

¡CUÁNTA RIQUEZA DETRÁS DE LA LECHE!

Rossana Müller

.....

Centro Regional de Profesores del Suroeste, Colonia - Uruguay

rossanamuller@gmail.com

Resumen

El siguiente trabajo es parte de un proyecto titulado “Estudio de las biomoléculas a través de la leche” que se presentó en el Concurso de Oposición y Méritos organizado por el Consejo de Formación en Educación durante el año 2019. En el mismo se planteó el estudio de las Biomoléculas a través de un hilo conductor: la leche. Si bien existen infinidad de estudios al respecto y muchas técnicas de laboratorio referidas al estudio de la leche, lo que se pretendió fue plantearlo como un eje temático abordando su enseñanza de forma inter, intra y transdisciplinaria, produciendo un material rico en contenido, motivador para los estudiantes del Profesorado de Química y útil para ser trabajado posteriormente en sus prácticas de aula.

Palabras clave: leche; biomoléculas, lípidos, proteínas; lactosuero.

Introducción

La elección del tema estuvo asociada por un lado al contexto de los estudiantes que pertenecen al Centro de Formación de Profesores, y por otro lado, se tuvo en cuenta la riqueza y variedad conceptual que existe detrás del término “leche”. Es maravilloso todo lo que se puede explorar a partir de un alimento tan completo como éste, los conocimientos y las herramientas que puede adquirir el futuro docente y que posiblemente le sean útiles a la hora de desarrollar sus prácticas de aula. Planteándolo entonces como eje temático, es posible desarrollar la enseñanza de un conjunto de biomoléculas fundamentales para la vida como lo son los glúcidos, los lípidos y las proteínas, e investigar incluso la presencia o no de ácidos nucleicos. El punto de partida será una salida didáctica a un

tambo-quesería artesanal. Desde allí, guiando al estudiante a través de la indagación - investigación, se propone una secuencia de re-creación en laboratorio, de prácticas experimentales, que permitirán desarrollar los contenidos y abordar la enseñanza de lípidos y proteínas presentes en la leche. Posteriormente, se abordará el estudio de los glúcidos y otras proteínas existentes en el lactosuero, ampliando luego hacia el estudio completo de las biomoléculas.

1. Aspectos Disciplinarios

1.1 ¿Qué es la leche?

Es el producto integral de la secreción de la glándula mamaria de cada mamífero hembra a partir del tercer o cuarto día aproximadamente después del parto, ya que la primera secreción (inmediata al parto) recibe el nombre de calostro (Badui, 2006). El término “leche” hace referencia al líquido proveniente de las glándulas mamarias de una vaca, destinado a alimentar al recién nacido, ya que lo provee de todos los nutrientes básicos para el desarrollo en su primera etapa, incluyendo la cantidad de agua necesaria para su hidratación. Para el resto de los animales mamíferos, se hace referencia a “leche de...”según la especie, para denominar a la misma secreción. En cuanto a su aspecto, es un líquido opaco, de color blanco - mate, aunque puede variar su coloración hacia una tonalidad amarillenta dependiendo de la cantidad de materia grasa presente, o virar hacia una tonalidad blanca-azulada cuando el nivel de agua es importante. El olor es característico y el sabor agradable, aunque es de destacar que estas características se ven influenciadas por la raza de la vaca lechera, su edad, alimentación recibida, junto con el estado de lactancia, el número de pariciones, el sistema agrícola, el entorno físico y la estación del año. La leche puede contribuir considerablemente a la ingestión necesaria de nutrientes como el calcio, magnesio, selenio, riboflavina (vitamina B2), vitamina B12 y ácido pantoténico (vitamina B5); además, gases disueltos como el oxígeno, nitrógeno y sobre todo dióxido de carbono y enzimas como las diastasas, peroxidases, catalasa, aldehidases, reductasas y fosfatases también se hallan presentes en la composición. Es una emulsión, constituida por una solución homogénea que presenta coloides, debido a que la materia grasa existe bajo forma de finos glóbulos (cuya densidad media es 0.92 g/mL) visibles al microscopio y diseminados por toda la masa de leche, de tal manera que al quedar en reposo (y por su densidad) ascienden formando

una capa que se vuelve visible al ojo humano denominada crema. El resto de los constituyentes de menor masa molecular solubles en agua se presentan en la leche como una verdadera solución. Una parte de los cationes y de los fosfatos forman con la caseína complejos llamados fosfocaseinato de calcio y de magnesio que existen también como coloides, los cuales sufren modificaciones sin ser destruidos, cuando la leche es sometida a calentamiento coagulando y aprisionando la materia grasa. La leche normal presenta una reacción iónica, debida al conjunto de sales disueltas y a los prótidos haciendo de “tampón” ligeramente ácida cuyo pH oscila entre 6,5 y 6,7.

1.2 ¿Qué son las biomoléculas?

Se le llama así a las moléculas que constituyen a los seres vivos, conformando el 99 % de la masa de la mayoría de las células. Están formadas básicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, siendo el carbono el principal responsable de la amplia variedad de compuestos que existen por la posibilidad de formar enlaces covalentes, de concatenarse tridimensionalmente, de formar múltiples enlaces (doble, triples) entre C y C, entre C y O, entre C y N y de que puedan presentarse en cadenas lineales, ramificadas, cíclicas, heterocíclicas (Yurkanis, 2008). Con todas estas características es posible que, con pocos elementos se puedan obtener diferentes grupos funcionales (alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos, aminas,) dando lugar a compuestos con propiedades químicas y físicas diferentes (Yurkanis, 2008). Las biomoléculas orgánicas pueden dividirse en cuatro grupos que son glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

1.2.1 Lípidos en leche.

Químicamente, los lípidos son biomoléculas que contienen básicamente C, H y O. Son derivados por esterificación y otras modificaciones de ácidos orgánicos mono carboxílicos, llamados ácidos grasos la mayor parte de los cuales no son solubles en agua ni volátiles. A nivel industrial y también a nivel alimenticio, es importante conocer la cantidad de materia grasa (los lípidos) presente en la leche ya que está constituida por cerca de 10 tipos de ésteres diferentes, formados por la combinación de glicerina con ácidos grasos (triacilglicéridos, diacilglicéridos, monoacilglicéridos); también pueden encontrarse ácidos grasos libres, glucolípidos y fosfolípidos. Muchas de las propiedades de la leche se deben a los ácidos grasos contenidos en los lípidos. Se ha demostrado que la grasa láctea

constituye una fuente natural de compuestos bioactivos (ácido butírico, ácido linoleico conjugado (CLA), fosfolípidos y esfingolípidos) que cumplen una importante función en cuanto a que vehiculizan las vitaminas liposolubles (A, E y K), absorbiéndose conjuntamente. La leche en función a su contenido graso se clasifica en entera con un contenido igual o mayor a un 3.5%, semidescremada con un promedio cercano a los 1.5% y la desnatada con un porcentaje del 0.5% en grasas (Badui, 2006).

1.2.2 Proteínas de la leche

Las proteínas son biomoléculas constituidas por C, H, O, N y a veces pueden contener azufre. Se definen como largas cadenas α -aminoácidos, lo que significa que el grupo amino en cada uno es un sustituyente en el átomo de carbono, el siguiente al grupo carboxilo (Yurkanis, 2008) unidos entre sí a través de enlace peptídico.

Dichas cadenas presentan diferentes estructuras (primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria) que refieren a la composición, a la forma que adopta la cadena de aminoácidos en el espacio, y a partir de las cuales se originan las funciones que cumplirá dentro de un ser vivo. Una de las posibles clasificaciones de las proteínas consiste en dividir las globulares y fibrosas. Las proteínas globulares son aquellas en que tienden a agruparse los monómeros en forma de glóbulo y no establecen interacciones intermoleculares (puentes de hidrógeno, característicos de las proteínas fibrosas) siendo solubilizadas en suspensiones coloidales. En la leche, las proteínas representan aproximadamente un 3,4% de la composición total, siendo el grupo de las caseínas (fosfoproteínas) el más importante (25-30 g/L) y seguidamente se encuentran las proteínas séricas: albúmina y globulina (5-6, 5g/L). Existen 20 aminoácidos que el organismo humano no puede sintetizar (llamados aminoácidos esenciales) y en la leche se encuentran 18 de éstos aminoácidos. Dentro de ellos, se encuentran la Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Triptófano, Valina, Histidina y Arginina fundamentales para el correcto desarrollo de los niños.

La caseína da nombre al grupo predominante de proteínas de la leche. Está constituida por moléculas individuales llamadas α (S1)-caseína, α (S2)-caseína, β -caseína (tanto las α y β son fosfoproteínas y precipitan en presencia de iones Calcio) y κ -caseína; ellas forman una unidad micelar, ya que todas contienen muchos aminoácidos con cadenas laterales no polares, (hidrofóbicas) y por acción del cuajo, enzimas proteolíticas o ácidos débiles, precipitan (interactuan-

do con la parte hidrofílica de las k-caseínas). Son proteínas desordenadas, es decir sin estructura específica, debido a la mayoritaria composición en prolina (aminoácido que dificulta la formación de estructuras secundarias). Fuera de las caseínas, se hallan también la lactoalbúmina, una de las proteínas más importantes a nivel biológico porque contiene gran cantidad de aminoácidos esenciales; se suele referir a ella como la α -lactoalbúmina y la β lactoglobulina que es la principal cadena portadora de grupos sulfhídricos, y al calentarse la β lactoglobulina de la leche, forma agregados que reaccionan con la k caseína, influyendo en el tiempo de coagulación y la humedad.

1.2.3 Glúcidos en la leche

Los glúcidos son biomoléculas formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno y presentan en su estructura un grupo carbonilo y varios grupos oxidrilos por lo que se les denomina polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas (Yurkannis, 2008). Según su estructura se los pueden clasificar en monosacáridos (hasta 9 C en su cadena), disacáridos (por la unión de dos monosacáridos a través del enlace glucosídico), oligosacáridos (varios monosacáridos unidos por enlaces glucosídicos) y polisacáridos. Los primeros son los carbohidratos más simples: ya que poseen entre 3 y 6 átomos de carbono. Al unirse, se forma un disacárido, que posee las propiedades similares a las de los monosacáridos, poseen sabor dulce, son solubles en agua y son los responsables, al estar junto con las proteínas, del color y el aroma que adquieren muchos alimentos durante su cocción o procesamiento. Los oligosacáridos están constituidos por 3 a 10 unidades de monosacáridos. Cuando la cantidad de unidades es mayor a 10, el polímero que se forma se llama polisacárido. Para que los disacáridos y polisacáridos puedan ser absorbidos en la pared intestinal y pueda cumplir con su actividad metabólica deben ser hidrolizados a monosacáridos. El sabor dulce de la leche se debe al disacárido presente, llamado lactosa que puede ser estudiado en el lactosuero.

El lactosuero, definido como “la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso” (Foegeding y Luck, 2002) y, es un líquido translúcido amarillento obtenido de la leche después de la precipitación de la caseína (Jelen, 2003), contiene aproximadamente el 55% de los nutrientes dentro de los cuales están la lactosa (4,5-5% p/v), proteínas solubles (0,6-0,8% p/v), lípidos (0,4-0,5% p/v) y sales minerales (8- 10% de extracto seco). Presenta minerales como el potasio, calcio, fósforo, sodio y magnesio; además de vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piri-

doxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido ascórbico. Representa una rica y variada mezcla de proteínas que poseen amplio rango de propiedades químicas, físicas y funcionales. Sus principales componentes son la β -lactoglobulina y la α -lactoalbúmina, además de lactoferrina, lactoperoxidasa, inmunoglobulinas, y glicomacropéptidos; estas proteínas desempeñan un importante papel nutritivo y una buena fuente de aminoácidos esenciales, son de alto valor biológico (por su contenido en leucina, triptófano, lisina y aminoácidos azufrados). La mayoría de las proteínas de lactosuero, contribuyen a las propiedades funcionales de los ingredientes en las formulaciones de alimentos, destacándose solubilidad, hidratación, emulsificación, textura, consistencia, formación de espuma, y propiedades de gelificación. Se han desarrollado estudios para explorar nuevas alternativas para la utilización de lactosuero y reducción de la contaminación ambiental. Entre los productos de exitosa aceptación debido a sus bajos costos de producción, grado de calidad alimenticia y sabor, se encuentran la ricotta, las bebidas refrescantes, bebidas fermentadas y alcohólicas, producción de ácidos orgánicos, concentrados de proteínas, derivados de lactosa, entre otros. Para los cuales se lo utiliza en diversas formas: directamente en forma líquida, en polvo, como lactosa y subproductos, como concentrados de proteína. Dependiendo de cómo haya sido la eliminación de la caseína, se obtienen diferentes tipos de suero: el denominado dulce, está basado en la coagulación por la renina a pH 6,5. El segundo, llamado suero ácido, resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína.

1.2.4 ¿Cómo reconocer en el laboratorio a las biomoléculas presentes en la leche?

a- Lípidos en la leche: Obtención y reconocimiento de Materia Grasa

- Para obtener la materia grasa se puede aplicar métodos mecánicos, como dejar la leche entera en reposo y luego extraer la capa sobrenadante; otra es utilizando la centrifuga. Si se dispone del instrumento llamado butirómetro se puede aplicar el método de Gerber para determinar la materia grasa presente (como se hace en los laboratorios industriales) o se puede reemplazar el instrumento por tubos de centrífuga, ácido sulfúrico concentrado y agua caliente a 95°C como forma alternativa. El principal objetivo del método es destruir la membrana que recubre el glóbulo graso, sin que se destruyan los triglicéridos y de ese modo separarlos por diferencia de densidad logrando cuantificar la materia grasa. Debe considerarse que en este procedimiento se destruyen proteínas y glúcidos, mediante el agregado de ácido sulfúrico concentrado ($d=1.81\text{g/mL}$).

Posteriormente el agregado de una pequeña porción de agua a 95°C, de mayor densidad que la grasa, permite que ésta ascienda separándose en una capa amarillenta y transparente. Con la ayuda de una pipeta Pasteur es extraída y colocada en una caja petri.

- Ensayo de solubilidad con diferentes solventes, polares y apolares se puede comprobar la naturaleza del extracto.

- Reconocimiento con sudán III: Este es un reactivo orgánico de color rojo oscuro cuando se lo prepara disuelto en etanol. Sirve para indicar la presencia de lípidos (tanto grasas como aceites) debido a que es soluble en ellos y se torna anaranjado rojizo al entrar en contacto. Por lo tanto con poner 3 gotas de la muestra extraída como materia grasa y agregarle 2 gotas de reactivo bastará para observar el cambio de color.

- Reconocimiento de ácidos grasos insaturados por adición de yodo: Mediante el agregado de agua de yodo a una solución de grasa disuelta en éter, se logra un cambio en la capa etérea de la coloración marrón, virando al típico color del yodo en la fase orgánica (violeta), y luego mediante la agitación del tubo de ensayo aparece una leve decoloración, lo cual indica que el yodo ha sido incorporado a la cadena carbonada mediante la ruptura de los dobles enlaces existentes.

- Ensayo de Baeyer: Con una solución alcalina de permanganato de potasio se puede verificar la presencia de ácidos grasos insaturados también, ya que al enfrentar este reactivo a una molécula orgánica insaturada (es este caso probablemente, el ácido oleico) ocurre una reacción de óxido reducción, donde el permanganato se reduce a MnO_2 precipitando, mientras que el doble enlace entre carbono y carbono se rompe y adiciona 2 grupos oxidrilos, formando un diol. Esto ocasiona que el color se desvanezca de púrpura-rosado a marrón

b- Proteínas y aminoácidos en la leche

Las reacciones de coloración para el reconocimiento de proteínas se basan principalmente en la identificación de grupos estructurales de algunos de sus aminoácidos en particular.

- Con el reactivo de biuret (formado por KOH , $CuSO_4$ y $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$) se puede identificar la presencia de más de 4 enlaces peptídicos lo cual da indicio de presencia de proteínas y/o polipéptidos. El reactivo, de color azul, cambia entonces a violeta, mediante la formación de un complejo entre el cobre (II) y 4 ligandos de nitrógeno (con un par de electrones libres) que pertenecen a los enlaces peptídicos:

- El reactivo ninhidrina, es un agente muy específico para determinados aminoácidos, ya que reacciona con todos los α -aminoácidos contenidos en la proteína dando lugar a la formación de un complejo color púrpura cuyo pH se encuentra entre 4 y 8, a excepción de la prolina e hidroxiprolina que dan lugar a complejos de color amarillo. En aquellos casos donde la prueba de biuret es negativa pero positiva la de ninhidrina, indica que no hay proteínas, pero si hay aminoácidos libres.

- Empleando ácido nítrico concentrado (reacción xantoproteica) se puede determinar la presencia de proteínas solubles que contienen aminoácidos portadores de grupos aromáticos, especialmente en presencia de tirosina. La prueba se considera positiva si da resultado amarillo oscuro. Esta reacción también resulta positiva si se encuentran los aminoácidos con anillos bencénicos como fenilalanina o triptófano.

- Con el reactivo de Millon (formado por una mezcla de nitrito y nitrato mercuríco disuelto en ácido nítrico) se lleva a cabo el reconocimiento de residuos fenólicos ya que proteínas que contienen estos grupos, se precipitan por acción de los ácidos inorgánicos fuertes del reactivo. Se obtiene un precipitado blanco que se vuelve gradualmente rojo al calentar por formación de una sal de mercurio.

- Obtención y reconocimiento de otras proteínas de la leche, en el lactosuero.

Existen un tipo especial de proteínas que se mencionaron anteriormente α -lactoalbúmina y la β lactoglobulina, que no precipitan en las condiciones que lo hacen las caseínas y que quedan solubilizadas en el lactosuero. Para obtenerlas, es necesario elevar la temperatura hasta los 95 °C y agregar ácido cítrico; al dejar el sistema en reposo se produce la precipitación inversa de los coágulos blancos (de menor tamaño que los granos de caseína) por ser menos densos que la solución. Una vez filtrado se puede reconocer proteínas y restos de aminoácidos nuevamente.

c- Glúcidos en la leche.

El azúcar principal de la leche se llama lactosa, y es un disacárido que se encuentra en una concentración de entre 40 y 50 g/l en la leche de vaca. El disacárido se forma por la unión 1-4 glucosídica entre la β galactosa y la β glucosa (Mc Murry, 2006) y es de gran importancia en el cuerpo humano ya que favorece el desarrollo de la microbiota intestinal y el desarrollo del sistema nervioso central, debido a la galactosa. Cuando la leche es ingerida, la hidrólisis de la lactosa ocurre en el intestino, gracias a la acción de una enzima llamada lactasa (un tipo de β - galactosidasa). Esta enzima está compuesta por una oxidasa que es la

encargada de romper el enlace 1,4- glicosídico, liberando la glucosa y galactosa, ingresando de esta forma como nutriente al organismo.

En el laboratorio, es posible obtener cristales de lactosa a partir del lactosuero. Debido a que posee un extremo carbonilo libre, se la puede enfrentar a un reactivo que lo oxide para su reconocimiento como disacárido reductor:

- Hidrólisis de la lactosa: A nivel del laboratorio se efectúa la hidrólisis de la lactosa, (por acción de un ácido fuerte y alta temperatura) rompiéndose el enlace glucosídico, e ingresando el H^+ del agua uniéndose al oxígeno de una de las moléculas y el OH^- se une al carbono libre de la otra molécula, obteniendo como resultado los dos monosacáridos que la forman. Ambos monosacáridos son también reductores al igual que la lactosa.

- El reactivo de Fehling permite el reconocimiento de glúcidos reductores, produciéndose una reacción redox en la que el grupo aldehído (reductor) de los azúcares es oxidado a grupo ácido mientras que la especie Cu^{2+} que se reduce a Cu^{1+} . Tanto los monosacáridos como los disacáridos reductores reaccionan con este reactivo dando un precipitado rojo de óxido cuproso. Para que dicha reacción ocurra es necesario que el medio sea básico evitando así la precipitación del hidróxido cúprico.

- El reactivo de Tollens funciona también para reconocer glúcidos reductores a través de la oxidación del grupo carbonilo y la reducción del catión plata hasta obtener espejo de plata en las paredes del tubo.

Por otra parte, al disolver los cristales de lactosa en agua, se produce un equilibrio entre sus formas α y β que depende entre otros factores de la temperatura. A temperatura ambiente, el 40% está en su forma α . Se puede determinar entonces, la concentración de lactosa presente en una solución, debido a su actividad óptica. Utilizando esta propiedad, que presentan aquellos compuestos con centros quirales (carbonos unidos a cuatro grupos diferentes) capaces de desviar el plano de la luz polarizada, en sentido de las agujas del reloj o en sentido opuesto (Yurkanis 2008), surge la polarimetría como método para reconocer sustancias ópticamente activas. Es un método no destructivo, es rápido y reproducible y puede aplicarse siempre que la solución sea incolora. La cantidad de moléculas ópticamente activas presentes y el trayecto que deba recorrer la luz a través de ellas, son factores que influyen en el ángulo de desviación del plano de la luz. La principal ventaja del método es que mediante la dirección y el grado de rotación de dicha luz, se pueden obtener resultados cualitativos (por ejemplo, conocer la estructura química del compuesto en cuestión) y cuantitativos (conocer la concentración de lactosa).

2. Aspectos didácticos

Para lograr la formación integral del docente de Química es necesario que existan a lo largo de su carrera, asignaturas o secciones que ofrezcan una integración de contenidos con otras asignaturas y disciplinas que den soporte a muchos fenómenos que no son puramente químicos. La enseñanza de los contenidos de Química Orgánica ofrece una base sólida de conocimientos para que, integrados con la Biología, la Química Ambiental, la Bioquímica, con la Química Inorgánica y con la Fisicoquímica, logren generar en el estudiante de profesorado, competencias que le permitan desempeñarse eficazmente en los diferentes contextos a los que se enfrentará. Se propone el estudio de las biomoléculas a partir del alimento principal que recibimos los seres humanos desde los primeros años de vida, y esto da cuenta de lo importante que son estos grupos de moléculas para la vida. El desarrollo del tema brinda la posibilidad de un abordaje interdisciplinario y da lugar al trabajo transdisciplinar en proyectos con otras instituciones de nivel terciario (UDELAR, UTEC, LATU, CETP) vinculadas al tema leche. Esto permite profundizar en ciertos temas más específicos y de interés para cada alumno, realizando pasantías o prácticas de laboratorio fortaleciendo los aprendizajes y ampliando la mirada del futuro profesor. Por otra parte, es un tema que presenta múltiples aplicaciones en los planes actuales de educación media, donde los estudiantes de profesorado desempeñan sus prácticas, por lo que su enseñanza dentro de la carrera, es muy asertiva para brindarle herramientas de trabajo tanto en ciclo básico de educación media (donde se puede abordar la leche como sistema a nivel macroscópico y microscópico o en trabajos coordinados con biología (leche como alimento y nutrientes) y geografía (suelos, ganadería, alimentos para consumo, leche) o en proyectos interdisciplinarios con alumnos bachillerato. Podría resultar interesante, en un futuro plan de formación docente, incluir esta propuesta planteada como un taller de profundización contextualizado.

2.1 Secuencia de contenidos

La propuesta, llevará como hilo conductor la leche a partir de la cual surge el estudio de las biomoléculas. Para facilitar la comprensión del tema, deben considerarse ciertos prerrequisitos sobre la química del carbono, nomenclatura básica de compuestos orgánicos y manejo fluido del trabajo de laboratorio.

Se propone entonces como punto de partida, una actividad contextualizada que consiste en una visita a un Tambo con Quesería artesanal en funcionamiento donde se presenciara todo el proceso de extracción de la leche y las elaboraciones de sub productos (manteca, queso tipo colonia y ricota). Se utilizarán preguntas que guiarán al estudiante en la construcción de su propio aprendizaje, para que conjuntamente con sus experiencias, sus conocimientos previos, más lo observado y registrado en la visita didáctica, finalmente logre dar respuesta a posibles interrogantes como:

¿Por qué antiguamente se sustituye la leche materna desde los primeros días de vida de un ser humano por leche de vaca y no por leche de otro mamífero?

¿Qué sustitutos se utilizan hoy en día y cuál es su composición química, en caso de ausencia de leche materna?

¿Por qué la leche se considera un “alimento completo”?

¿En qué difieren las leches que se encuentran en las góndolas del supermercado con la leche de tambo?

¿Cómo es posible la elaboración de manteca a partir de crema de leche?

¿Cuáles son los procesos fisicoquímicos por los que atraviesa la leche hasta convertirse en queso? ¿Qué componente de la leche se utiliza para hacer el queso?

¿En qué se utiliza el suero que se produce en la quesería? ¿Qué otras opciones de producción existen hoy día a partir del suero lácteo? Una vez ocurrida la salida didáctica, se comienza a desarrollar el estudio de las biomoléculas a partir de aquellas específicas que se encuentren en la muestra de leche, ampliando y profundizando en cada familia posteriormente. A continuación se detalla una posible secuencia de contenidos específicos, las actividades experimentales, los logros de aprendizaje y la evaluación a aplicar a la hora de llevar adelante la propuesta:

Contenidos específicos:

- La leche como sistema físico-químico
- Distintos tipos de Sistemas dispersos
- Lípidos en la leche.
 - Lípidos saponificables (Estudio de ésteres y sus reacciones, Ácidos grasos)
 - Lípidos neutros Estudio de fosfolípidos y glucolípidos
 - Lípidos no saponificables (esteroides, terpenos, vitaminas)
- Proteínas en la leche
 - Estudio de las proteínas a partir de los aminoácidos que la conforman (caseína)

- Diferentes clasificaciones de aminoácidos. Estructura de aminoácidos unión peptídica, polipéptidos, proteína. Estructuras, clasificación y funciones
- Estudio de otras proteínas de la leche contenidas en el lactosuero
- Glúcidos en la leche.
- Lactosa: Estudio de disacáridos y monosacáridos. Clasificación, propiedades físicas y químicas de ellos, Isómeros y Reacciones de los glúcidos.
- Posibles líneas de investigación orientadas al estudio de ácidos nucleicos

Actividades experimentales:

- Obtención de materia grasa- reconocimiento de lípidos
- Obtención de las caseínas. Reconocimiento del carácter proteico, y de restos de aminoácidos
- Obtención de proteínas en el lactosuero. Reconocimiento de aminoácidos presentes.
- Reconocimiento de glúcidos reductores en lactosuero
- Obtención de cristales de lactosa
- Cuantificación de lactosa por polarimetría

Logros de aprendizaje:

- Observa, registra y emite hipótesis sobre los procesos que están ocurriendo durante el proceso de extracción y elaboración de subproductos.
- Identifica los factores que afectan la calidad de la leche (alimentación del ganado, raza, higiene en el tambo, reconocimiento de calostro)
- Comprende la constitución de los diferentes lípidos
- Asocia la importancia de los lípidos para la salud.
- Crea y realiza secuencias de prácticos, emitiendo hipótesis, utilizando la experiencia para validar dichas hipótesis.
- Razona y modeliza para explicar e interpretar resultados.
- Identifica posibles problemas a resolver.
- Comprende la constitución de diferentes proteínas.
- Asocia la importancia de las proteínas contenidas en la leche para la salud y el desarrollo de los niños.
- Identifica la existencia de otras proteínas de mucho valor nutricional en el lactosuero.
- Reconoce a la lactosa como principal glúcido disacárido reductor presente en la leche.
- Los tipos de evaluación:

- Evaluación diagnóstica: Lluvia de ideas, análisis de los registros realizados, emisión de hipótesis; se utiliza como instrumento la lista de cotejo.
- Evaluación Formativa: Utilizando la Rúbrica como guía, la elaboración de informes prácticos, exposiciones orales, búsqueda de información, diseño de prácticos y trabajo en laboratorio con los materiales existentes.
- Evaluación sumativa: pensada acorde a la evaluación de proceso realizada en la secuencia de trabajo.

2.2 Metodología

Se plantea trabajar mediante la enseñanza basada en la indagación, de tal forma que los estudiantes se apropien de una forma de pensar propia de la ciencia ya que las actividades basadas en la indagación suponen observación de fenómenos de interés, formular preguntas que se responden con acciones, investigar lo que ya se conoce hasta el momento del fenómeno, reunir datos, formular nuevas preguntas investigables, analizar y formular explicaciones basadas en evidencias para luego comunicar y difundir. Crear un entorno colaborativo de aprendizaje fuera del aula, puede resultar más eficaz, productivo y motivador, para lograr aprendizaje profundo y es lo que se pretende, al planificar una salida didáctica inicial con el trabajo de laboratorio posterior, promoviendo el debate de ideas sobre problemas o situaciones específicas que se detecten para que los alumnos investiguen y tomen decisiones de cómo proceder para comprender. El proceso de indagación da lugar a nuevos conocimientos que duran mientras el estudiante logre generar nuevas preguntas o cree teorías más precisas para dar explicación.

Las preguntas guían la resolución de problemas y la investigación, por lo que deben ser relevantes y significativas para que el estudiante se motive y mantenga su motivación hasta alcanzar la meta establecida; de lo contrario se transforman en procesos vacíos. Estas preguntas deben promover el desarrollo de competencias de comunicación para cada uno de ellos, deben permitirles establecer relaciones entre diferentes conceptos, apuntar a estimular el pensamiento crítico y la producción de ideas y no la repetición de memoria o la respuesta única. Las preguntas son las que deben generar un verdadero “diálogo entre las situaciones de enseñanza y aprendizaje” (Anijovich,,2017) promoviendo que el alumno busque respuestas.

Las actividades experimentales se plantean para guiar los contenidos. No se pretende enseñar a seguir protocolos de prácticos (si bien es necesario destrezas manuales con los instrumentos) sino que dichas actividades deben permitir otras

actividades de aprendizaje más complejas y centradas más en procesos cognitivos que en actividades manuales. Luego de la investigación preliminar que hace el alumno, se propone la idea de experimentar entonces, “como forma de acercar los contenidos que se quieren enseñar” (Dibarboure, 2009,) con el objetivo de que sea significativo y coherente con lo que sea que esté trabajando para lograr interpretaciones más funcionales, ampliar y profundizar el pensamiento y generar nuevamente, preguntas cada vez más complejas sobre lo que esté ocurriendo. Se aspira a que las actividades propuestas sean placenteras para el alumno, aumentando el interés y la motivación por aprender, además de crear confianza en las evidencias, utilizar la lógica para emitir un juicio, funcionar como equipo de trabajo científico y colaborativo y donde aprenda a comunicarse y expresarse adecuadamente.

2.3 Evaluación

Si el aprendizaje es una construcción y se va conformando sucesivamente a medida que el estudiante se aproxima al conocimiento, entonces la evaluación supone “indagar sobre el estado de esa construcción” (como se cita en Dibarboure, 2009) Para que esto ocurra, la evaluación debe ser continua, acompañando y apoyando el proceso de enseñanza aprendizaje, y promoviendo procesos tales como la autoevaluación, la evaluación entre pares, la propia del docente, y aplicada en diferentes formas (oral, escrita). Debe involucrar instancias de meta cognición o sea, momentos donde exista la reflexión de los estudiantes sobre sus propios modos de aprender y sobre lo aprendido.

A medida que se desarrolla el proceso de enseñanza, la evaluación se manifiesta de diferentes formas. La evaluación diagnóstica no debe faltar y es la que se establece en los primeros contactos entre docente y estudiantes, para conocer las características socio culturales del grupo, sus conocimientos previos, sus capacidades, posibles dificultades y permite proyección del trabajo. La secuencia presentada se realizará utilizando la visita de tambo/quesería. La evaluación formativa es aquella que acompaña la enseñanza y el proceso de aprendizaje, y en la enseñanza basada en la indagación, cumple una función muy particular: “se emplea para tomar decisiones de cómo impulsar el aprendizaje mientras se está llevando a cabo” (Harlen, 2015). Entonces, su único fin es contribuir con el aprendizaje, permitiendo espacios tempranos de remediación, a través de diversas actividades de ida y vuelta entre docente y estudiante. En este sentido, proponer la evaluación entre pares puede ser muy útil para los estudiantes, ya que exige repasar los hechos y encontrar palabras adecuadas para describirlo y

explicarlo, quitándole la presión que genera si lo hace frente al docente o a todo el grupo. También los estudiantes deben aprender habilidades para llevar adelante este proceso y obtener una discusión estructurada y beneficiosa. Se genera el espíritu de cooperación y colaboración entre pares más que el de competencia y este tipo de evaluación, requiere de sensibilidad e intenciones positivas entre los involucrados.

El proceso de evaluación debe convertirse en un proceso de aprendizaje, fomentando la autoevaluación y la toma de decisiones por parte del propio estudiante y para poder lograrlo, debe existir coherencia entre las estrategias utilizadas para la enseñanza y las que se utilizan para evaluar. Por tal motivo, se propone la rúbrica como herramienta para acompañar los procesos donde se indicarán las variables que se están evaluando, los niveles de calidad y los indicadores de logro que evidencian el nivel alcanzado. Esta herramienta favorece el aprendizaje de los alumnos y la práctica docente contribuyendo a que sean devoluciones más justas y completas a los alumnos porque se transmiten desde el principio, las intenciones y expectativas, de las partes involucradas.

3- Aspectos relacionados a la extensión e investigación

Se propone dentro de la Sección para la cual se presentó el proyecto, abordar posibles líneas de investigación y profundización disciplinar enmarcadas dentro de una línea principal llamada “El circuito productivo de la leche”. Se involucran conocimientos, inquietudes, prácticas y perspectivas de análisis que permiten el desarrollo de proyectos y productos construidos de manera sistemática alrededor de este tema. Se promueve el trabajo tanto intra, interdisciplinario y transdisciplinario involucrando contenidos desde la Química Orgánica, la Bioquímica, Química Ambiental, la Biología, la Física, el área de la salud y el aspecto socio cultural.

Se propone el trabajo con otras instituciones de nivel terciario, favoreciendo la profundización de contenidos. Se puede efectuar entonces un aprendizaje basado en la indagación, donde se desarrollan diferentes líneas de investigación y producción de resultados académicos, con la participación y el posterior enriquecimiento de los diferentes actores de la comunidad educativa según se muestra en el esquema de la Figura 1. El trabajo cooperativo que realicen los estudiantes, en redes de investigación que puedan establecerse dentro del centro de formación y en el ámbito interinstitucional, es elemental para promover el trabajo individual y compartido.



Figura 1: Relación de la extensión-investigación -enseñanza.

Fuente: elaboración propia

A partir de la línea planteada entonces, se puede proyectar al estudiante y confrontarlo a la realidad con la que se encontrará en su futuro ámbito laboral, donde utilizando el recurso de una visita didáctica, puedan generarse nuevas interrogantes en sus alumnos que quizás en el aula tradicional nunca aparecerán. Ejemplo de esto, podría ser:

- ¿Qué relevancia tiene la raza de la vaca en las propiedades de la leche?
- ¿Cómo afecta el estrés del animal en la producción y composición de la leche?
- ¿Qué factores ambientales afectan la producción de leche?
- ¿En qué difieren la leche entera y la leche entera “larga vida”?
- ¿Cómo es el proceso químico de elaboración del queso?
- Suero de leche ¿alimento o nutriente?
- ¿Alimentos lácteos para intolerantes a la lactosa?
- La importancia del “ojo” en el queso colonia y calidad de la leche.
- Los ácidos nucleicos ¿están presentes en la leche?

El diálogo, la salida didáctica, la indagación de diferentes fuentes, la experimentación en el laboratorio, el procesamiento y análisis de resultados, la forma de presentarlos y comunicarlos llevaran a un aprendizaje reflexivo y profundo, dando al futuro docente herramientas de aplicación en sus prácticas de aula. El objetivo que se persigue es generar docentes innovadores, reflexivos, críticos, creativos, que enseñen a pensar a sus alumnos y a construir su propio aprendizaje, experimentando y cuestionando siempre la realidad.

Referencias bibliográficas

- Anijovich R., Mora S. (2017), *Estrategias de Enseñanza - Otra mirada al quehacer en el aula*- Buenos Aires, Argentina, AIQUE Grupo Editor.
- Badui S. (1993) “Química de los alimentos”. México, Pearson.
- Badui,S, (2012) “La ciencia de los alimentos en la práctica”, México, Pearson
- Dibarboure M. (2009) “...y sin embargo se puede enseñar ciencias naturales” Montevideo, Uruguay, Santillana.
- Foegeding, E. and P. Luck. 2002. Whey protein products. 1957-1960. In: Caballero, B., L. Trugo, P. Finglas (eds.). *Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition*. Academic Press, New York.
- Harlen W, Hubert D, (2015) pdf - Antología sobre indagación. La enseñanza de las ciencias en la educación básica Recuperado de <http://innovec.org.mx/home/images/antologia%20sobre%20indagacion-vol.1.pdf>
- Jelen, P. 2003. Whey processing. Utilization and Products. 2739-2745. In: H. Roginski, J.W. Fuquay and P.F. Fox (eds.). *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Academic Press, London, UK.