material utilizado:** material facilitado por el profesor, ordenadores, materiales para realizar la maqueta.

**Evaluación:** informe, coevaluación y autoevaluación de las presentaciones, además de las evaluaciones que realice el profesor.

## **Actividad 14: ¿Se podría mantener nuestro ecosistema en equilibrio si añadimos más comida para los peces? ¿Qué diferencias hay entre las muestras recogidas?**

**Nº de sesiones:** 2

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza, Matemáticas.

**Competencias:** 1, 2, 3, 6, 7

**Breve descripción:** Esta actividad se realizará si elaboran varios módulos acuapónicos. Observación del proceso de eutrofización con la adición de mayor cantidad de nutrientes al agua. Si se realizan pequeños módulos acuapónicos, se pueden hacer numerosas actividades relacionadas ya que se puede hacer una observación y seguimiento de la cantidad de nutrientes que se añaden al medio acuático comparando cantidades y tipos de nutrientes a añadir, velocidad de eutrofización, etc.

Realizar práctica de laboratorio de observación de organismos en el ecosistema contaminado, recogida de muestras de un río cercano y muestra de agua del grifo.

Recopilación diaria de las observaciones en un diario de abordo que añadirán a la plataforma Moodle habilitada para las clases de 1º ESO. Con los resultados obtenidos escribirán breve informe técnico para el ayuntamiento donde explicarán el proceso de eutrofización natural y antrópico, y las estrategias para evitar la contaminación de ecosistemas lóticos en Pamplona.

### **Objetivos:**

- Aprender las propiedades del agua
- Conocer los principales agentes de contaminación de las aguas
- Conocer las alteraciones que sufre un ecosistema con la entrada de nutrientes provenientes de la agricultura y otras prácticas antrópicas.
- Aprender el concepto de eutrofización y el papel de las algas en el proceso
- Valorar los ecosistemas como formas sensibles y susceptibles a cambios

**Estrategias:** prácticas laboratorio, informe técnico.

**Agrupamientos:** grupo grande y grupos pequeños.

**Material utilizado:** módulos de acuaponía, cuadernos, ordenadores.

**Evaluación:** informe de prácticas, cuaderno de grupo con las observaciones recogidas, autoevaluación, coevaluación y evaluación del profesor.

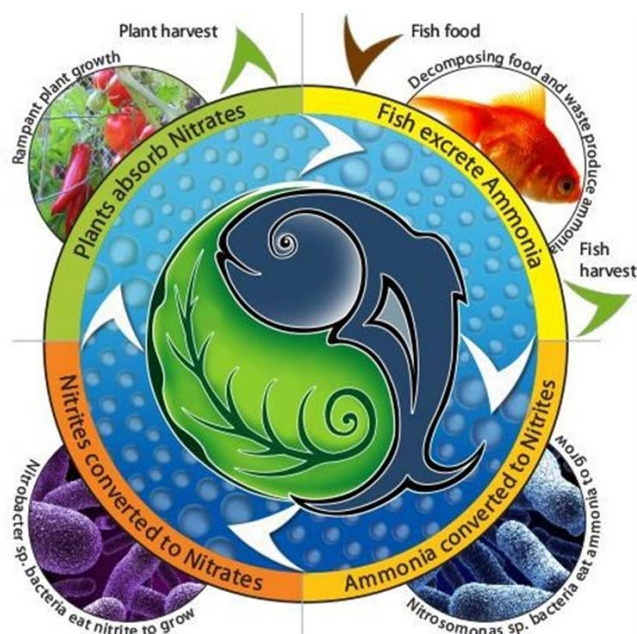
**Actividad 15: Bacterias en las manos ¡no!, pero... ¿Y en las rocas? ¿Las bacterias pueden limpiar? ¿Por qué es importante la atmósfera para nuestro sistema acuapónico?**

**Nº de sesiones:** 2

**Áreas:** Biología y Geología

**Competencias:** 1, 2, 3, 6

**Breve descripción:** se pretende realizar esta actividad dentro de la campaña de concienciación de Basoko sobre "La importancia de lavarse las manos" desarrollada por el departamento de Biología y Geología. Vamos a utilizar los jabones elaborados en los talleres.



**Figura 22: Ciclo del nitrógeno en el sistema acuapónico. Fuente: [backyardaquaponics.com](http://backyardaquaponics.com)**

Como excusa, veremos la importancia del papel de las bacterias en el sistema acuapónico.

La actividad consiste en hacer una representación teatral sobre las bacterias. Los grupos base se juntan para idear las estrategias y hacer un guión, el profesor en todo momento les acompaña durante el desarrollo. Se escribirán palabras clave en la pizarra que guíen a los estudiantes como: % de nitrógeno, nitrificación, etc. Entre todos crearán el ciclo del nitrógeno a nivel planetario y cómo se mueve por el sistema acuapónico.

Podrán disfrazarse de plantas, peces, bacterias, lo que crean conveniente para apoyarse en la representación ya que puede resultar un poco complicado el concepto, por lo menos hacerlo ameno y divertido.

**Objetivos:**

- Concienciar al alumnado sobre la importancia de la higiene de las manos
- Eliminar la idea alternativa de que TODOS los microorganismos son todos negativos para el ser humano.
- Conocer el papel del Nitrógeno dentro del sistema de acuaponía
- Conocer el ciclo del nitrógeno

**Estrategias:** representación teatral.

**Agrupamientos:** grupos base y grupo grande.

**Material utilizado:** ordenador, cuaderno de grupo, disfraces, y lo que a ellos se les ocurra.

**Evaluación:** guión del proceso, autoevaluación, coevaluación y evaluación del propio profesor sobre el comportamiento, el trabajo realizado y la actitud hacia los compañeros.

## Actividad 16: Te protejo, te doy oxígeno... ¿Qué haces tú por mí?

**Nº de sesiones:** 2

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza

**Competencias:** 1, 2, 3, 4, 5, 6

### Breve descripción:

Actividad que se crea el nuevo congreso de la ACBasoko (Acción por el Clima en Basoko). La clase dividida en tres grupos debatirá las causas, consecuencias y soluciones al cambio climático. El objetivo principal es contestar a la pregunta: ¿Qué propones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero?

Debate mediante opiniones enfrentadas, en el caso de existir conceptos no entendidos o no se llegue a priori un acuerdo, se utilizará la dinámica de las dos columnas para decidir en consenso la solución del problema planteado. Tendrán que recopilar información que ha sido vista durante el curso como base para el debate. Con la información obtenida, el grupo mediador se encargará de recopilarla y crear una infografía para repartir a las familias. No hay mejor transmisor que los estudiantes informados.

Forma parte de la campaña "Ven al instituto en bicicleta" como reto de la movilidad sostenible que se desarrollará todo el año. Consiste en que si hay más de 25 bicicletas aparcadas en el instituto cada mañana durante una semana, todos los propietarios entran en un sorteo con premio para el ganador. Dentro de este lote se pueden incluir los productos obtenidos de la acuaponía.

### Objetivos:

- Conocer el papel fundamental de la atmósfera en la vida de los seres vivos.
- Fomentar el espíritu crítico
- Promover el debate entre el alumnado
- Aprender a escuchar, compartir y respetar la información con los compañeros

**Estrategias:** debate, crear infografía.

**Agrupamientos:** grupo grande y grupos pequeños.

**Material utilizado:** ordenador, apuntes, uso de la biblioteca del instituto.

**Evaluación:** autoevaluación, coevaluación y evaluación de la infografía así como el debate y la información obtenida tras el consenso.



**Actividad 17: ¿Vivimos mejor que hace cincuenta años o será dentro de otros cincuenta cuando vivamos mejor? ¿Nos pueden ayudar las nuevas tecnologías para mejorar nuestros hábitos, la eficiencia del consumo y nuestro entorno?**

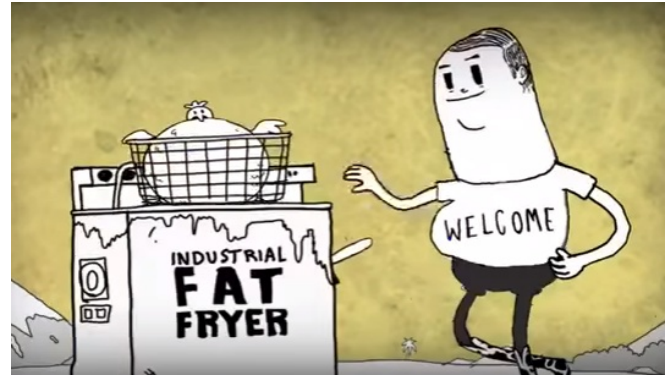


Figura 23: Fragmento del video "Contaminación del mundo animado". Fuente:

<https://www.youtube.com/watch?v=bR2X6sqsAiY>

**Nº de sesiones:** 2

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza

**Competencias:** 1, 2, 3, 5, 6

**Breve descripción:** Comenzaremos con el visionado de "Contaminación del mundo animado" una animación acerca del abuso del hombre sobre los recursos naturales.

Luego se hará una comparativa de uso de los recursos hace cincuenta años y ahora. Por grupos pensarán acerca de las preguntas emitidas. Visionado de videos sobre el consumo eficiente, arquitectura sostenible, ingeniería sostenible y cambios de nuestros hábitos. Por ejemplo, destacar la labor de un grupo de estudiantes que elaboró un proyecto sobre "Cáscaras de pipas para calentar las duchas del Camp Nou":

[http://www.lasexta.com/noticias/ciencia-tecnologia/cargar-un-smartphone-calentar-una-ducha-los-nuevos-y-multiples-usos-de-una-planta\\_2016060557542ce26584a8ec215c55a3.html](http://www.lasexta.com/noticias/ciencia-tecnologia/cargar-un-smartphone-calentar-una-ducha-los-nuevos-y-multiples-usos-de-una-planta_2016060557542ce26584a8ec215c55a3.html)

Se podría invitar a personas relacionadas con estas áreas como Mikel Baztan, actual encargado de las zonas verdes y jardines de Pamplona para que nos explique este tipo de procedimientos amigables con el medio ambiente. Como ejemplo de proyectos tenemos las bioconstrucciones del parque de los sentidos o el proyecto de mejoramiento de la cafetería del Lago de Barañain con jardines verticales como método de aislamiento y reducción del impacto visual.

Una forma de plantear cambios para hacer un consumo más responsable de los recursos sería proponer la siguiente pregunta: ¿Propondrías mejoras en el sistema acuapónico para que sea más respetuoso con el medio ambiente? Se realizará una reunión con los alumnos de segundo de la ESO para que nos aporten ideas interesantes acerca de las energías renovables y así mejorar nuestro sistema de acuaponía y que sea lo más sostenible posible, por ejemplo, instalar paneles solares para alimentar el sistema de bombas, idear un sistema de recogida de agua de lluvia para alimentar al mismo o utilizar materiales que sean respetuosos con el medio ambiente. Se pretende que elaboren un pequeño informe donde expliquen los resultados obtenidos y las mejoras para el año que viene.

**Objetivos:**

- Valora el esfuerzo humano para el desarrollo de tecnologías amigables con el medio ambiente que sea como herramienta para un desarrollo social sostenible.
- Conocer otras áreas de estudio relacionadas con la tecnoecología, bioconstrucciones, etc.
- Proponer estrategias de cambio en nuestro hábito en cuanto al consumo de recursos naturales.

**Estrategias:** lápices al centro, ideas enfrentadas.

**Agrupamientos:** individual, grupo grande junto a otros cursos.

**Material utilizado:** material facilitado por el profesor.

**Evaluación:** reflexión individual, coevaluación, autoevaluación, y participación en las charlas como agente de aprendizaje activo.

## **Actividad 18: Draw my acuaponic!**

**Nº de sesiones:** 4

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza, Matemáticas, Tecnología, Plástica.

**Competencias:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

### **Breve descripción:**

Actividad que se desarrollará durante todo el curso. Entre todos los alumnos elaborarán un video “Draw my life” donde tendrán que explicar en qué consiste el sistema, cómo se construyó y qué han aprendido con él. Una vez realizado, se pretende realizar una exposición a los padres, personas interesadas o representantes de órganos o entidades del barrio para dar a conocer esta técnica de producción.

### **Objetivos:**

- Trabajar con las TICs
- Transmitir a personas de su entorno lo aprendido, así como valores y metodologías que pueden aplicar en sus casas.
- Crear un encuentro para el intercambio de saberes intergeneracionales, interculturales, etc.

**Estrategias:** grabación de los pasos de construcción, temas tratados, los beneficios que aporta, etc. Exposición oral y visionado de video a los padres y demás personas.

**Agrupamientos:** grupo grande

**Material utilizado:** cámara, ordenador, cuadernos, lápices de colores, rotuladores y demás materiales para manualidades.

**Evaluación:** hoja de cronograma con los pasos seguidos mensualmente, autoevaluación, coevaluación y evaluación del propio profesor sobre el comportamiento, el trabajo realizado y la actitud hacia los compañeros.

## Actividad 19 Conclusión: ¿Entonces la acuaponía es un (eco) sistema sostenible? ¿Qué hemos aprendido con este proyecto?

**Nº de sesiones:** 3

**Áreas:** Ciencias de la naturaleza

**Competencias:** 1, 2, 4, 6, 7

**Breve descripción:** poner en común toda la información vista a lo largo del año mediante un folio giratorio, que cada alumno añade información que crea más relevante. También los alumnos podrán realizar preguntas abiertas o hablar acerca de los temas que más les han interesado.

Entregarán el mapa conceptual de sostenibilidad que comenzaron el primer día con el teatro de los aztecas.

Como detalle final, hacerles entrega a todos ellos de unos diplomas (véase anexo diploma).  
"Por el poder que me ha sido otorgado yo os declaro ¡Ciudadanos concienciados con el medio ambiente y alumnos ejemplares!"

**Objetivos:**

- Reforzar lazos de grupo mediante las técnicas de ABP
- Fomentar relaciones sinérgicas con alumnos de cursos superiores
- Hacer seguimiento de las valoraciones de los estudiantes acerca del proyecto

**Estrategias:** lápices al centro, mapa conceptual a cuatro bandas, preguntas abiertas.

**Agrupamientos:** grupo grande y grupo pequeño.

**Material utilizado:** ordenador, cmaptools.

**Evaluación:** mapa conceptual, informes de seguimiento, informe de logros y posibles mejoras.

## EVALUACIÓN

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

#### *Del propio proyecto trianual relativo al medio ambiente*

- Obtener, seleccionar y valorar informaciones relacionadas con la salud y la alimentación.
- Valorar el cuidado del medio ambiente y su importancia para la salud humana.

#### *De la asignatura de biología y geología*

- Conocer la existencia de la atmósfera y las propiedades del aire, llegar a interpretar cualitativamente fenómenos atmosféricos y valorar la importancia del papel protector de la atmósfera para los seres vivos, considerando las repercusiones de la actividad humana en la misma.
- Explicar, a partir del conocimiento de las propiedades del agua, el ciclo del agua en la naturaleza y su importancia para los seres vivos, considerando las repercusiones de las actividades humanas en relación con su utilización.
- Reconocer que los seres vivos están constituidos por células y que llevan a cabo funciones vitales que les diferencian de la materia inerte. Identificar y reconocer las peculiaridades de los grupos más importantes, utilizando claves dicotómicas para su identificación.
- Reconocer la necesidad de respetar las instrucciones de funcionamiento y utilización del material de laboratorio; de seguir el protocolo establecido en la realización del trabajo de laboratorio y en la presentación del informe correspondiente.
- Expresar y comprender textos y mensajes científicos, oralmente y por escrito, empleando vocabulario específico y conceptos fundamentales del área.

*Establecido por el DF24/2015, de 22 de Abril por el que se establece el currículo de las enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra*

#### **BLOQUE 1. –Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica.**

- Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto preciso y adecuado a su nivel.
- Buscar, seleccionar e interpretar la información de carácter científico y utilizar dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con el medio natural y la salud.

- Realizar un trabajo experimental con ayuda de un guión de prácticas de laboratorio o de campo describiendo su ejecución e interpretando sus resultados.

### **BLOQUE 2. –La Tierra en el Universo**

- Analizar las características y composición de la atmósfera y las propiedades del aire.
- Investigar y recabar información sobre los problemas de contaminación ambiental actuales y sus repercusiones, y desarrollar actitudes que contribuyan a su solución.
- Reconocer la importancia del papel protector de la atmósfera para los seres vivos y considerar las repercusiones de la actividad humana en la misma.
- Describir las propiedades del agua y su importancia para la existencia de la vida.
- Interpretar la distribución del agua en la Tierra, así como el ciclo del agua y el uso que hace de ella el ser humano.
- Valorar la necesidad de una gestión sostenible del agua y de actuaciones personales, así como colectivas, que potencien la reducción en el consumo y su reutilización.
- Justificar y argumentar la importancia de preservar y no contaminar las aguas dulces y saladas.
- Seleccionar las características que hacen de la Tierra un planeta especial para el desarrollo de la vida.

### **BLOQUE 3. –La biodiversidad en el planeta Tierra**

- Conocer los postulados de la teoría celular. Determinar las características que diferencian a los seres vivos de la materia inerte.
- Describir las funciones comunes a todos los seres vivos. Diferenciar nutrición autótrofa y nutrición heterótrofa. Diferenciar reproducción sexual y asexual.
- Enumerar ordenadamente las categorías taxonómicas desde reino hasta especie definir este último taxón y explicar el significado de la nomenclatura binomial que se aplica para nombrar las especies.
- Conocer y aplicar los criterios que sirven para clasificar a los seres vivos en sus diferentes reinos.
- Conocer algunos de los grupos que integran las principales categorías taxonómicas incluidas en los reinos animal y vegetal. Describir las características generales de los organismos que se incluyen en cada uno de los reinos y clasificar en sus taxones correspondientes a algunos de los animales y plantas más comunes.
- Caracterizar a los principales grupos de invertebrados y vertebrados.
- Determinar a partir de la observación las adaptaciones que permiten a los animales y a las plantas sobrevivir en determinados ecosistemas.
- Utilizar claves dicotómicas u otros medios para la identificación y clasificación de animales y plantas.

- Diferenciar los grandes grupos en que se clasifican las plantas, describir la manera en que llevan a cabo sus funciones vitales y reconocer la importancia de estas para la vida.

#### **BLOQUE 7. –Proyecto de investigación**

- Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias del trabajo científico.
- Elaborar hipótesis y contrastarlas a través de la experimentación la observación y la argumentación.
- Utilizar fuentes de información variada, discriminar y decidir sobre ellas y los métodos empleados para su obtención.
- Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en equipo.
- Exponer, y defender en público el proyecto de investigación realizado.

Además de los criterios establecidos por la normativa, se tendrán en cuenta los siguientes:

- Entender la diversidad cultural como el aporte y contribución de los pueblos a elementos como la cocina, cultura y en este caso, el que más nos interesa, la agricultura como patrimonio cultural.
- Valorar la importancia del consumo responsable basado en las 3Rs.
- Exponer nuestros puntos de vista respetando la opinión de los demás.
- Motivar a nuestros compañeros para crear un ambiente agradable y dinámico.

#### **Mínimos exigibles de la asignatura**

- Los seres vivos del planeta: clasificación en los cinco Reinos.
- Características generales de plantas y de animales.

## INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será continua y, para ello, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

### 1. Observación directa

Mediante un seguimiento directo y continuo se trata de realizar una evaluación permanente tomando notas y datos que tienen que ver con su evolución en el proceso de aprendizaje como: interés por el trabajo, comportamiento, actitud, razonamiento, participación, intervención en los debates, creatividad, hábitos de trabajo, habilidades y destrezas en el trabajo experimental, etc.

### 2. Cuaderno de actividades del equipo

En el cuaderno irán reflejadas todas las actividades realizadas en el proceso docente. Se tienen en cuenta la expresión escrita, corrección de actividades, limpieza, etc. Evaluación del cuaderno de equipo, debe estar formado por:

- Nombre del equipo
- Componentes del equipo
- Cargos y funciones
- Normas de funcionamiento
- "Planes de equipo"
- "Diario de las sesiones"
- Revisiones periódicas del equipo

### 3. Evaluación del trabajo en equipo

- Dimensión grupal en los equipos base: a través de los planes de equipo y revisiones periódicas
- Dimensión grupal en el conjunto de la clase
- Dimensión individual

### 4. Utilización de las TIC en la entrega de trabajo y actividades

### 5. Evaluación de las actividades de aprendizaje

Resulta interesante evaluar las actividades para valorar la capacidad de síntesis, aplicación del método científico, resolución de ejercicios y contenidos transversales en el alumnado.

Es necesario tener en cuenta los datos aportados por los alumnos y alumnas sobre sus propios rendimientos, sobre la valoración que son capaces de hacer de sí mismos y de las tareas que realizan. Es importante conocer el grado de interés que tienen para ellos las actividades realizadas.

### 6. Elaboración de pruebas escritas

7. **Autoevaluación y Coevaluación:** Se apoyará de las rúbricas que se presentan en el documento anexos.



Sabiendo esto, los porcentajes de evaluación podrían ser los siguientes:

<b>Observación directa del alumno (interés, comportamiento, respeto, motivación...)</b>	5%
<b>Autonomía en la realización de los ejercicios, resúmenes, etc...así como la buena presentación de ellos y la puntualidad en la entrega</b>	5%
<b>Examen escrito de cada unidad didáctica</b>	40%
<b>Informes de las prácticas de laboratorio y las actividades realizadas en clase y en casa: cuestiones, resúmenes, etc.</b>	30%
<b>Interrelación con otras asignaturas como matemáticas, tecnología y plástica</b>	10%
<b>Autoevaluación y coevaluación</b>	10%

Para que los estudiantes superen la asignatura deben de haber estado presentes en las actividades prácticas ya que no son recuperables y, entregado las fichas, informes o trabajos relacionados. Además estas entregas deben de tener una nota mínima de 5 para poder aprobar.

Estos porcentajes pueden ser susceptibles a cambios en casos extremos (situaciones de enfermedad, alumnos muy conflictivos, etc.) Por otra parte, se valorará positivamente cualquier entrega adicional.

Y por supuesto se tendrá en cuenta los cuidados prestados al sistema acuapónico y a los organismos que en él viven.

## 6. VALORACIÓN PERSONAL

Esta propuesta de ABP puede funcionar perfectamente en el contexto del centro gracias a la propuesta trianual que comenzará a desarrollarse el año que viene en Basoko. Se proponen una gran variedad de actividades que casan con el sistema acuapónico. Y es que, mediante el desarrollo de este proyecto estaremos marcando una de las líneas de actuación para favorecer la salud y el desarrollo personal del alumnado y es la temática de la salud y el medioambiente cuyo concepto clave es la sostenibilidad.

A pesar que en países como Estados Unidos o a nivel europeo, Eslovenia y Suiza ya han hecho estudios acerca de las ventajas que supone la implantación de este sistema en las aulas, en España muy pocos centros se atreven a desarrollarlo (casos excepcionales de Andalucía con el aula del mar). En gran medida es por los costes de implantación pero estos costes se pueden abaratar si se eligen los materiales adecuados, incluso optando por el reciclaje.

Por otra parte, ya que no lo he destacado en la justificación del principio del documento, creo que supone un esfuerzo doble por parte del docente ya que debe tener una gran implicación en la realización del sistema, estar presente en todo el proceso de construcción, desarrollo y cierre y, además abarcar con todos los conceptos que puede enseñar. El más importante es el mencionado anteriormente, la sostenibilidad. Parece ser que suele ser un concepto que trae de cabeza a más de uno.

En cuanto al desarrollo del trabajo fin de master, durante la elaboración de la propuesta han surgido pequeños contratiempos fruto de la inexperiencia no solo como docente, sino a la completa ignorancia en cuanto a las metodologías de aprendizaje basado en proyectos se refiere. Formas de organización, planificación del proyecto, etc. Por eso creo, y como he disfrutado tanto con la elaboración de la propuesta, se deberían dar más peso y dedicar más tiempo a asignaturas de este tipo en el master al igual que hacer proyectos conjuntos con otras especialidades para fomentar la comunicación entre futuros departamentos didácticos.

Aun así, veo un futuro prometedor a estas metodologías y con ellas el aumento de aulas sostenibles que pongan en marcha proyectos de este tipo. Porque se podrán enlazar con otras áreas relacionadas con las humanidades, por ejemplo el acercamiento de carreras como trabajo social a las aulas, que pueden crear un verdadero conglomerado de conceptos y aptitudes que ayuden a una formación más completa del alumnado. Recuerdo otra vez el proyecto "el milagro de los peces" del barrio Polígono Sur de Sevilla.

Yo espero que estas estrategias sirvan para educar mentes inquietas con ánimo de aprender y compartir los conocimientos aprendidos, crear esos espacios de encuentro para el intercambio de saberes intergeneracionales, interculturales que creen un sentido de pertenencia en nosotros.

Solo me queda añadir que crear un ecosistema simbiótico para la enseñanza es muy enriquecedor por el estudio directo con los seres vivos, el acercamiento al mundo de los microorganismos, ¡el estudio de los cinco reinos en un solo receptáculo!, y porque la biodinamia es un tema para unos pocos, que, tranquilamente se podría relacionar el estudio de los astros con las fases de crecimiento de los cultivos. Pero eso lo dejamos para otra ocasión.

## 7. POR SI HAY DUDAS...

**Acuicultura** De acui- y -cultura.

1. Cultivo de especies acuáticas vegetales y animales.
2. Conjunto de técnicas y conocimientos relativos al cultivo de especies acuáticas.

**Hidroponía** De hidro- y un der. del gr. πόνος pónos 'labor'.

1. Bot. Cultivo de plantas en soluciones acuosas, por lo general con algún soporte de arena, grava, etc.

**Sustrato** Del lat. substrātus, part. pas. de substernere 'extender bajo el suelo', 'poner como lecho'.

1. Estrato que subyace a otro.
2. Biol. Lugar que sirve de asiento a una planta o un animal fijo.

**Sustrato inerte:** Un sustrato es un medio sólido e inerte, que protege y da soporte a la planta para el desarrollo de la raíz en las hortalizas y flores, permitiendo que la "solución nutritiva" se encuentre disponible para su desarrollo.

**Nitrificación:** La nitrificación es la oxidación biológica de amonio con oxígeno en nitrito, seguido por la oxidación de esos nitritos en nitratos. La nitrificación es una etapa importante en el ciclo del nitrógeno en los suelos. Este proceso fue descubierto por el microbiólogo ruso Sergei Winogradsky y en realidad consiste en dos procesos distintos:

- Nitrificación. Partiendo de amonio se obtiene nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). Lo realizan bacterias de, entre otros, los géneros Nitrosomonas y Nitrosococcus.
- Nitratación. Partiendo de nitrito se produce nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Lo realizan bacterias del género Nitrobacter.

**Ahuejote** Del náhuatl ahuexotl 'sauce de agua'.

1. Méx. Árbol originario de América, de la familia de las salicáceas, de hasta quince metros de altura, con hojas de bordes finamente aserrados, plateadas en el envés, flores masculinas y femeninas de color amarillo o blanco, dispuestas en espiga, y frutos en cápsulas pequeñas de color pardo.

**Carrizo** Del lat. \*cariceus, de carex, -ícis.

1. Planta gramínea, con la raíz larga, rastrera y dulce, tallo de dos metros, hojas planas, lineares y lanceoladas, y flores en panojas anchas y copudas. Se cría cerca del agua y sus hojas sirven para forraje. Sus tallos servían para construir cielos rasos, y sus panojas, para hacer escobas.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bases teóricas

- Sanz de Acedo Baquedano, M. Principales teorías del aprendizaje. Material facilitado en Desarrollo y aprendizaje en la adolescencia. Pamplona. Universidad Pública de Navarra. 2015.
- Hernández Rojas Gerardo. Módulo Fundamentos del Desarrollo de la Tecnología Educativa (Bases Psicopedagógicas). Coordinador: Frida Díaz Barriga Arceo. México: Editado por ILCE- OEA 1997.
- Valero-García, M. y Navarro, J.J. 2008. *La planificación del trabajo del estudiante y el desarrollo de su autonomía en el aprendizaje basado en proyectos*. Capítulo 9 de “El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria” García-Sevilla, J. (Coord.). Universidad de Murcia. Servicio de Publicaciones.
- Imbert Rodríguez, J. Bosco. ¿Qué es y cómo se pone en práctica el aprendizaje cooperativo? Material facilitado en Propuestas de intervención educativa en Biología y Geología. Pamplona. Universidad Pública de Navarra. 2016.
- Muñoz, F. I., Aguayo, J. E., Ruiz, R. O., del Rey Alamillo, R., Marcos, S. A., Rodríguez, J. B. M., ... & Alcaide, F. C. (2010). *Procesos y contextos educativos: Enseñaren las instituciones de educación secundaria* (Vol. 12). Grao.
- Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Madrid: Morata*.
- Pujolàs, P., Lago, J. R., Naranjo, M., Pedragosa, O., Riera, G., Segués, T., ... & Torné, A. (2008). El programa CA/AC (“Cooperar para aprender/Aprender a cooperar”) para enseñar a aprender en equipo.
- Marina, J. (2015). *Despertad al diplodocus*. Barcelona: Ariel.

### Historia de la acuaponía

- *De la Chinampa a la Acuaponia*. (2012). *SistemaSolarUnido*. Retrieved 13 June 2016, from <https://sistemasolarunido.wordpress.com/2012/09/17/de-la-chinampa-a-la-acuaponia/>
- Goteo, F. (2016). *EL MILAGRO de los PECES*. *Goteo.org*. Retrieved 13 June 2016, from <https://www.goteo.org/project/el-milagro-de-los-peces>
- *Chinampas 2.0 Taller / Curso de Chinampas: Cultivo, manejo y elaboración - Hombres de Maíz*. (2016). *Hombres de Maíz*. Retrieved 14 June 2016, from <http://hombresdemaiz.com.mx/chinampas-2-0-taller-curso-de-chinampas-cultivo-manejo-y-elaboracion/>

### Ideas alternativas

- Battista Brero, V., Blanco, A., Prieto, T., & González García, F. (2001). Actividades para la iniciación al concepto de suelo. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 8(30), 55-65.
- Jiménez Aleixandre, M. & Caamaño, A. (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó.
- Fernández Ferrer, G., & González García, F. (2010). Modelos de localización y funcionamiento del agua subterránea en universitarios de ciencias.
- Kirkby, K. (2016). *Misconception List. Introductory Courses*. Retrieved 11 June 2016, from [http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/intro/misconception\\_list.html](http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/intro/misconception_list.html)
- Ferrer, G. F., García, F. G., & González, J. L. M. (2011). El cambio climático y el agua: lo que piensan los universitarios. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(3), 427-438.
- Yus Ramos, R., & Rebollo Bueno, M. (1993). Aproximación a los problemas de aprendizaje de la estructura y formación del suelo en el alumnado de 12 a 17 años. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 265-280.

### Trabajos

- Lewis, W. M.; Yopp, J. H.; Schramm, H. L.; Brandenburg, A. M., 1978. Use of hydroponics to maintain quality of recirculated water in a fish culture system. *Transactions of the American Fisheries Society*. 107:92–99.
- Hart, E. R., Webb, J. B., & Danylchuk, A. J. (2013). Implementation of Aquaponics in Education: An Assessment of Challenges and Solutions. *Science Education International*, 24(4), 460-480.
- Fernandez, S., & Goldsby, K. A. (2015). Construction and Implementation of a Bench-Top Aquaponic System as a Context for Teaching Science in Secondary Schools.
- Union européenne. Commission européenne, & Union européenne. Direction générale de la recherche. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Graber, A., Antenen, N. & Junge, R., (2014) Aquaponic in classrooms as a tool to promote system thinking.
- Hofstetter, U. *Aquaponic ein Unterrichtsmodul über den geschlossenen Kreislauf von Wasser und Nährstoffen*. (2004).
- Graber, A., Antenen, N. & Junge, R., (2014) The multifunctional aquaponic system at ZHAW used as research and training lab.
- 10 great examples of aquaponics in education. (2007). <http://www.aquaponicsjournal.com/>. Retrieved 10 June 2016, from <http://www.aquaponicsjournal.com/docs/articles/Ten-Great-Examples-of-Aquaponics-in-Education.pdf>

## Webs

- *EU Aquaponics Hub: Realising Sustainable Integrated Fish and Vegetable Production for the EU.* (2016). *EU Aquaponics Hub: Realising Sustainable Integrated Fish and Vegetable Production for the EU.* Retrieved 10 June 2016, from <https://euaquaponicshub.com/>
- *Aquaprimieur: polyculture urbaine | Des légumes, des poissons en toutes saisons et sans engrais.* (2015). *Aquaprimieur.fr.* Retrieved 10 June 2016, from <http://www.aquaprimieur.fr/>
- *Get to know Aquaponics - Backyard Aquaponics.* (2016). *Backyard Aquaponics.* Retrieved 10 June 2016, from <http://www.backyardaquaponics.com/>
- *COST | Home.* (2016). *Cost.eu.* Retrieved 10 June 2016, from <http://www.cost.eu/>
- *Aquaponics 101 Part 2.* (2016). *Aquaponicsusa.com.* Retrieved 10 June 2016, from <http://www.aquaponicsusa.com/education/aquaponics-101-part-2.html>
- *Mini Desktop Aquaponics System.* (2013). *tales of a plant geek.* Retrieved 11 June 2016, from <https://talesofaplantgeek.com/aquaponics/mini-desktop-aquaponics-system/>
- Andalucía Profundiza. (2014). *La acuaponia llega a las aulas.* [online] Available at: <http://profundiza.org/la-acuaponia-llega-a-las-aulas/>
- Andalucía Profundiza. (2014). *ACUAPONÍA: CULTIVOS HIDROPÓNICOS Y ACUICULTURA.* [online] Available at: <http://profundiza.org/acuaponia-cultivos-hidroponicos-y-acuicultura/> [Accessed 14 Jun. 2016]. <http://profundiza.org/memoria-final-la-acuaponia-llega-a-las-aulas/>
- Flickr - Photo Sharing!. (2016). *Flickr - Photo Sharing!.* [online] Available at: <https://www.flickr.com/photos/65348482@N07/>
- User, S. (2016). *Acuaponia.* [online] *Auladelmaremprende.es.* Available at: <http://www.auladelmaremprende.es/proyectos/acuaponia>
- Sáenz, A. (2012). *Acuaponía. Herramienta educativa para el aprendizaje transversal....* [online] *GestioPolis - Conocimiento en Negocios.* Available at: <http://www.gestiopolis.com/acuaponia-herramienta-educativa-aprendizaje-transversal-de-las-ciencias/>
- Ciencia y Tecnología: Acuaponia, c. (2014). *Ciencia y Tecnología: Acuaponia, cultivar plantas y peces.* [online] *AulaFacil.com: Los mejores cursos gratis online.* Available at: <http://www.aulafacil.com/articulos/ciencia-y-tecnologia/t1273/acuaponia-cultivar-plantas-y-peces>
- Ana, P. (2016). *Acuaponia, un modelo de aprovechamiento en el cultivo conjunto de peces y plantas | Municipalidad de Santa Ana de los Guacaros, Corrientes, Argentina.* [online] *Santaanadelosguacaros.com.* Available at: <http://www.santaanadelosguacaros.com/?p=4841%20-%20.VzMDutSLSPR#.V1-mttLovGg>
- Experiencias de la acuaponía: Elcorreoweb.es. (2016). «*Para mejorar un barrio marginado, lo primordial es confiar en su gente.*» [online] Available at:

- <http://elcorreoweb.es/sevilla/para-mejorar-un-barrio-marginado-lo-primordial-es-confiar-en-su-gente-BI1129311>
- User, S. (2016). *Proyectos*. [online] Auladelmaremprende.es. Available at: <http://www.auladelmaremprende.es/proyectos>
  - Skyrock. (2015). *Herramienta Educativa Para El Aprendizaje Transversal De Las Ciencias*. [online] Available at: <http://beachrwucuzdpdj.skyrock.com/3265778862-Herramienta-Educativa-Para-El-Aprendizaje-Transversal-De-Las-Ciencias.html>
  - Informe acuapónico:  
Scribd. (2016). *Informe Proyecto Acuaponico*. [online] Available at: <https://es.scribd.com/doc/169575297/Informe-Proyecto-Acuaponico>
  - Proyecto "El milagro de los peces":  
Huertosverdesdelsur.blogspot.com.es. (2015). *VERDES DEL SUR.* [online] Available at: <http://huertosverdesdelsur.blogspot.com.es/>
  - Es.slideshare.net. (2016). *Biofabrica Acuaponica*. [online] Available at: <http://es.slideshare.net/jejimsa/biofabrica-acuaponica>
  - Cds.hawaii.edu. (2016). *UH, HI-DOE and DVR Partner to Expand CTE Pathway to Include All Students in Building 21st Aquaponics Career Skills | Center on Disability Studies*. [online] Available at: [http://www.cds.hawaii.edu/news/01232015/uh-hi-doe-and-dvr-partners-expand-cte-pathway-include-all-students-building-21st?utm\\_campaign=Consideration&utm\\_source=hs\\_email&utm\\_medium=email&utm\\_content=15828865&hsenc=p2ANqtz--7z6ohnk1h2fKP\\_DJHNRZ1w4FezB2XWaruP-7\\_Zt22ZTXCfXmLbBhsfXHmgUMvtfq3wqFvBP8FKrAGMQ0iEqjtN5mlyw&hsmi=15828865](http://www.cds.hawaii.edu/news/01232015/uh-hi-doe-and-dvr-partners-expand-cte-pathway-include-all-students-building-21st?utm_campaign=Consideration&utm_source=hs_email&utm_medium=email&utm_content=15828865&hsenc=p2ANqtz--7z6ohnk1h2fKP_DJHNRZ1w4FezB2XWaruP-7_Zt22ZTXCfXmLbBhsfXHmgUMvtfq3wqFvBP8FKrAGMQ0iEqjtN5mlyw&hsmi=15828865)
  - Aquaflash.blogspot.com.es. (2016). *aquaflash: 35. Acuaponia: ecosistemas sostenibles y ecológicamente productivos*. [online] Available at: <http://aquaflash.blogspot.com.es/2009/04/35-acuaponia-ecosistemas-sostenibles-y.html>
  - Offgridworld.com. (2014). *DIY Rain Gutter Aquaponic System*. [online] Available at: <https://www.offgridworld.com/diy-rain-gutter-aquaponic-system/>
  - Aquaponie.net. (2016). *L'aquaponie par ceux qui en mangent tous les jours*• *Aquaponie.net*. [online] Available at: <http://aquaponie.net/>



## 9. ANEXOS

### Diploma

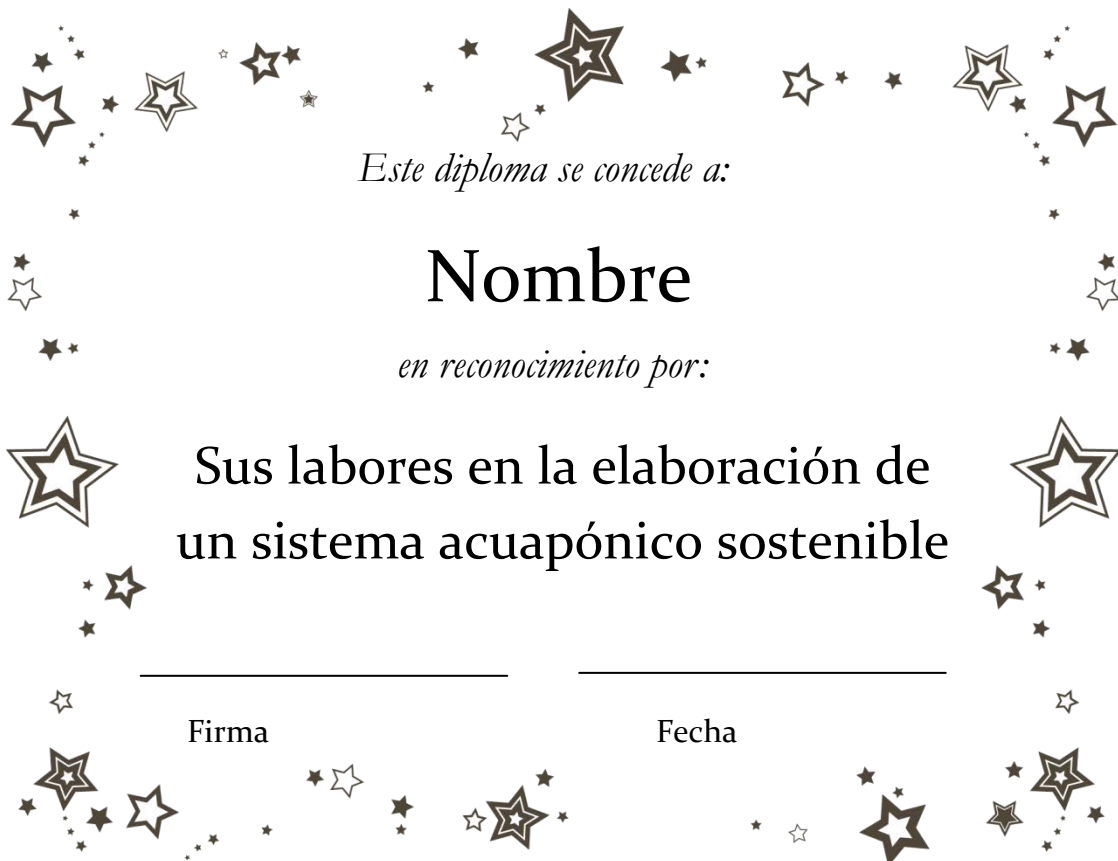


Figura 24: Diploma que se entregará a los alumnos una vez completado el proyecto. Fuente: elaboración propia.

## Rúbricas

Tabla 6: Rúbrica para mapa conceptual. Fuente: <http://cedec.educalab.es/es/noticias-de-portada/2178-rubricas>

### Rúbrica para evaluar un mapa conceptual

Nombre del alumno o alumnos \_\_\_\_\_

CATEGORÍA	4 Sobresaliente	3 Notable	2 Aprobado	1 Insuficiente
<b>Identificación del tema principal</b>	El tema aparece identificado claramente en el mapa y expresado de manera clara y precisa.	El mapa aparece bien identificado aunque hay algunas imprecisiones en la manera de explicarlo.	El tema aparece expresado en el mapa conceptual pero no es fácil de identificar y no está bien expresado.	No aparece identificado el tema en el mapa conceptual.
<b>Contenidos / Conceptos</b>	Todos los conceptos y contenidos claves aparecen en el mapa y además se añaden otros que los complementan.	Aparecen todos los conceptos y contenidos clave pero no otros de otros temas relacionados.	No están todos los conceptos clave aunque sí la mayor parte (al menos el 70%) de ellos.	No están reflejados la mayor parte de los conceptos clave.
<b>Organización y estructura</b>	Los conceptos presentados aparecen ordenados de una manera clara y lógica y conectados mediante elementos gráficos (flechas, símbolos...) y palabras-conectores.	Los conceptos presentados aparecen ordenados de manera clara y conectados por elementos gráficos (flechas, símbolos...) exclusivamente.	Los conceptos aparecen ordenados de manera clara pero se establecen muy pocas relaciones entre ellos.	Los elementos están totalmente desordenados.
<b>Formato</b>	Es visualmente atractivo, permite la consulta rápida de los conceptos y los identifica claramente.	Identifica los conceptos y es de consulta sencilla aunque no es muy atractivo visualmente.	Aparecen todos los conceptos identificados aunque la consulta no es sencilla.	Es muy difícil de consultar y no aparecen identificados los conceptos.
<b>Difusión</b>	El mapa conceptual es puesto a disposición no solo de los compañeros sino de todas las personas a través de diversos medios (analógicos y digitales de fácil consulta)	El mapa conceptual es puesto a disposición no solo de los compañeros de diversos medios (analógicos y digitales de fácil consulta)	El mapa conceptual es puesto a disposición de los compañeros de aula aunque no resulta sencillo de consulta.	Los compañeros (ni personas de otros ámbitos) pueden consultar de ninguna manera el mapa conceptual.

Tabla 7: Rúbrica debate. Fuente:

[http://cnbguatemala.org/index.php?title=R%C3%BABrica\\_para\\_evaluar\\_un\\_debate\\_\(Herramienta\\_pedag%C3%B3gica\)](http://cnbguatemala.org/index.php?title=R%C3%BABrica_para_evaluar_un_debate_(Herramienta_pedag%C3%B3gica))

Nombre: \_\_\_\_\_ Tema: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_

Categoría	Excelente debate	Buen debate	Debate incipiente	Necesita mejorar sus habilidades para el debate
<b>Información</b>	Toda la información presentada en el debate fue clara, precisa y minuciosa.	La mayor parte de la información en el debate fue clara, precisa y minuciosa.	La mayor parte de la información en el debate fue presentada en forma clara y precisa, pero no fue siempre minuciosa.	La información tiene varios errores; no fue siempre clara.
<b>Entendiendo el tema</b>	El equipo claramente entendió el tema a profundidad y presentó su información enérgica y convincentemente.	El equipo claramente entendió el tema a profundidad y presentó su información con facilidad.	El equipo parecía entender los puntos principales del tema y los presentó con facilidad.	El equipo demostró un adecuado entendimiento del tema.
<b>Uso de hechos / estadísticas</b>	Cada punto principal estuvo bien apoyado con varios hechos relevantes, estadísticas y/o ejemplos.	Cada punto principal estuvo adecuadamente apoyado con hechos relevantes, estadísticas y/o ejemplos.	Cada punto principal estuvo adecuadamente apoyado con hechos, estadísticas y/o ejemplos, pero la relevancia de algunos fue dudosa.	Ningún punto principal fue apoyado.
<b>Rebatir</b>	Todos los contraargumentos fueron precisos, relevantes y fuertes.	La mayoría de los contraargumentos fueron precisos, relevantes y fuertes.	La mayoría de los contraargumentos fueron precisos y relevantes, pero algunos fueron débiles.	Los contraargumentos no fueron precisos y/o relevantes.
<b>Estilo de Presentación</b>	El equipo consistentemente usó gestos, contacto visual, tono de voz y un nivel de entusiasmo en una forma que mantuvo la atención de la audiencia.	El equipo por lo general usó gestos, contacto visual, tono de voz y un nivel de entusiasmo en una forma que mantuvo la atención de la audiencia.	El equipo algunas veces usó gestos, contacto visual, tono de voz y un nivel de entusiasmo en una forma que mantuvo la atención de la audiencia.	Uno o más de los miembros del equipo tuvieron un estilo de presentación que no mantuvo la atención de la audiencia.

**Observaciones**

---

**Presentación Oral : Rubrica de presentación oral**

Nombre del maestro/a: **Srta. Duque Egaña**

Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_

CATEGORY	Profesor	Coevaluación	Autoevaluación	
<b>Expresa las ideas con claridad</b>				
<b>Actúa con seguridad y fluidez</b>				
<b>Incorpora vocabulario</b>				
<b>Contesta dudas o aporta sugerencias</b>				
<b>Adecuación del contenido</b>				
<b>Organización de las ideas</b>				
<b>Grado de elaboración</b>				
<b>Empleo recursos de apoyo</b>				
<b>Grado de control de la exposición</b>				
<b>Equilibrio en el reparto de funciones</b>				

En esta rúbrica se utilizará una escala de valoración del 1 al 4 siendo el 1 una valoración de mal y el 4 muy bien. Para su elaboración se ha utilizado el programa Rubistar.

**REPRESENTACIÓN TEATRAL : ¿ESTÁN LOCOS ESTOS AZTECAS?!**

Nombre del maestro/a: **Srta. Duque Egaña**

Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_

CATEGORY	4-Excelente	3-Bien	2-Regular	1-Mal
<b>Mantenerse en el Personaje</b>	Los actores y actrices se mantuvieron en el personaje durante toda la representación.	Los actores y actrices se mantuvieron en el personaje a través de casi toda la - representación.	Los actores y actrices trataron de mantenerse en el personaje a través de parte de la representación.	Los actores y actrices actuaron de forma absurda o presuntuosa.
<b>Expresión</b>	La voz de los actores y actrices muestra mucha expresión y emoción.	La voz de los actores y actrices muestra cierta expresión y emoción.	La voz de los actores y actrices muestra poca expresión y emoción.	La voz de los actores y actrices es monótona e inexpressiva.
<b>Dramaturgia</b>	La obra fue creativa y realmente mantuvo el interés de la audiencia.	La obra fue creativa y, por lo general, mantuvo el interés de la audiencia.	La obra tuvo varios elementos creativos, pero casi no mantuvo el interés de la audiencia.	La obra necesitaba más creatividad.
<b>Seguridad</b>	La voz de los actores y actrices puede ser siempre escuchada por todas las personas.	La voz de los actores y actrices es por lo general escuchada por las personas.	La voz de los actores y actrices no puede ser algunas veces escuchada por todas las personas.	La voz de los actores y actrices es difícil de escuchar para todas las personas.