

La crisis de los alimentos y el pan: abordaje de los fenómenos químicos y sociales

La crisi dels aliments i el pa: plantejament dels fenòmens químics i socials

The food crisis and bread: approaches about chemical and social phenomena

Agustina R. Echeverría y Michelly Christine dos Santos / Universidad Federal de Goiás.

Instituto de Química

Lorena Silva Oliveira Costa / Instituto Federal de Educação, Ciência y Tecnología de Goiás (Campus Inhumas)



resumen

Este artículo presenta una experiencia didáctico-pedagógica curricular realizada en un curso técnico de cocina integrado a la enseñanza media de jóvenes y adultos. Se discute específicamente una situación problematizadora: la crisis de los alimentos y, en particular, el caso del pan. En la propuesta, se buscó crear un diálogo entre los contenidos que iban a ser estudiados y las experiencias vivenciales de los alumnos. El objetivo fue «conceptualizar» el contexto.

palabras clave

Temas vivenciales, crisis de los alimentos, pan, relaciones CTSA.

resum

Aquest article presenta una experiència didacticopedagògica curricular realitzada en un curs tècnic de cuina integrat a l'ensenyament mitjà de joves i adults. Es discuteix específicament una situació problematitzadora: la crisi dels aliments i, en particular, el cas del pa. A la proposta es va buscar la creació d'un diàleg entre els continguts que havien de ser estudiats i les experiències vivencials dels alumnes. L'objectiu va ser «conceptualitzar» el context.

paraules clau

Temes vivencials, crisi dels aliments, pa, relacions CTSA.

abstract

This article presents a didactic-pedagogical curriculum experience that took place during a technical course about food which was integrated into the high school education for young people and adults. It is discussed specifically as a problematic situation: the food crisis and, in particular, bread. The proposal sought to create a dialogue between the contents that were to be studied and the experiences that the students would bring from their lives. The objective was to *conceptualize* the context.

keywords

Experiential themes, food crisis, bread, CTSA relations.

Introducción

Las investigaciones en el campo de la educación en ciencias han identificado el carácter ritualístico (Mortimer, Machado y

Romanelli, 2000) de la enseñanza de dichas ciencias, en el cual predominan la memorización de definiciones y la repetición de resolución de ejercicios, que más

demandan del estudiante la aplicación de fórmulas que la real solución de problemas. Entendiendo la química como una construcción dialéctica de teoría

y práctica, es importante contextualizar los contenidos y, de esa forma, «conceptualizar» el contexto. Se da inicio así a una enseñanza más significativa en la que se pueden abordar problemas reales, estimulando el desarrollo de la capacidad investigativa del alumno, para así contribuir a la formación de un sujeto que actúe críticamente en la sociedad.

En este trabajo se presenta una experiencia didáctico-pedagógica realizada en el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Goiás (IFG), Brasil, en un curso de educación profesional técnica integrado de cocina que forma parte del Programa Nacional de Integración de la Educación Profesional con la Educación Básica en la modalidad de Jóvenes y Adultos (PROEJA).

En la tentativa de establecer un currículo diferenciado, que creara un diálogo entre los contenidos que se debían estudiar y las experiencias que los sujetos traían de sus vidas, se consideró la propuesta pedagógica de Freire (2005) de abordar contenidos a partir de temas vivenciales (Boff, Hames y Frison, 2006) como orientación para nuestro trabajo. Así, fue elaborado para un semestre de la asignatura de Química un programa basado en una situación problematizadora: «La química de los alimentos».

«La química de los alimentos»: situación problematizadora en el abordaje de los contenidos

El tema «La química de los alimentos» fue estructurado en dos módulos para ser desarrolla-

dos en el transcurso de un semestre. El módulo I, «La crisis de los alimentos y el pan», y el módulo II, «La química de la basura y las cuestiones ambientales», fueron divididos en actividades, cada una de las cuales tenía contenidos y objetivos específicos, además de evaluación diversificada.

Serán discutidas en este artículo las actividades del módulo I. Es importante destacar que los contenidos no fueron organizados como comúnmente se observa en los programas de ciencias, sino siguiendo una lógica de presentación y discusión de la situación-problema y abordando los conceptos en diferentes niveles de complejidad, de acuerdo con las posibilidades cognitivas de los alumnos (cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadro de las clases y contenidos trabajados en el módulo I

Clase	Actividades desarrolladas	Principales temas/conceptos
1	La crisis de los alimentos en Brasil y en el mundo. Discusión del texto «Cómo alimentar al mundo» (Miranda, 2008).	El hambre en el mundo, desigualdades existentes, biocombustibles, exportaciones, subsidios, alimentación alternativa.
2	Introducción a la química del pan analizando los ingredientes para su producción. Importancia de las etapas de la preparación del pan.	Bioquímica (proteínas, carbohidratos), enlaces químicos.
3	Visita a una panadería de un supermercado en Goiânia.	Producción del pan (maquinarias, tiempo de preparación), condiciones de trabajo del panadero.
4	Discusión de la visita a la panadería y preparación de una masa de pan abordando las cuestiones químicas y bioquímicas.	Tercerización de la producción, modos de producción, plusvalía, desempleo estructural, carbohidratos, fermentación, proteínas (formación del gluten).
5	Producción del pan y discusión de las cuestiones químicas y bioquímicas.	Enlaces químicos, interacciones de hidrógeno, formación del gluten, desnaturalización de las proteínas, densidad. Estados de agregación de los materiales. Punto de fusión y punto de ebullición.
6	Actividades en clase.	Autoevaluación de los alumnos.
7	Revisión de las cuestiones que los alumnos no entendieron en la clase anterior.	Fermentación, enlaces químicos e interacciones de hidrógeno. Gases y modelo atómico de Dalton.
8	Resolución de ejercicios a partir de una situación problemática: ¿por qué el pan no creció?	Proteínas, carbohidratos, fermentación, enlaces químicos e interacción de hidrógeno.
9	Evaluación escrita.	Proteínas, carbohidratos, fermentación, enlaces químicos e interacciones de hidrógeno.
10	Producción de pan con hierbas en el laboratorio gastronómico del IFG.	Revisión de todos los conceptos discutidos.

El módulo I fue estructurado con los siguientes objetivos: i) discutir los aspectos políticos, económicos, éticos y sociales de la crisis de los alimentos; ii) estudiar la historia de la producción del pan y las condiciones de trabajo del panadero; iii) estudiar los componentes de la harina y su participación en la producción del pan, y iv) estudiar las reacciones de fermentación e identificar los enlaces químicos que se forman y se rompen en la producción del pan. Las actividades fueron estructuradas y desarrolladas de acuerdo con la descripción que se da a continuación.

La crisis de los alimentos y el pan

La estructuración inicial del módulo I tuvo como principio básico que sin alimentos no hay existencia humana, resaltándose dos desafíos: i) producir cada vez más y de manera más eficiente frente al aumento poblacional y ii) preservar los recursos naturales del planeta.

En la época de realización de este trabajo, había una discusión en los medios de comunicación en la cual los biocombustibles estaban siendo considerados en gran parte los responsables de la crisis alimentaria por el hecho de usar materias primas agrícolas. En Estados Unidos, principal productor agrícola mundial, el uso de maíz para la producción de etanol pasó de 54,6 millones de toneladas a 86,4 millones de toneladas. Pero, además de los biocombustibles, existe una forma aún más egoísta de «jugar» con la salud y la supervivencia de los pueblos: la fuga de los especuladores de la economía mundial de activos, como el dólar y el oro, hacia negocios como los alimentos.

La actividad 1 fue iniciada con la discusión del texto «Cómo alimentar al mundo» (Miranda, 2008). Al ser el pan uno de los

principales alimentos en la dieta del brasileño, se optó por discutir este subtema relacionándolo con la discusión de la crisis y como introducción a las reacciones que ocurren en el compostaje y en la biodigestión, temas abordados en el módulo II. En la actividad 2, se introdujo la problematización de la producción del pan de manera contextualizada a partir de los conceptos químicos y de la historia de su producción.

El pan y su historia

El pan es considerado uno de los alimentos más consumidos en el mundo y, en sus variados tipos y composiciones, distintos en cada país, puede constituir una dieta nutritiva y equilibrada. Rica fuente de carbohidratos y de proteínas, el valor nutritivo del pan, hecho de trigo, se debe a las cantidades de sodio, calcio, magnesio, fósforo y potasio. Además, es una fuente de vitaminas del complejo B, originarias, básicamente, de la harina de trigo, su principal ingrediente. Su origen está relacionado con el inicio de la cultura de los cereales, que sucedió aproximadamente doce mil años atrás.

El inicio de la agricultura del cereal fue un marco en la historia de la alimentación del ser humano. En las grandes civilizaciones, como en Mesopotamia y Egipto, se encuentran referencias a cereales como la cebada, la espelta y el trigo y a los alimentos y bebidas preparados a partir de ellos: panes y cerveza. En el antiguo Egipto, el trigo y la cebada constituían la base de la alimentación y eran usados para la fabricación de pan y cerveza, mientras que el pan de espelta iba destinado a las clases más modestas (Flandrin y Montanari, 1998).

En la Roma antigua, el pan adquirió un papel prioritario, tornándose, inclusive, el alimento simbólico del guerrero romano. Como símbolos del modelo medi-

terráneo, el pan, el vino y el aceite continuaron ejerciendo una profunda influencia en la cultura romana de la Edad Media. El pan fabricado en aquella época no era fermentado y asado en el horno, pues los cereales más difundidos eran pobres en gluten y de difícil fermentación y los hornos eran raros. Por eso la masa era cocinada bajo cenizas o sobre placas de terracota. Después del cocimiento, aquel pan se endurecía rápidamente.

Durante los siglos XI a XV, la progresión de la cultura del cereal y la expansión del trigo colocaron el pan en el centro de la alimentación rural, por el hecho de estar incluido en todas las comidas, y su color pasó a ser distintivo de condición social (figura 1). El pan negro, hecho con una mezcla de cereales y legumbres secos, era para las clases más bajas. El pan blanco, hecho de trigo, era reservado para los más ricos, que consideraban ese tipo de pan como el único que estaba a la altura de su estatus. Pero, independientemente de la clase social, el pan era el alimento más común, el de mayor valor en la dieta europea, y representaba lo que el arroz representa hoy para muchos pueblos de Asia.

En la primera mitad del siglo XIX, los antiguos molinos de cereales fueron radicalmente modificados, debido a la introducción de la máquina de vapor, y la panificación fue una de las primeras actividades artesanales que fue mecanizada. Actualmente, en la mayoría de los países del continente americano, el pan blanco se ha tornado, por herencia cultural europea, indispensable en la dieta alimentaria, hasta en aquellos en que las condiciones naturales son desfavorables al cultivo del trigo. Por otro lado, el pan negro, con el transcurso de los siglos, ha pasado a ser consumido por todas las clases sociales.

Cuadro 2. Guía de visita a la panadería

1. ¿Cómo es el trabajo del panadero? ¿Cuál es su jornada de trabajo?
2. ¿El panadero trabajó en otros oficios o siempre ejerció esta profesión? ¿Dónde aprendió su oficio?
3. ¿El panadero trabajó en panaderías que no tenían máquinas? ¿Cuál es la diferencia de tiempo entre hacer un pan manualmente y otro utilizando máquinas?
4. ¿Cuáles son los pasos que el panadero sigue para hacer el pan?
5. ¿Cuál es el tipo de pan que se vende más?
6. ¿Dónde compra la panadería los ingredientes para la producción del pan? ¿Ha habido un aumento de precios?

Esta discusión fue hecha con los alumnos y, posteriormente, se realizó una visita a una panadería para observar los detalles de la producción del pan, el trabajo del panadero, la tercerización del trabajo, las máquinas utilizadas en la producción, etc. Para esta actividad, se distribuyó anticipadamente una guía de visita (cuadro 2) entre los alumnos.

Tras la visita, se discutieron con los alumnos las cuestiones observadas. En primer lugar, la panadería no fabricaba pan, sino que apenas lo asaba. Ello llevó a la discusión sobre la tercerización, los modos de producción, la plusvalía, el desempleo, la precarización del trabajo y otros temas. Se polemizó también sobre la comprensión que los alumnos tenían de las relaciones sociales. En la otra etapa de la actividad, los alumnos trajeron una receta de pan para preparar en clase.



Figura 1. Tacuinum Sanitatis (1370-1400). Haciendo pan.

La química en los ingredientes del pan

Con la receta del pan, se inició la discusión sobre el papel de cada ingrediente en su preparación, en función de su composición química.

La harina de trigo

El trigo es el cereal más utilizado en el proceso de producción del pan. La harina de trigo, componente estructural de la masa, está constituida básicamente por carbohidratos y proteínas. La harina de buena calidad debe poseer una buena capacidad de absorción del agua, un gluten bien balanceado y un alto porcentaje de proteína (Gutkoski y Neto, 2002).

Uno de los componentes esenciales del trigo es el almidón, una mezcla de carbohidratos de la clase de los polisacáridos: la amilosa y la amilopectina (figura 2).

Considerando que los alumnos tienen que ser introducidos al lenguaje representacional científico, las fórmulas estructurales de los componentes de la harina fueron presentadas, pero sin la pretensión de que los alumnos las comprendieran detalladamente. La explicación de dichas estructuras sería abordada con posterioridad.

En el proceso de molienda del grano de trigo, algunos gránulos de almidón son damnificados mecánicamente, lo que influye sobre las características de la harina. Así, de acuerdo con la damnificación, algunas propiedades son alteradas, como, por ejemplo, la absorción del agua,

pues algunos grupos hidroxilos que unían las cadenas por interacciones de hidrógeno quedan libres de las cadenas de amilosa y de amilopectina, aumentando los sitios de adsorción.

En relación con las proteínas, se explicó a los alumnos, clarificando la vinculación entre lo macroscópico y microscópico, en un nivel no tan complejo, el hecho de que la glutenina y la gliadina son las principales proteínas constituyentes de la harina de trigo, que poseen la característica de ser hidrófobas y que la interacción entre ellas forma el gluten. Las moléculas de la glutenina son grandes, con una alta masa molecular, mientras que las moléculas de la gliadina son aproximadamente mil veces menores que las de la glutenina, presentando una baja masa molecular. Ello se debe a la estructura molecular de estas proteínas: las gliadinas presentan cadenas simples con interacciones de disulfuro intramoleculares relativamente débiles. Debido a esas interacciones, las gliadinas son las responsables de la consistencia y la viscosidad de la masa. Por otro lado, las gluteninas poseen cadenas ramificadas con interacciones de disulfuro intramoleculares e intermoleculares y son las responsables de la elasticidad de la masa (figuras 3 y 4). Además del almidón y las proteínas, la harina de trigo posee el alfa-amilasa, una enzima fundamental en el proceso de fermentación de la masa del pan. Se discutió el hecho de que, en la

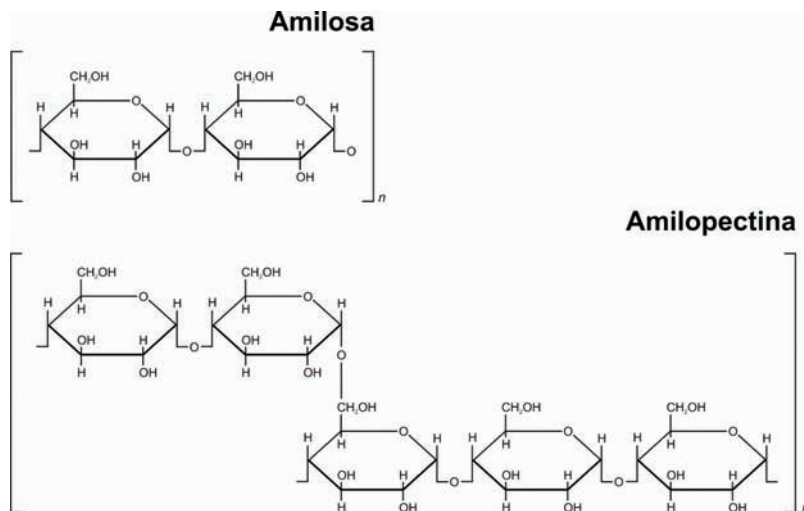


Figura 2. Estructura molecular de los carbohidratos amilosa y amilopectina.

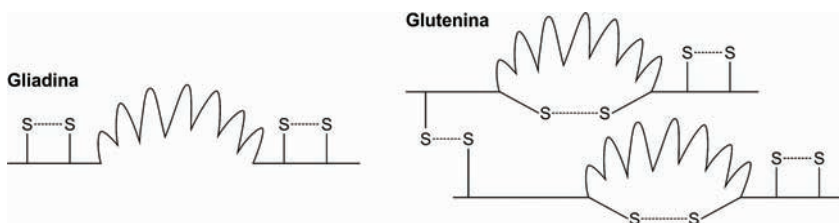


Figura 3. Representación esquemática de la gliadina y la glutenina.

panificación, lo deseable es una muy buena interacción entre las proporciones de almidones dañificados y las enzimas amilolíticas para alcanzar las características deseadas. El alfa-amilasa hidroliza el almidón formando las dextrinas, que después son hidrolizadas por la beta-amilasa, también presente en la harina. Como producto, se forman las moléculas de matosa, el carbohidrato utilizado por los microorganismos responsables de la fermentación del pan.

Generalmente, el alfa-amilasa no se halla presente en cantidades suficientes en la harina de trigo, por lo que es adicionada a la masa en forma de fermento biológico.

El fermento biológico

El nombre científico del fermento es *Saccharomyces cerevisiae*, que significa 'un moho que fermenta el azúcar del cereal (*saccharo-mucus cerevisiae*) para producir alcohol y dióxido de carbono' (Cauvain y Young, 2009, p. 84). El fermento tiene en su composición

proteínas, lípidos, carbohidratos y enzimas, entre otros, y tiene como papel fundamental el promover la conversión de los azúcares fermentables presentes en la masa en gas carbónico y etanol, haciendo así que la masa crezca, como su propio nombre indica (figura 5).

Este fermento es comercializado en forma de esporas (forma latente del hongo), pero, en las condiciones adecuadas (con una temperatura específica, adición de sal y de azúcar), vuelve a su forma activa. Así, se discutió la influencia de la temperatura en las reacciones químicas, específicamente en la reacción de fermentación.

El agua, la sal y la sacarosa

Después de la harina, el componente más importante utilizado en la panificación es el agua. Las moléculas de agua se ligan a las proteínas gliadina y glutenina y, a consecuencia de ello, hacen posible la formación de la red de gluten. El agua, además, es necesaria para las reacciones que abarcan las enzimas.

La sal es un constituyente esencial del pan. Además de resaltar el sabor del pan, los iones sodio y cloruro, disociados en agua, refuerzan los enlaces entre las proteínas formadoras del gluten. Otras funciones desempeñadas por la sal son el control de la fermentación y la acción bactericida.

La sacarosa también es un ingrediente importante en la preparación del pan, pues sirve

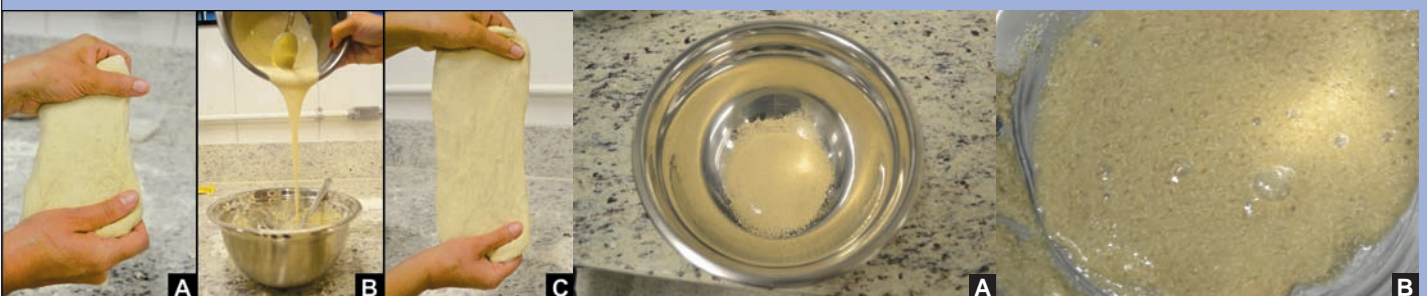


Figura 4. Aspectos macroscópicos de: a) glutenina, b) gliadina y c) gluten.

Figura 5. a) Fermento biológico seco; b) fermento humidificado y con adición de azúcar (después de unos minutos).

como fuente de carbohidratos para las levaduras presentes en el fermento, acelerando así la reacción química de formación de gas carbónico.

Mezclando y amasando los ingredientes

Primeramente, se mezcla la harina de trigo con el agua y la sal para homogeneizar los ingredientes e hidratar la harina. El amasado da lugar al desarrollo de la estructura de la masa (gluten), acelerando la hidratación de las proteínas presentes en la harina, pero sin disolverlas, apenas creando adherencia entre ellas y formando inicialmente una red al azar, sin ningún orden.

Sin embargo, a medida que se amasa la mezcla de ingredientes, ocurre el «estiramiento» de las moléculas de gliadina y glutenina, que se organizan y orientan en una dirección. Las proteínas comienzan a interactuar y se forma una red proteica denominada *gluten* (figura 6).

Inicialmente, se tiene una masa compacta y muy viscosa que, después, pasa a ser suave, elástica y menos viscosa, aunque consistente. Además, durante el amasado, tiene lugar la incorporación de aire a la masa. La entrada de aire forma alvéolos menores. Estos alvéolos sirven como núcleo para la expansión de los gases que se forman durante la fermentación y en el momento de la cocción. A veces, el pan queda compacto y no crece. Uno de los motivos de ello es que, si no amasamos bien hasta el punto correcto, las proteínas no quedan bien organizadas y algunas quedan entrelazadas. Ello ocasiona una menor elasticidad de la masa, porque no se forma correctamente el gluten, el aire no queda envuelto correctamente dentro de la masa y no se forman los alvéolos que ayudan a expandir los gases durante la fermentación.

La fermentación de la masa

En clase se discutió el hecho de que, en la producción del pan, la fermentación ocurre en etapas. Inicialmente, se tiene lo que se llama *primera fermentación*, que es el momento en que se deja «descansar» la masa. Durante ese período, el fermento biológico acelera la degradación de la sacarosa que fue adicionada inicialmente al fermento y del almidón presente en la harina y comienza la producción de dióxido de carbono.

De esta forma, el fermento biológico, además de auxiliar en la quiebra del almidón, proporciona la reacción de la fermentación. Dicha fermentación recibe el nombre de *fermentación alcohólica anaeróbica*, pues se forma un alcohol (etanol) y ocurre en ausencia de oxígeno. La ecuación química de la reacción de fermentación de la glucosa es la siguiente:



En esa fermentación inicial, las burbujas de gas se expanden, expandiendo la red proteica (gluten) y contribuyendo a la estructura final del pan.

Se trabajaron con los alumnos los aspectos macroscópicos y microscópicos de las transformaciones químicas, así como sus representaciones. Se discutió el concepto *densidad*, pues, en ese primer momento de la fermentación, una «estrategia» utilizada en la vida cotidiana para identificar cuándo la masa está lista para cocerla es colocar una

pequeña bolita de masa en un vaso con agua. Al ser la densidad de la bolita mayor que la del agua, la bolita se hunde. Sin embargo, con el tiempo, la producción de gas en la masa altera el volumen de la misma, modifica su densidad y la bolita comienza a flotar. Cuando la bolita flota, la masa, tras algunos instantes de amasado, ya está lista para ser cocida. De esta forma se trabajó el concepto *densidad* en relación con lo que se hunde o lo que flota.

Al cocer el pan, ocurre lo que se denomina *segunda fermentación*. Durante el amasado, el almidón es relativamente inerte, pero contribuye a aumentar la elasticidad de la masa y a dejarla más viscosa. En el momento en que se cuece, debido al aumento de temperatura, los gránulos de almidón comienzan a hincharse y se gelatinizan, tornándose digeribles. En ese momento ocurre la entrada de agua en los gránulos y, a medida que tiene lugar la hidrólisis, la amilosa y la amilopectina se van quebrando hasta formar la maltosa, que está constituida por dos moléculas de glucosa enlazadas entre sí.

Las levaduras, en condiciones anaeróbicas, consumen azúcares libres de las harinas y usan sus propias enzimas para quebrar carbohidratos más complejos, como el almidón. A partir de los carbohidratos más simples, como la glucosa, se produce dióxido de carbono y etanol. A medida que dicho gas es producido, ahora a

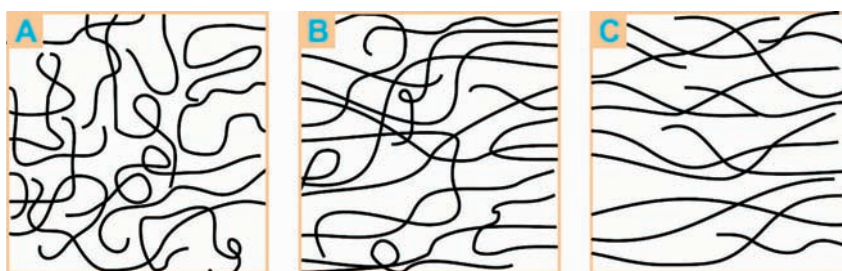


Figura 6. a) Disposición de las proteínas antes del amasado; b) disposición de las proteínas durante el amasado; c) disposición de las proteínas al término del amasado.

Cuadro 3. Texto base de las cuestiones

De madrugada, el panadero separó los ingredientes: harina de trigo, agua, fermento biológico, azúcar y sal. Inicialmente, calentó el agua hasta aproximadamente los 35 °C y le agregó el fermento biológico, el azúcar y la sal. A continuación, adicionó la harina de trigo y sobó la mezcla manualmente, pues en su panadería no había máquinas. Observó que, a medida que sobaba la masa, dejaba de ser compacta y pasaba a ser elástica y sedosa. En ese momento, puso la masa a descansar y colocó en un vaso con agua una bolita de la misma, que se hundió. Cuando la bolita subió, sobó un poco más la masa, abriéndola con un rollo y moldándola. Colocó los panes en el molde y los coció. Un olor característico de pan cocido invadió la panadería, pero el pan no creció y la corteza no quedó crujiente.

alta temperatura, queda retenido en las estructuras formadas en la matriz proteica durante el amasado y la primera fermentación. Tales cavidades crecen y la masa se expande más. Este fenómeno posibilitó la discusión de la influencia de la temperatura en el comportamiento de los gases.

La reacción de quiebra del almidón hasta obtener la glucosa es lenta y, por ello, es necesaria la presencia de enzimas. Así, se discutió la importancia de los catalizadores en la velocidad de las reacciones. El alfa-amilosa, presente en el trigo, acelera la degradación del almidón en maltosa y, posteriormente, en glucosa. Tal enzima es obtenida por el fermento biológico, como ya se ha mencionado anteriormente.

Además de la fermentación alcohólica, ocurren otras fermentaciones, debido a la actividad de las levaduras formando ácido láctico y butírico, pero dichas fermentaciones no se analizaron en clase.

Cociendo la masa

Cuando el pan ya está cocido, las levaduras mueren y las burbujas de dióxido de carbono son retenidas en el gluten. Además, el aire introducido y el dióxido de carbono se expanden y, simultáneamente, el agua y el etanol se evaporan. Cuando la temperatura de la masa alcanza la temperatura de ebullición del agua, se acelera la pérdida de humedad. En este punto, el vapor se distribuye por el pan, el almidón se gelifica y se forma la miga. Las proteínas constituyentes del gluten son des-

naturalizadas por el calor, se coagulan tras haber perdido el agua de hidratación y forman el esqueleto rígido de la miga. Cuando la superficie del pan se seca, comienza la evaporación del agua en el interior de la masa y se forma la corteza. El vapor de agua, muchas veces adicionado externamente, proporciona un pan más crujiente, porque las moléculas de agua forman enlaces de hidrogeno con las moléculas de almidón y de las proteínas, resultando el endurecimiento de la corteza del pan. Hay aún otros factores que influyen en la formación de la corteza, como, por ejemplo, la expansión continua de la parte interna del pan, pero tales cuestiones no fueron profundizadas. Esta discusión propició que fuesen trabajados con los alumnos los estados de agregación de los materiales y sus cambios, los puntos de fusión y ebullición y las interacciones de hidrógeno (Cauvain y Young, 2009).

Evaluación del aprendizaje

En lo que se refiere a la evaluación, se entiende que la misma debe ser vista como un proceso que contribuye a mejorar el aprendizaje y no como algo puntual. Por esta razón, propusimos evaluaciones para todas las actividades. La participación de los alumnos fue esencial en este proceso. Las actividades de evaluación fueron: i) una redacción sobre el tema «Cómo alimentar al mundo en tiempo de crisis ante las desigualdades existentes»; ii) una guía de visita a la panadería;

iii) una autoevaluación con las preguntas siguientes: «¿qué aprendí?», «¿qué no aprendí?» y «¿qué me falta para mejorar mi aprendizaje?»; iv) una lista de cuestiones y el texto base de las cuestiones (cuadro 3), y v) una prueba escrita.

A partir del texto que se presenta en el cuadro 3, se estructuraron varias preguntas relacionadas con cuestiones tanto químicas como sociales para que los alumnos las respondieran. En relación con las primeras, se preguntó, por ejemplo, por qué es importante añadir azúcar con agua tibia al fermento biológico, y se pidió a los alumnos que explicaran químicamente las etapas de producción del pan. En relación con las segundas, se cuestionó por qué muchas panaderías compran el pan a terceros.

La lista de cuestiones fue respondida en grupo. A pesar de la dificultad de los alumnos para lidiar con los conceptos químicos, se percibió la importancia de tra-



Figura 7. Producción de pan con hierbas por parte de los alumnos en el laboratorio gastronómico del IFG.

bajar dichos conceptos a partir de la resolución de un problema concreto relacionado con las vivencias de los propios alumnos.

El módulo i finalizó con la producción de pan en el laboratorio gastronómico del IFG (figura 7). Se solicitó a los alumnos que explicasen, a partir de las discusiones e informaciones anteriores, las reacciones químicas y los procesos biológicos relacionados que tienen lugar durante la obtención de pan cocido. Con esta actividad, fue posible discutir las dudas y cuestiones de los alumnos.

Consideraciones finales

La experiencia didáctico-pedagógica aquí presentada buscó crear un diálogo entre los contenidos científicos y las experiencias vivenciales de los alumnos. A partir de las acciones realizadas, pueden hacerse algunas consideraciones:

i) Es importante enseñar ciencias a partir de temas de alta vivencia social. La implicación explícita de los alumnos en las clases así lo demostró.

ii) Es necesario no tener miedo a innovar. Ante el fracaso generalizado de la enseñanza de las ciencias, deben elaborarse e

implementarse nuevas propuestas, pero las innovaciones deben ser cuidadosamente elaboradas.

iii) Es importante, al preparar proyectos de esta naturaleza, la atención hacia cada acción con el objetivo de estar siempre evaluando los resultados y de reformular las actividades cuando fuere necesario. Por eso se necesita de una constante planificación y equilibrio para considerar lo que el alumno tiene que decir y los objetivos específicos de la clase, los cuales deben ser claros para los profesores.

iv) Es necesario pensar y proponer evaluaciones diferenciadas para propuestas pedagógicas diferenciadas.

v) El tratamiento de contenidos hecho de este modo se mostró importante para alcanzar uno de los objetivos principales de la escuela: el aprendizaje. Los alumnos, al final de las discusiones, lograron relacionar las dimensiones macroscópicas y microscópicas de los fenómenos químicos. Así, las clases de química contribuyeron a la apropiación por parte de los alumnos de un lenguaje específico para la lectura del mundo: el lenguaje científico.

Referencias bibliográficas

- BOFF, E. O.; HAMES, C.; FRISON, M. D. (2006). *Coleção situação de estudo: Ciências no Ensino Fundamental*. Vol. 3: *Alimentos: Produção e consumo*. Ijuí: Unijuí.
- CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. (2009). *Tecnologia da panificação*. Barueri: Manole.
- FLANDRIN, M.; MONTANARI, M. (1998). *História da alimentação*. São Paulo: Estação Liberdade.
- FREIRE, P. (2005). *Pedagogia do oprimido*. 42ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- GUTKOSKI, L. C.; NETO, R. J. (2002). «Procedimento para teste laboratorial de panificação: Pão tipo forma». *Ciência Rural*, 32(5): 873-879.
- MIRANDA, E. E. (2008). «Como alimentar o mundo?». *Revista Carta Capital na Escola*, 15: 32-33.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. (2000). «A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e pressupostos». *Química Nova*, 23(2): 273-283.
- PINHEIRO, M.; ATHAYDE, P. de (2008). «A revolta dos pobres». *Revista Carta Capital na Escola*, 15: 20-26.



Agustina R. Echeverría

Es licenciada y máster en Química por la Universidad de la Amistad de los Pueblos (Moscú, Rusia), doctora en Educación por la Universidad Estadual de Campinas (Brasil), profesora del Instituto de Química, de la maestría en Educación en Ciencias y Matemática y del doctorado en Ciencias Ambientales de la Universidad Federal de Goiás. Investiga en la educación en ciencias, la formación de profesores y la educación ambiental.
E-mail: agustina@brturbo.com.br.



Lorena Silva Oliveira Costa

Es licenciada en Química y máster en Educación en Ciencias y Matemática por la Universidad Federal de Goiás, además de profesora del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Goiás (Campus Inhumas). Investiga en el área de la enseñanza de la química a jóvenes y adultos, la formación de conceptos bajo la perspectiva sociohistórica y el currículo en la enseñanza de ciencias.
E-mail: lorenaufg@yahoo.com.br.



Michelly Christine dos Santos

Es licenciada en Química por la Universidad Federal de Goiás y alumna de la maestría en Química en la misma Universidad, además de profesora de química para la enseñanza media articulada del SENAI (Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial). Investiga en el área de la química de materiales y la enseñanza de química a jóvenes y adultos.
E-mail: m1ch3lly_gyn@hotmail.com.