

APRENDIZAJE ACTIVO PARA LAS CIENCIAS NATURALES

Junio, 2019

Lucía Torres, PhD & José M. Sánchez, PhD

Cuaderno de Política Educativa 5
ISSN 2588-0632

Contenido

1. Aprendizaje Activo en el proceso de Enseñanza- Aprendizaje de las Ciencias Naturales.....	2
1.1 Necesidad actual de cambio en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales.	2
1.2 El aprendizaje activo como herramienta de cambio en el proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias naturales.....	3
2. Técnicas generales de Aprendizaje Activo que ayudan a hacer más dinámicas las sesiones dentro del aula	4
3. Dos ejemplos concretos para contenidos específicos de Biología	9
3.1 Dinámica para la explicación de la biodiversidad y las redes tróficas.....	9
3.2 Dinámica para la explicación de la Mitosis y Meiosis.	13
4. Técnicas ligadas a espacios TiNi o Huertos Escolares.....	15
4.1 Biodiversidad en “espacios naturales” vs. “espacios no naturales”.	16
4.2 Especie, clasificación y nomenclatura.	17
4.3 Estudio de la germinación y desarrollo vegetal.....	18
4.4 Experiencias de laboratorio ligadas a los espacios verdes.....	18
Conclusiones	20

1. Aprendizaje Activo en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias Naturales

1.1 Necesidad actual de cambio en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales.

Los procesos de enseñanza-aprendizaje en el campo de las ciencias naturales en las instituciones educativas han evolucionado con el devenir de los tiempos. Según Badillo y colaboradores (2002), podemos establecer una serie de periodos diferenciados que rigen la evolución de los procesos de enseñanza-aprendizaje en esta disciplina. Un primer periodo estuvo dominado por la reducción del trabajo realizado por los científicos a definiciones de conceptos y demostraciones magistrales por parte de los docentes, lo que lleva obligatoriamente a la actitud pasiva de los discentes. Posteriormente, se constituyó un nuevo periodo, donde los docentes incorporan las prácticas de laboratorio como complemento a sus clases magistrales, y aunque supuso un acercamiento al papel activo de los estudiantes, dichas prácticas obedecen a una metodología basada en el seguimiento de guías o recetas, limitando al discente a seguir ciertos pasos para llegar a una conclusión predeterminada que verifica y comprueba una determinada teoría, reduciendo el potencial del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes a lo puramente conceptual, y dejando de lado aspectos relativos a lo actitudinal y al pensamiento crítico, aspectos fundamentales en la construcción del conocimiento científico (López & Tamayo, 2012). Por último, y aún en construcción, tendríamos el tercer periodo, donde los estudiantes son los creadores de su propio conocimiento, bajo la asesoría permanente del profesor. En este sentido, los docentes se prestan como acompañantes y guías en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, no se comportan como técnicos puros que se limitan a aplicar recetas elaboradas por expertos, sino que tienen concepciones, actitudes y valores, y toman decisiones en función de múltiples factores, de su propia historia y situación personal, y de los contextos sociales y profesionales en los que trabajan (Jiménez, 2003).

Actualmente existe un desfase entre la formación del profesorado y las necesidades que se deben de cubrir en las instituciones educativas, inmersas en un mundo cambiante y acelerado, regido por la globalización, la diversidad de contextos y la universalidad del conocimiento. Esto choca con la concepción que frecuentemente se tiene de los docentes, prestando poca atención a su formación didáctica y considerando que enseñar es fácil y que es suficiente con tener conocimientos de la materia a enseñar, experiencia, sentido común y cualidades personales innatas para ser un docente de calidad (Pérez et al., 1991; Palacios, 1998). Precisamente la formación didáctica del profesorado es clave para cubrir las necesidades actuales, se necesitan docentes que fomenten el pensamiento crítico, docentes que involucren a los estudiantes de manera directa, realizando actividades o dinámicas que los lleven a pensar en lo que están haciendo, propiciando de esta manera, desde el nivel escolar hasta la educación superior, procesos de enseñanza-aprendizaje más pertinentes y acordes con los tiempos en que vivimos. En este marco el aprendizaje activo es una estrategia fundamental en la enseñanza y aprendizaje, y esto es aplicable a las ciencias naturales, ya que promueve un mayor aprendizaje que las clases tradicionales (Weiman & Gilbert, 2015; Foldnes, 2016; Restrepo & Waks, 2018). En este documento, ofrecemos algunas técnicas y alternativas de aprendizaje activo que los profesores de ciencias naturales pueden aplicar para fomentar la formación de mayores competencias científicas en sus estudiantes.

1.2 El aprendizaje activo como herramienta de cambio en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales.

En los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales se abordan temáticas que nos acompañan durante nuestro día a día, conceptos que forman parte de nuestro alrededor, de nuestra cotidianidad y que hacen referencia en muchos casos a procesos tangibles con los que estamos en contacto de forma natural. El grave error en la enseñanza de estas materias radica en la teorización absoluta, en la conceptualización llevada al extremo, que impide al estudiante disfrutar de la ciencia y de sus procesos de aprendizaje. La clave del éxito en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales, y más concretamente de las

ciencias naturales y la biología, es precisamente eso, acercar al alumno a vivenciar las ciencias naturales, a comprenderlas tocando y experimentando, de tal manera que el estudiante disfrute durante este proceso. Está demostrado que el proceso de enseñanza-aprendizaje se mejora si se contextualiza (Rioseco & Romero, 1997; Dolmans et al., 2005; España & Prieto, 2010), ya que acerca al estudiante al entendimiento directo de realidades cotidianas y facilita la experimentación y la relación entre los diferentes campos de conocimiento. La mayor parte de los conceptos a estudiar en ciencias naturales se pueden tratar fuera del aula, tratemos de motivar a los estudiantes haciendo uso del patio y alrededores de la unidad educativa, generando y entrando en contacto con otros ambientes de aprendizaje. Fuera del aula están las problemáticas ambientales llamando a la puerta y es fácil indagar sobre ellas, tomando contacto de forma directa y real con el medio que nos rodea y haciendo más divertido y pertinente el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. Esa contextualización es fácilmente aplicable de la mano de estrategias del aprendizaje activo, las cuales fomentan la curiosidad y la participación de los estudiantes, facilitando por tanto también el alejarse de la ruptura epistemológica existente entre el mundo científico y el aula. Los docentes deberíamos aspirar a combinar diferentes metodologías y dinámicas que hagan pensar a los alumnos y perder el miedo a acercarse a la ciencia, también desde el punto de vista epistemológico.

2. Técnicas Generales de Aprendizaje Activo que Ayudan a Hacer Más Dinámicas las Sesiones Dentro del Aula

Existen muchas técnicas básicas que al igual que en otras asignaturas también se pueden aplicar a las clases de ciencias naturales. Aquí vamos a destacar algunas que para nosotros son básicas en nuestras sesiones y consideramos que son fácilmente aplicables a cualquier clase de ciencias con las adaptaciones pertinentes al nivel educativo.

One minute paper y todas sus versiones. Esta técnica es muy útil por su versatilidad (Restrepo & Waks, 2018). Toma poco tiempo y se puede aplicar de muy diferentes maneras y finalidades, entre otras: al inicio de la clase, para saber de qué conocimientos previos parten los estudiantes; al final de la clase, para que expresen qué les gustó más de la misma y cuáles son sus dudas; y/o al final de trabajar una determinada temática o sesión, para evaluar o registrar si han entendido realmente lo tratado o para que expresen los sentimientos que ha producido en el estudiante dicha temática. Consiste en que los alumnos expresen por escrito en un pequeño “ensayo” la cuestión sobre la cual se preguntan o sobre la cual se está trabajando. Los estudiantes deben escribir durante un tiempo breve (de aproximadamente un minuto) de forma personal. Hay diferentes técnicas de puesta en común de esa información y se puede utilizar de muy diferente manera.

Se puede hacer de forma anónima o pidiendo indicar el nombre a cada estudiante, dependiendo de la finalidad. Sirve para fomentar reflexiones grupales dentro del aula y también puede servir al docente como reflexión para montar las siguientes sesiones, establecer una caracterización de las ideas que tienen los estudiantes con respecto a algún tema concreto, entre otros. Tiene por tanto una gran versatilidad adaptable a la creatividad del docente. Es aplicable a alumnos de casi cualquier edad. Entre los 7 y 12 años se les puede pedir que *dibujen* un concepto (o que dibujen una pequeña historieta) y se comparten esos dibujos en clase. En este caso, en vez de un minuto habría que darles alrededor de 7 a 10, en principio no más porque debe ser una herramienta dinámica y medianamente rápida, aunque para los estudiantes más pequeños quizá la propia clase pida un poco más de tiempo. A partir de los 12 años se puede realizar una reflexión breve en algunas de las modalidades sugeridas anteriormente. Es importante siempre motivar su reflexión personal y su pensamiento crítico. Los estudiantes no deben simplemente reproducir sin entender, sino dejar brotar sus ideas, expresar lo que tienen dentro e ir descubriendo y experimentando la materia por sí mismos.

Dada la importancia de generar cambios conceptuales por parte de los alumnos en materias relacionadas con las ciencias experimentales (Campanario & Moya,

1999), esta técnica puede ayudar mucho para conocer de qué ideas previas parten nuestros estudiantes antes de comenzar a tratar cualquier temática de ciencias experimentales y con cuales ideas terminan tras la sesión.

Dinámicas de preguntas y respuestas. Otra técnica de éxito comprobado en las clases de ciencias naturales son las que ayudan a generar momentos de preguntas y respuestas dentro del aula. Es importante señalar que estos momentos de retroalimentación dentro del aula deben ser constructivos y ordenados. A veces, cuando el docente hace una pregunta se genera un alboroto en clase donde muchos estudiantes responden a la vez y muy frecuentemente son los más extrovertidos los que monopolizan las respuestas, dejando poco espacio de respuesta al resto del grupo y enturbiando la reflexión personal y profunda sobre aquello que se pregunta a todo el grupo. Existen algunas dinámicas para sacar mucho más provecho a este tipo de momentos dentro del aula y generar un entorno más fructífero.

Una técnica eficaz es dar un **breve tiempo de reflexión antes de responder la pregunta lanzada por el docente**, con posterioridad, y de manera ordenada (levantar la mano por ejemplo) se irán atendiendo a los diferentes estudiantes que soliciten su turno de voz, brindando oportunidad de participar a los estudiantes que se toman más tiempo para aventurar una respuesta. Para aplicar esta técnica de forma exitosa es importante dejar claro antes de lanzar la pregunta que no vamos a responderla hasta que el docente determine que es el momento de participar para resolver la cuestión. Así se deja claro que es momento para una reflexión personal sobre lo que se plantea. Esto sirve para acortar distancias entre los más “rápidos” y los que necesitan un poco de tiempo para reflexionar, lo cual busca generar una mayor motivación a la participación de los estudiantes más introvertidos o que toman un poco más de tiempo para lanzar una respuesta. Para esto último es importante aclarar en el aula que debemos despojarnos de nuestro miedo a equivocarnos y hacerles ver que el error es una oportunidad, que la

verdadera derrota es el no intentarlo. De hecho, la ciencia no avanza sin el error, el cual es básico para la construcción de conocimiento, por tanto, no deberíamos cohibir, castigar y mucho menos ridiculizar cualquier error dentro de nuestras clases de ciencias, sino más bien premiar la participación y esfuerzo dentro del aula.

Otra técnica similar para generar momentos de retroalimentación son las dinámicas de **preguntas/respuestas mediante dedos o con cartulinas**. Con estas técnicas se genera un ambiente de *juego* dentro del aula que es bastante positivo. Estas técnicas normalmente consisten en que el docente lanza preguntas sobre la materia vista y trabajada en el aula y los estudiantes responden de una determinada forma. Las preguntas suelen ser de verdadero-falso o de respuesta múltiple y pueden ser expresadas verbalmente o proyectadas en un Power Point por ejemplo. A los estudiantes de nuevo se les pide que respondan en un determinado momento, cuando el docente de una señal, y todos deben responder a la vez. Hay dos opciones, o con sus dedos (determinando previamente qué señal es verdadero y cuál es falso, por ejemplo puño cerrado verdadero y mano abierta falso) o mediante el uso de cartulinas previamente preparadas, que pueden contener los números de las posibles respuestas. Nosotros como docentes las preparamos o bien podemos solicitar a cada alumno que realice las suyas. Estas técnicas son muy adecuadas desde temprana edad, ya que generan un ambiente de juego muy distendido donde los estudiantes se sienten cómodos y es más fácil conectar con sus inquietudes y con sus dudas.

Concursos en el aula y uso de las TIC. El uso de las herramientas digitales es una gran alternativa para captar la atención de los estudiantes, siendo ideales para aquellos estudiantes en la edad de la adolescencia, donde el uso de sus celulares o tablets está a la orden del día. Esta técnica, dinámica a la vez que divertida, está basada en los llamados “clickers” (Restrepo & Waks, 2018).

Mediante esta técnica, el docente crea un concurso en el aula con la finalidad de evaluar y/o reforzar el aprendizaje sobre una determinada temática, donde los estudiantes son los concursantes. En un momento inicial y de manera previa a la sesión, el docente elabora una serie de cuestionarios con múltiples respuestas (una sola correcta) acerca de una determinada temática que serán respondidas *a posteriori* por los estudiantes de manera interactiva. Dichas preguntas serán presentadas en clase mediante una plataforma digital como es por ejemplo **Kahoot** (<https://kahoot.com/>). Mediante esta plataforma, los estudiantes, concursando de manera individual o en grupos, eligen la respuesta que creen es la correcta a través de sus celulares. Para ello se da un tiempo determinado y establecido por el docente en la aplicación. Al finalizar el tiempo establecido se muestran los resultados globales, pudiendo evaluar para cada una de las preguntas el conocimiento adquirido en tiempo real mediante gráficos resúmenes. Esta dinámica crea gran expectación en clase, creando un clima de juego donde todos se sienten motivados y son participes del proceso.

Creatividad artística. Consideramos importante el uso de la creatividad dentro del aula, ya que es sabido que existen múltiples estilos de aprendizaje (Alonso et al., 1997). Generar espacios/dinámicas que permitan al estudiante expresarse a este nivel en clases de materias aparentemente “poco relacionadas” con el arte, brinda muy buenos resultados, ya que el arte, al igual que la ciencia, posee racionalidad y discursividad, siendo ambos lenguajes o sistemas de signos en los que se exterioriza el pensamiento (Palacios, 2006).

Una de las técnicas es la **creación de collages**. Mediante esta dinámica, y más aún en el caso de las ciencias naturales, se pueden aprovechar los materiales que encontramos fuera del aula para expresar de una manera no verbal lo que los estudiantes entienden sobre una determinada temática, después de indagar con el profesor, en internet y/o libros. Los estudiantes, previamente organizados en grupos de trabajo, salen del aula en un momento inicial de la dinámica, recolectan el material que ellos ven oportuno y regresan a la clase, donde construyen un

collage de una manera creativa. Con posterioridad se puede realizar la exposición de los diferentes grupos y se reflexiona a nivel de clase sobre lo creado.

Otra técnica de carácter artístico que puede ser empleada es la **dramatización y expresión corporal**. Mediante esta técnica se pretende representar alguna temática o proceso relacionado con la materia que se está tratando en clase, utilizando todo su cuerpo. Al igual que la técnica anterior, mediante la presente se crea un espacio donde los estudiantes pueden expresar libremente lo que sienten o entienden sobre una determinada temática con un lenguaje no verbal. Igualmente puede servir para afianzar conocimientos tratados en clase de una manera más tradicional.

3. Dos Ejemplos Concretos para Contenidos Específicos de Biología

A continuación se muestran dos ejemplos concretos sobre contenidos de gran importancia en la enseñanza de las ciencias naturales, los cuales pueden ser utilizados en clase con facilidad y que combinan diferentes técnicas de las tratadas en el apartado anterior.

3.1 Dinámica para el aprendizaje sobre la biodiversidad y las redes tróficas.

La biodiversidad es un concepto clave a trabajar dentro de la materia de ciencias naturales, e indispensable en el contexto de cambio global actual y desde una realidad territorial como la del Ecuador, considerado unos de los países más biodiversos de nuestro planeta. Este concepto nos puede servir para aproximarnos a términos más abstractos como son la teoría de redes, las relaciones interespecíficas como la simbiosis y competencia, cambio global, cambio climático, pérdida de biodiversidad, etc. Por todo ello, la sesión que aquí planteamos pudiera ser una primera parte de una sucesión de sesiones que traten esta serie de temáticas.

A continuación vamos a explicar el desarrollo de una dinámica de dos a tres horas, que dependiendo de la organización escolar se puede separar en varias sesiones de 1h o de 45 minutos. Esta sesión es aplicable a estudiantes de entre 12 y 19 años, de escuela, colegio y universidad. También sería adaptable a edades menores, siempre y cuando se adapte la complejidad del contenido y quizás modificando alguna parte de la dinámica.

Iniciamos la dinámica realizando la técnica *One-minute paper*, de manera que les pedimos a nuestros estudiantes que plasmen lo que entienden por “Biodiversidad” de manera individual y sin hacer uso de internet en un pequeño papel, para lo cual tienen aproximadamente un minuto. Este primer paso tiene como finalidad que los estudiantes ordenen sus ideas con respecto al tema de trabajo, saber qué saben y cómo lo expresan es importante, de ahí que se les solicite no hacer uso de internet para este paso. Acto seguido, se realizarán grupos de trabajo (de 2-5 estudiantes máximo) para las siguientes etapas. Lo primero que hará cada grupo es compartir sus definiciones individuales sobre biodiversidad (sus *one minute paper*), y llegar a un acuerdo grupal sobre una definición correcta y completa sobre este concepto. Después de un tiempo para que se pongan de acuerdo y escriban la definición consensuada, se debe generar un espacio general de reflexión en el que se compartan las diferentes definiciones. Por lo normal surgen los conceptos de variabilidad, equilibrio, naturaleza y con frecuencia también el de ecosistema. Esta primera parte debería durar en total unos 20 minutos.

La siguiente etapa de la dinámica se realiza fuera del aula. Lo recomendable es hacer uso de los espacios verdes que existan dentro del entorno educativo, aprovechando los recursos del entorno escolar y del barrio donde esté la unidad educativa. Si es que fuese imposible salir de la escuela/colegio, sería apropiado ir a la zona más natural de la institución. Los estudiantes deben tener acceso a elementos de la naturaleza. En este espacio, se les da la pauta de que busquen materiales *para que ellos representen su definición de biodiversidad de forma creativa*. Se les explica que deben centrarse en expresar de forma creativa y con materiales naturales lo que han definido en grupo. Es importante dejar claro de manera previa, que la recolección

ha de ser respetuosa con el medio, no recolectando animales vivos ni causando daños a las especies vegetales, promoviendo de esta manera la educación en valores ecológicos. Esta etapa durará unos 15-20 minutos, pasado este tiempo se regresa al aula con el material recolectado.

Una vez en el aula comienza la tercera etapa de la dinámica, la *realización de un collage sobre la Biodiversidad*, con una duración de 30 minutos. Tras repartir un papelógrafo, cinta adhesiva, tijeras, marcadores de diferentes colores y otros materiales creativos, se les explica que deben plasmar de forma artística el concepto que han definido en grupo haciendo uso de los materiales recolectados. El principal resultado de esta etapa de la dinámica va a ser precisamente una muestra de diversidad, en este caso artística, y habiendo recogido materiales en la misma zona, los collages siempre son diversos. Posterior a la dinámica, es necesario generar un espacio en el que precisamente se dé lugar a las reflexiones sobre la variabilidad de los trabajos, y por tanto sobre la diversidad de los integrantes de la clase. Los murales deben poder ponerse en vertical para ser colgados en el aula o en los pasillos de la institución. Normalmente son de “vida corta”, porque en cuestión de una semana ya tienen un aspecto diferente, debido a sus componentes naturales.

Estas tres etapas de la dinámica marcan la primera parte de la clase. La segunda parte de la clase comienza con la *reflexión sobre cómo hemos representado el concepto de biodiversidad*, indicando que nuestros collages han sido realizados en dos dimensiones (2D), pero que la biodiversidad es un concepto mucho más complejo, metafóricamente indicaremos que es en tres dimensiones (3D). Para esta etapa de la dinámica necesitaremos bolas de poliestireno de diferente tamaño y palitos de madera cortados a diferente longitud. Sin profundizar en ningún concepto de manera previa, se les pide a los estudiantes que construyan una estructura entre todos. Se pone todo el material en mitad de la clase en una gran mesa (uniendo las mesas de las que disponemos), y de manera organizada se van acercando al centro los estudiantes poco a poco para colaborar con la creación. Partiendo de una bola, cada estudiante incorpora algunos palitos y bolas y se retira para dejar espacio al siguiente compañero. Las bolas pueden tener diferentes palitos pinchados y ningún

palito quedará sin bola en el extremo. Como resultado de esta etapa, tendremos una *estructura multidimensional (3D)* estable, compuesta por las diferentes bolas (nodos) y palitos (relaciones o enlaces). Esta parte de la clase nos llevará unos 30 minutos aproximadamente. La siguiente y última etapa de la dinámica tendrá una duración de 20 minutos.

Una vez construida la estructura 3D, con todos los estudiantes alrededor de la misma, procedemos a *reflexionar sobre el efecto que tendría sobre la estabilidad de la estructura la substracción de diferentes bolas de la misma*. Nos fijamos en algunas muy extremas, que apenas tengan una conexión y otras muy centrales que tengan muchísimas conexiones. El grupo entero abogará por que no quitemos la pelota con muchas conexiones, ya que la estructura que han realizado entre todos se desestabilizará y se romperá, pasará a ser una estructura diferente. A partir de ahí se genera la reflexión de la similitud de esta estructura con el funcionamiento de la naturaleza (ecosistemas), pero también con otros elementos no relacionados como pueden ser los buscadores de internet (no tiene la misma importancia *google* que otros buscadores menos utilizados) o el funcionamiento de la red de los diferentes aeropuertos del mundo (no tiene el mismo efecto que cierre el aeropuerto de Cuenca, a que cierre el aeropuerto de Nueva York). En estos sistemas existen nodos claves (podrían ser especies, servidores de internet, personas determinadas dentro de una red social o aeropuertos de las diferentes ciudades) que se relacionan entre sí de diferente manera (relaciones entre especies, conexiones entre servidores, conexiones con otras personas o conexiones entre aeropuertos), y que la ausencia de unas u otras tiene diferentes efectos sobre la estabilidad de la estructura formada. De esta reflexión también se deriva la importancia de una buena diversidad, no solo de los nodos, sino de las relaciones entre los mismos, donde una buena diversidad hará más estable la estructura (ecosistemas) y resistente a las perturbaciones (resiliencia). Y que incluso tienen una cuarta dimensión, el tiempo, donde comunidades y ecosistemas se van sucediendo, donde las conexiones van cambiando.

3.2 Dinámica para la explicación de la Mitosis y Meiosis.

Esta dinámica no necesita ningún material en sí, sino que son los propios estudiantes quienes representan los procesos de división celular de la Mitosis y la Meiosis mediante una *dramatización*. La sesión puede ser realizada en una clase de entre 1-2 horas. La dinámica comienza con una *clase magistral sobre la Mitosis y la Meiosis*, donde se explican las diferentes fases que componen estos procesos (profase, metafase, anafase y telofase) utilizando imágenes de cada una de ellas. Estos procesos a menudo son olvidados con facilidad por los estudiantes, ya que con frecuencia las clases sobre esta temática se limitan a esta etapa de la dinámica, donde la memorización verbal es la única técnica empleada.

Tras la clase magistral, los estudiantes salen del aula y se procede a la *representación dramática del proceso*. La primera vez lo guía el/la profesor/a, las siguientes veces lo hacen solos los estudiantes.

Se inicia con la Mitosis, ya que es un proceso más simple que la Meiosis, por el cual se obtienen dos células idénticas a partir de una célula diploide ($2n$). Para esto, la clase nos cogemos de la mano en círculo: somos la membrana plasmática. En el centro, se ponen dos estudiantes sin ponerse en contacto entre sí, representando a los cromosomas homólogos de las células diploides ($2n$). Esta conformación representa la etapa previa a la división celular (fase interfase). Una vez la célula comienza el proceso de división, lo primero que hacen los cromosomas es duplicarse, por eso los estudiantes que representan a los cromosomas eligen a otros dos estudiantes, y sin separarse de las manos se ponen en el centro del círculo. Ahora cada cromosoma tiene una copia y los estudiantes cogidos de una mano representan las dos cromátidas hermanas que se pueden observar en la fase de división "Profase". Las manos unidas representan los centrómeros (punto de unión entre cromátidas hermanas). La siguiente fase es la "Metafase," en esta, los estudiantes (cromosomas), sin separarse de las manos, se disponen de manera alineada en el "ecuador" del círculo formado por el resto de compañeros de la clase (membrana plasmática). A continuación, se pasa a la siguiente fase de división (Anafase), donde

las cromátidas hermanas se van a polos diferentes de la célula, por lo que deben de separarse de las manos y distanciarse (en esta fase pueden imaginarse los usos mitóticos o bien que los estudiantes los representen y sean ellos quienes “arrastran” a las diferentes cromátidas hacia los polos). Posteriormente se representa la última fase de división celular de la mitosis, donde los estudiantes que representan la membrana plasmática y que están en el “ecuador” del círculo, se van acercando hasta que tendremos dos círculos, representando la citocinesis o división celular. Después de la dramatización se puede volver a clase y repasarla mitosis conforme a la explicación dada en clase.

Ahora repetimos el proceso pero con la Meiosis. Primero explicamos el proceso en clase y después lo salimos a expresar. La Meiosis es el proceso por el cual se forman los gametos: espermatozoides u óvulos (n) y consta de dos partes, Meiosis I y Meiosis II. Este proceso es exactamente igual que la Mitosis, con sus diferentes fases, pero se dan dos eventos clave y que lo diferencian de esta: el intercambio genético entre cromosomas homólogos y la reducción cromosómica de diploide ($2n$) a haploide (n), ambos eventos se dan en la Meiosis I. Se comienza igual que en la Mitosis: los estudiantes representan la membrana plasmática, dos estudiantes representan los cromosomas homólogos que se duplican y que se disponen en el “ecuador” de la célula, pero a diferencia de la Mitosis se da un intercambio genético (recombinación) entre cromosomas homólogos, es decir entre uno de los estudiantes que está en pareja con otro de la otra pareja. Este hecho es clave para entender la Meiosis y los estudiantes lo simbolizarán intercambiándose una prenda de vestir (chaqueta por ejemplo). El resto del proceso es exactamente igual que la Mitosis, salvo que una vez que se forman las dos células (dos círculos de estudiantes con dos estudiantes separados en el centro), se produce una nueva separación. Los estudiantes que representan los dos cromosomas en cada una de las dos células se van a polos opuestos del círculo (célula) y el resto de estudiantes que representan la membrana plasmática y que están en el “ecuador” del círculo, se van acercando hasta que tendremos dos círculos (células), obteniendo al final del proceso cuatro

células, es decir, cuatro círculos de estudiantes con un solo estudiante en el centro que representa un gameto (n).

Tras la dramatización, el/la profesor/a volverá a realizar una clase magistral de consolidación, resolviendo cualquier duda que se presente al respecto. Los estudiantes terminan por consolidar lo aprendido en un ensayo de un minuto, resumiendo los aspectos que más le resaltan sobre la mitosis y meiosis.

4. Técnicas Ligadas A Espacios TiNi O Huertos Escolares

Los espacios TiNi (Tierra de niños, niñas y jóvenes), ampliamente distribuidos por las instituciones educativas del Ecuador recientemente, así como los huertos escolares, se prestan como importantes ambientes de aprendizaje no solo para las ciencias naturales en sí, sino también para otras materias aparentemente menos relacionadas como son la lengua y literatura, inglés o matemáticas, entre otras. TiNi más que un espacio, constituye una metodología en sí que fomenta conocimientos, habilidades y valores para afrontar la problemática ambiental en la que vivimos, construyendo en el proceso una cultura de unidad y afecto con el mundo natural (Leguía & Paredes, 2016). Estos espacios, más allá que considerarlos como simples jardines ornamentales, deben ser concebidos como espacios comunitarios, dinámicos, ligados a los procesos de enseñanza-aprendizaje, pero también a la celebración y a los actos escolares. Los estudiantes y toda la comunidad educativa han de sentirlos suyos para poder obtener la potencialidad y beneficios de estos importantes espacios. No cumplirán del toda su función si son relegados a un segundo plano, si son cuidados por el personal de mantenimiento, o si no se utilizan para generar diferentes dinámicas, es decir, si no se ligan al día a día de la escuela. Los diferentes pasos para implementar adecuadamente un TiNi pueden ser consultados en el documento “Guía introductoria a la metodología TiNi” del Ministerio de Educación del Ecuador” (<https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/metodo-TINI.pdf>).

Más allá de exponer en lo que consiste la metodología TiNi y cómo implementarla, a continuación daremos algunos lineamientos prácticos que pensamos pueden ser de

utilidad para los procesos de enseñanza-aprendizaje en el área de las ciencias naturales y que pueden ser utilizados por docentes de las diferentes instituciones educativas como herramientas pedagógicas en su día a día. No solamente los espacios TiNi son requerimiento indispensable para ello, sino que otros espacios naturales como pueden ser los huertos escolares u otras zonas verdes podrían cumplir tal fin.

4.1 Biodiversidad en “espacios naturales” vs. “espacios no naturales”

Aprovechando el contraste que los diferentes espacios de una institución educativa nos ofrece, se puede llevar a cabo una experiencia donde los estudiantes pueden observar de manera directa el efecto que tiene la actividad humana, comparando la vida existente en las zonas más naturales de la institución frente a los espacios que apenas tengan componentes naturales. Para ello el docente puede llevar a cabo una actividad donde los estudiantes salen de sus aulas para observar la cantidad de animales (aves e insectos sobre todo) que están presentes en estos ambientes contrastados. De manera previa, el docente puede proporcionar a los estudiantes un “cuaderno de biólogo” en el cual el estudiante, en un tiempo determinado por el docente, realiza observaciones sobre la cantidad y tipos de animales que estos observan. Esta actividad puede ir ligada a la generación de lupas caseras con materiales reciclados que pueden ayudar al estudiante con el fomento de la curiosidad por acercarse y observar con detalle. Con total seguridad las áreas verdes presentarán un mayor número de animales que las zonas no verdes, con prácticamente una nula biodiversidad.

Mediante esta práctica se puede reflexionar acerca del efecto que tiene la destrucción del medio natural por parte de los humanos sobre la biodiversidad e introducirnos al estudio de los diferentes organismos que podemos encontrar en nuestro contexto más cercano, acercándonos al concepto de especie. Esta práctica supone involucrar a los estudiantes como piezas clave para medir ese cambio entre hábitats diferentes. Además, uniendo esta experiencia a la construcción de materiales para la observación (lupa, binoculares, etc.) podríamos generar

fácilmente interacciones entre conceptos de biología con materias como la física y las matemáticas.

4.2 Especie, clasificación y nomenclatura.

Los diferentes espacios verdes, sea TiNi o huerto escolar, pueden convertirse en lugares donde se pueden cultivar especies vegetales de diferente tipo. Mediante esta práctica, los estudiantes se acercarán nuevamente al concepto de especie, así como al de sistemática (estudio de las relaciones y clasificación de los organismos), abordando así las dos disciplinas que la componen. Mediante la disciplina de la clasificación podremos catalogar las diferentes especies vegetales según sean consideradas: comestibles vs. no comestibles, medicinales vs. no medicinales, hierbas vs. arbustos vs. árboles, etc. El profesor podrá dirigir la siembra de diferentes tipos de especies según la clasificación que crea conveniente. La segunda disciplina que puede ser tratada es la nomenclatura (asignación de nombres), los estudiantes tendrán que investigar el nombre que se les da a las diferentes plantas, abordando la temática de nombre científico vs. nombre tradicional. Los estudiantes pueden realizar letreros que identifiquen las diferentes especies vegetales con sus diferentes nombres e incluso, en el caso de las plantas medicinales, que indiquen su uso por parte de los humanos. Más allá de los conceptos de especie y sistemática en sí, se puede investigar acerca de cómo las diferentes especies vegetales forman parte de la gastronomía local, pudiendo incluso realizar algunos de los platos típicos de los cuales forman parte que puedan ser compartidos en grupo. Igualmente se puede investigar acerca de los usos medicinales que estas plantas presentan en lo local, enriquecida por su verificación con fuentes confiables en internet, como por ejemplo WebMD (que permite también practicar el inglés). De esta forma los estudiantes hacen un trabajo de investigación y de generación de carteles que indiquen la información que han recopilado, la cual es útil para la institución o para los visitantes de la unidad educativa

4.3 Estudio de la germinación y desarrollo vegetal.

Otra experiencia que podemos realizar en los espacios verdes es la observación directa de las diferentes fases por las que pasan las especies vegetales, desde la germinación hasta la floración y producción de semillas. Para ello idealmente se seleccionarán especies de crecimiento rápido, como pueden ser los porotos o las arvejas.

El docente puede planificar la realización de semilleros o zonas donde las semillas son germinadas de manera masiva antes de pasarlas a una zona donde se desarrolle por completo.

En la fase de la germinación se podrán observar las diferentes partes de la semilla y de la plántula (planta no madura), para posteriormente observar el desarrollo completo de la planta hasta su madurez, con flores y frutos que darán nuevamente semillas que podrán volver a ser sembradas.

Con este tipo de experiencias los estudiantes pueden comprender la duración y rendimiento del ciclo de una planta. Pueden ver materializado un proceso que normalmente los estudiantes estudian conceptualmente. También podrían implicarse materias como las matemáticas, estudiando el rendimiento de las diferentes especies sembradas en el huerto escolar o espacio TiNi, calculando qué cantidad de semillas resultan de una sola semilla, o qué cantidad de frutos genera una sola planta estableciendo comparaciones entre las diferentes especies.

4.4 Experiencias de laboratorio ligadas a los espacios verdes.

En el caso de que la institución educativa cuente con laboratorios podemos realizar experiencias aprovechando el material que los espacios verdes nos ofrecen.

Observación de tejidos epiteliales y células vegetales: Con el uso de estereomicroscopio o lupa binocular y microscopios podríamos acercarnos al concepto de tejido y célula mediante la observación directa de muestras vegetales.

Para ello, los estudiantes pueden salir a zonas verdes y recolectar muestras que observarán directamente con estos instrumentos.

Mediante la lupa binocular se pueden observar estructuras como los estomas, presentes en las hojas de las plantas u otras estructuras superficiales como tricomas (o pelos). Los estudiantes podrán dibujar las estructuras observadas para después reconocer cada una de las partes que los componen así como su función, con la ayuda del docente. Mediante esta experiencia nos adentraremos en los procesos de fotosíntesis, respiración celular y evapotranspiración.

Para la observación a través del microscopio se deben utilizar tejidos muy delgados, como puede ser la epidermis vegetal, donde podremos observar estructuras como la pared celular de las células vegetales. La epidermis de la cebolla es ideal para esto, mientras que otros tejidos pueden requerir de alguna tinción específica.

Comprensión del funcionamiento de los Tejidos Conductores en vegetales: Otra experiencia muy visual es la observación directa de los vasos conductores y su funcionamiento mediante el uso de tintes alimenticios. Mediante esta práctica nos acercaremos a conceptos como la capilaridad, transpiración y fotosíntesis.

Los estudiantes nuevamente saldrán del aula, esta vez a recolectar flores (con su tallo). Las flores han de ser preferiblemente blancas (margaritas son una buena opción), para una mejor observación del proceso. Una vez en el laboratorio, cortamos el extremo del tallo de la flor (de manera diagonal para facilitar la toma de agua) y las ponemos en vasos con agua teñida con diferentes colorantes alimentarios. En este punto se realizan reflexiones con los estudiantes sobre qué es lo que sucederá con el paso del tiempo.

Los estudiantes han de observar qué les sucede a las flores con el paso de los días, observando que aparecerán zonas teñidas del color del colorante donde fueron puestas. ¡Ahora saben que las plantas beben, aunque se les despojen de sus raíces! La siguiente pregunta que hemos de hacernos es ¿a qué es debido? El docente introducirá aquí el concepto de capilaridad y transpiración, conceptos clave en el proceso de la fotosíntesis y que pueden relacionar la biología con la física.

Para ver que efectivamente el agua sube de las raíces hacia arriba, podemos utilizar una experiencia similar y complementaria empleando esta vez tallos de apio (preferiblemente con sus hojas). Al igual que las flores, las introducimos en vasos con agua teñida. Esta vez iremos cortando el tallo de abajo hacia arriba periódicamente a lo largo de dos días. Veremos que en los diferentes cortes aparecerán unos círculos teñidos en la base. ¿Qué estructuras son? En este caso nos adentraremos de lleno en los tejidos conductores (xilema y floema) y su función de transporte.

Todas estas experiencias ligadas a los espacios verdes de la institución educativa representan solo algunos ejemplos de posibles usos vinculados a espacios TiNi o huertos escolares. El uso de estos espacios es realmente muy amplio, tan solo limitado por la imaginación del docente que guía y acompaña a los estudiantes. Lo importante de esta serie de espacios es que sean un referente en la unidad educativa de lugares vivos, lugares de encuentro, de festejo y aprendizaje, que no queden relegados a espacios apartados y ligados al cuidado por parte de los adultos, ya que una de las claves del éxito es estos espacios tengan sentido para los estudiantes y eso solo será posible si los estudiantes hacen uso de estos espacios y los sienten suyos.

Conclusiones

Es posible y necesario dinamizar las clases de ciencias naturales dentro de las escuelas y colegios, para generar un verdadero cambio educativo y un acercamiento al aprendizaje significativo. Dicha dinamización puede ir de la mano de diversas técnicas de aprendizaje activo, además de a una contextualización de las diferentes materias. En este artículo se han planteado cómo usar determinadas estrategias de aprendizaje activo y se describen algunas sesiones de clase que agrupan las dinámicas y estrategias descritas en los apartados anteriores, para que versen como ejemplo de las oportunidades de cambio que se pueden generar en las clases.

Por último, es interesante generar dinámicas que puedan llevarse a cabo dentro de los espacios TiNi o huertos escolares, ya que son espacios presentes ampliamente en las instituciones educativas del país, ligadas a un esfuerzo colectivo de la comunidad educativa y no deben permanecer como meros jardines, sino como ambientes de aprendizaje e interacción con la naturaleza.

Bibliografía

Alonso, C. M., Gallego, D. J., & Honey, P. (1997). *Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Mensajero.

Badillo, R., Torres, A., & Miranda, R. (2002). Historia de la didáctica de las ciencias: Un campo de investigación. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (12).

Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(2), 179-192.

Dolmans, D. H., De Grave, W., Wolfhagen I.H. & Van Der Vleuten C.P. (2005). Problem-based learning: Future challenges for educational practice and research. *Medical education*, 39, 732-741.

España Ramos, E., & Prieto Ruz, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Revista de Investigación en la Escuela*, 71, 17-24.

Foldnes, N. (2016). The flipped classroom and cooperative learning: Evidence from a randomised experiment. *Active Learning in Higher Education*, 17(1), 39-49.

Jiménez, V. M. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(3), 343.

Leguía, Joaquín & Paredes, Nelly (2016). *Guía para docentes de cómo aplicar la metodología TiNi*. Lima: Asociación para la Niñez y su Ambiente.

López Rúa, A. M. & Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8 (1).

Palacios, F. J. P. (1998). La formación del profesorado universitario en didáctica de las ciencias experimentales: desde el inmovilismo a la búsqueda de alternativas. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, (11), 345-354.

Palacios, L. (2006). El valor del arte en el proceso educativo. *Reencuentro*, (46).

Pérez, D. G., Beléndez, A., Torregrosa, J. M., & García, A. M. (1991). La formación del profesorado universitario de materias científicas: contra algunas ideas y comportamientos de 'sentido común'. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, (12), 43-48.

Restrepo, R., & Walks, L. (2018). Aprendizaje Activo para el aula: Una síntesis de fundamentos y técnicas. *Cuaderno de Política Educativa 2*, Observatorio de la Educación UNAE.

Rioseco, M., & Romero, R. (1997). La contextualización de la enseñanza como elemento facilitador del aprendizaje significativo. *Actas Encuentro Internacional sobre el aprendizaje significativo*, 253-262.

Weiman, C. & Gilbert, S. (2015). Taking a Scientific Approach to Science Education, Part II—Changing Teaching. *Microbe* 10 (5), 203-207.