

Caracterización del razonamiento informal desde el uso de una cuestión socio-científica con profesores en formación en ciencias naturales

Nidia Yaneth Torres Merchán¹

nidia.torres@uptc.edu.co

¹ *Docente Facultad de Educación, Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, Avenida central Norte, Tunja*

Resumen

Este estudio presenta la identificación de los tipos de razonamiento informal en dos contextos de aprendizaje: los trabajos prácticos experimentales y el desarrollo de una secuencia didáctica al abordar una cuestión socio-científica relacionada con el consumo del café en 38 estudiantes del programa de formación en Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, en una universidad Colombiana. El análisis del estudio permite identificar aspectos del razonamiento informal en razones de autoridad, razones experienciales, personales, de impacto ambiental y social. Se evidencia que las prácticas de laboratorio permiten reconocer un mayor número de razonamientos de tipo experiencial relacionados con la calibración de los instrumentos, la temperatura de destilación, el PH y la cantidad de cafeína, el tipo de café; mientras que el desarrollo de la secuencia didáctica permite reconocer razones teóricas afines con características metodológicas de las ciencias, el efecto energizante del café, la presencia de aminoácidos, el efecto de los radicales libres, la cantidad de proteínas y la presencia de ácidos cloro génico.

Palabras clave: Razonamiento informal; argumentación, formación de profesores, Cuestiones socio-científicas.

Characterization of informal reasoning from the use of a socio-scientific question with teachers in training in natural sciences

Abstract

This study presents the identification of the types of informal reasoning in two contexts of learning: experimental practical work and the development of a teaching sequence to approach a socio-scientific issue related to coffee consumption in 38 student training program in Bachelor in Natural Sciences and Environmental Education at a Colombian university. The analysis of the study identifies aspects of informal reasoning on grounds of authority, experiential, personal, reasons of environmental and social impact. It is evident that the labs can recognize more experiential kind of reasoning related to the calibration of the instruments, the distillation temperature, pH and the amount of caffeine, the type of coffee; while the development of the teaching sequence can recognize theoretical reasons related to methodological characteristics of science, the energizing coffee. Indeed, the presence of amino acids, the effect of free radicals, the amount of protein and the presence of chlorogenic acid.

Keywords: informal reasoning; argumentation, Teacher Training, socio-scientific issue.

Caractérisation du raisonnement informel de l'utilisation d'une question socio-scientifique avec les enseignants dans la formation en sciences naturelles

Résumé

Cette étude présente l'identification des types de raisonnement informel dans deux contextes d'apprentissage: travail pratique expérimentale et le développement d'une séquence d'enseignement dans la lutte contre un problème socio-scientifique liée à la consommation de café dans le programme de formation de 38 étudiants en baccalauréat en sciences naturelles et l'éducation environnementale dans une université colombienne. L'analyse de l'étude identifie les aspects du

raisonnement informel sur les motifs de l'autorité, l'expérience, personnelles, des raisons d'impact environnemental et social. Il est évident que les laboratoires peuvent reconnaître genre plus expérientielle de raisonnement lié à l'étalonnage des instruments, la température de distillation, le pH et la quantité de caféine, le type de café; tandis que le développement de la séquence d'enseignement peut reconnaître des raisons théoriques relatives aux caractéristiques méthodologiques de la science, le café énergisant En effet, la présence d'acides aminés, l'effet des radicaux libres, la quantité de protéine et la présence de l'acide chlorogénique.

Mots clés: le raisonnement informel; argumentation, formation des enseignants, les questions socio-scientifiques

1. INTRODUCCIÓN

Estudios de Sadler y Zeidler, (2005); Chi, (2009); Wu y Tsai, (2011) indican que la argumentación dialógica es un modo de analizar el razonamiento informal. Reif y Larkin (1991) observó que el aprendizaje de la ciencia se logra por métodos tanto formales como no formales. Los primeros referidos al uso de representaciones simbólicas, tales como fórmulas, álgebra y análisis vectoriales guiados por reglas basadas en el razonamiento. Los segundos por métodos no formales que se refiere a los enfoques de "explorar procesos perceptivos humanos y las capacidades de razonamiento cualitativo" (p. 749).

Al respecto Sadler (2004), en sus investigaciones indica que el razonamiento formal puede contribuir a los descubrimientos científicos, pero eso no implica que sea el único medio para su progreso, considerando que en los procesos dialógicos de los científicos son evidentes aspectos relacionados con intereses institucionales, personales y contextuales.

El razonamiento informal se diferencia del formal porque éste puede estar asociado a las reglas de la lógica de la matemática, que permiten el desarrollo científico. De acuerdo a filósofos como Popper, esto es lo que diferencia el conocimiento científico de otras forma de conocimiento (Sadler, 2004; Wu y Tsau, 2007) mientras que el razonamiento informal está asociado con las decisiones personales y sociales. El razonamiento informal, surge de la idea de estudiar los procesos de inferencia en la acción y medio natural en la vida cotidiana.

Zohar y Nemet, (2002) desde la fundamentación de varios autores proponen unas características del razonamiento informal. Por ejemplo indican que este tipo de razonamiento se caracteriza porque, por oposición al formal, permite la variación en sus premisas a medida que nueva información va resultando accesible. También por el hecho que sus conclusiones no se derivan necesariamente de estas premisas, las cuales no son evidentes en sí mismas. El pensador está implicado en un proceso de razonamiento informal cuando pondera causas y consecuencias, pros y contras y posiciones y alternativas; por ello, es la base de opiniones e involucra problemas mal estructurados que no tienen solución. Estas apreciaciones permiten justificar el uso de cuestiones socio-científicas (CSC) como situaciones controversiales con base en aspectos científicos pero que tienen incidencia social, para analizar el razonamiento informal.

En este estudio, se consideró las metodologías utilizadas por (Zohar y Nemet, 2002; Erduran et al., 2004; Sadler y Zeiler,

2004; Fowler, Zeidler y Sadler, 2009; Venville y Dawson, 2010; Sampson y Walker, 2012) sobre el análisis de racionamiento informal asumido como una compleja negociación de los componentes afectivos, morales y cognitivos para tomar decisiones, ya sean estos de carácter personal o de carácter colectivo. De la misma forma en relación al concepto de racionamiento informal se tienen en cuenta algunas características señaladas por Monzón y Delgado (2007), quienes sugieren que el razonamiento informal se aplica a cuestiones relevantes para la persona que realiza el razonamiento; por tanto, los contenidos sobre los que se razona informalmente tienen una relevancia personal para el sujeto, lo que hace que se sienta motivado e interesado. El razonamiento informal es un tipo de racionamiento dinámico muy dependiente del contexto situacional que se aplica a tareas abiertas o mal definidas. Se utiliza en todos los dominios de conocimiento, incluso en problemas matemáticos o científico-naturales.

Para analizar el razonamiento informal, una de las estrategias utilizadas han sido las Cuestiones socio-científicas (CSC) vistas como situaciones controversiales en la que se pueden estudiar aspectos de los contenidos científicos y las implicaciones sociales (Torres y Solbes 2012). Al respecto Wu y Tsai (2007) indican que uno de los principales aspectos asociados a CSC es su carácter multidimensional, que exige la combinación de diferentes perspectivas, lo que obliga una reflexión crítica sobre los propios valores y posturas y para analizar la resolución de estas CSC, es necesario el uso de un tipo especial de razonamiento, el denominado razonamiento informal.

Otros investigadores como (Zeidler et, al. 2005; Topcu, Sadler y Tuzun, 2010) muestran que el uso CSC, permiten analizar el uso de los conceptos científicos, aspectos de la naturaleza de la ciencia, valores morales que fundamentan sus decisiones. Esto justifica el análisis del razonamiento informal desde el uso de CSC.

Uno de los autores que más ha trabajado el tema de razonamiento informal y CSC es Sadler y Zeidler (2004) indican que el análisis de los razonamientos informales permiten comprender como entienden y son asumidos por los estudiantes los distintos discursos de ciencias, esto contribuye a que se planeen estrategias didácticas para poderlos integrar a la educación en ciencias. Estos mismos autores, afirman que el estudio de los razonamientos informales, contribuye además a que la enseñanza de cierta disciplina tenga en cuenta la sensibilidad, los compromisos morales y las emociones de los estudiantes.

En el caso de la enseñanza de las ciencia, diferentes investigaciones han sido direccionadas a analizar cómo el

conocimiento científico influencia el razonamiento informal de los estudiantes y consecuentemente su calidad de los argumentos (Zohar y Nemet, 2002; Sadler, 2004; Sadler y Zeidler 2005; Klosterman y Sadler, 2010).

Al respecto, varias investigaciones se dirigen a establecer categorías sobre el análisis del razonamiento informal, por ejemplo Means y Voss (1996) indica que al contrario de los argumentos formales, la estructura de un argumento informal puede variar de acuerdo a sus creencias sobre el tema. Para ello, estos autores indican que razones abstractas pueden estar formadas por a) razones de fundamentación lógica, b) razones de consecuencias basadas en consecuencias presentadas como resultados, c) razones basadas en reglas que son generalmente aceptadas de creencias d) razones de autoridad que involucran un apoyo de autoridades e) razones personales que consisten en declaraciones imprecisas, (p. 150).

Schwarz, Neuman, Gil, y Llya, (2003) basado en los estudios de Means y Voss reduce estas categorías a cuatro razones de autoridad, personales, basadas en reglas y razones que tienen sentido. A pesar de elaborar una clasificación estos autores señalan las dificultades que tienen para detallar la diferenciación entre las mismas.

De acuerdo a Sadler y Zeidler, (2005) el razonamiento informal permite comprender de modo más amplio los procesos de negociación mental cuando los estudiantes defienden sus ideas en una CSC. Estos autores identifican tres patrones de razonamiento informal (*racionalista, Emotivo e intuitivo*). El *racionalista* está basado en la razón que puede incluir análisis de beneficios y valoraciones racionales sobre el uso de la tecnología. El *emotivo* está relacionado con una perspectiva de cuidado o preocupación por el bienestar de los otros. El *intuitivo* está relacionado con asociaciones inmediatas de los individuos que no involucran términos racionales, y puede involucrar sentimientos inmediatos. Dentro de sus conclusiones indican que estos tipos de razonamiento no se dan de manera independiente y que el contexto influye en el tipo de razonamiento.

Investigaciones de Patronis, Potari y Spiliotopoulou (1999), encontraron que estudiantes de 14 años son capaces de involucrar distintos tipos de argumentos, sociales, ecológicos y económicos. Indican que en el razonamiento informal de los estudiantes se hacen implícitos aspectos de afecto, emociones, sentimientos en la elaboración de respuestas de los temas. Por el contrario, Hogan y Maglienti, (2001) y Kortland (1996) encontraron que estudiantes de escuelas no abordan de forma intuitiva las cuestiones ambientales desde múltiples perspectivas. Lui, Lin y Tsi (2011) sugieren la necesidad de incentivar a los estudiantes a participar activamente en la toma de decisiones que involucren varios modos de razonamiento informal.

De otra parte, Schwarz, Neuman, Gil, y Llya (2003) propone una clasificación para el análisis del razonamiento informal: razones de autoridad, personales, basadas en reglas, razones que tienen sentido. A pesar de elaborar una clasificación estos autores señalan las dificultades que tienen para detallar la diferenciación entre las mismas.

Kolsto (2006) en un trabajo con estudiantes de Noruega sobre una controversia relacionada con la construcción de líneas de transmisión próximas a zonas residenciales, encontró varios patrones de razonamiento informal en las intervenciones de los estudiantes. En el análisis de la información clasifico los argumentos de los estudiantes en argumento de riesgo relativo, argumento de incerteza, argumento de pequeño riesgo, argumento de persuasión, y argumento de pros y contras.

En estudios de Wu y Tsai (2007) sobre análisis de razonamiento informal desde las CSC en unos estudiantes de secundaria de China, donde se trabaja una CSC sobre los escasos de energía y la posibilidad de construir una planta nuclear a partir del análisis de los trabajos escritos por los estudiantes, estos autores analizan el razonamiento informal atendiendo a los siguientes aspectos: Sociales, ecológicos, económicos, científicos y tecnológicos.

Por ejemplo Liu, Lin y Tsai (2011), se basaron en las categorías de Wu y Tsai (2007) en su investigación sobre las relaciones entre las visiones epistemológicas de la ciencia y los procesos de toma de decisiones socio-científicas. Sus datos muestran que más de la mitad de los estudiantes que participaron en su investigación toman sus decisiones apenas sobre una única perspectiva disciplinar. En sus conclusiones, señala que los programas educacionales deben incentivar a los estudiantes a participar activamente en la toma de decisiones utilizando múltiples modos de raciocinio y pensamiento interdisciplinar.

Lee, y Grace (2012), analizan como los estudiantes toman decisiones sobre un problema global que es la gripa aviar, encuentran algunas categorías en el razonamiento informal como ciencia-salud, económico, sociocultural, sentido práctico, higiene ambiental. Señalan que el razonamiento informal involucra múltiples perspectivas de pensamiento y juicios morales.

El trabajo doctoral de Penha (2012) utiliza las mismas categorías de Wu y Tsai (2007) pero analiza por separado la científica y tecnológica. Este autor analizó el tipo de argumentos que desarrolla un grupo de estudiantes de secundaria sobre instalación de televisión digital, analiza que en las intervenciones de los estudiantes estos hacen uso de múltiples aspectos en una sola intervención. Dentro de sus conclusiones indica que los educadores no solamente deben conducir a los estudiantes a los contraargumentos sino también orientar sus diferentes modos de razonamiento informal.

Como observamos existe variedad de clasificaciones sobre el razonamiento informal, en su mayoría son estudios en educación secundaria. En este sentido, este estudio, tiene como objetivo caracterizar los razonamientos informales en dos contextos de aprendizaje, los trabajos prácticos experimentales y el desarrollo de una secuencia didáctica en discusiones de pequeños grupos al abordar una cuestión socio-científica (en adelante CSC) relacionada con el consumo del café con estudiantes del programa de formación en Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (LCNyEA) de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). El estudio

del análisis de razonamiento informal permite comprender en qué medida están siendo aplicados y utilizados los conceptos de Ciencias Naturales.

Las perspectivas anteriores, permiten proponer la siguiente rubrica para analizar el razonamiento informal en este estudio.

Tabla 1. Criterios para valorar el razonamiento informal en LCNEA. Fuente (Autora).

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN
Razones de autoridad	Fuentes teóricas	Este implica el uso de conocimiento disciplinar
	Fuentes experienciales	Utiliza experiencias de aspectos procedimentales justificadas teóricamente.
Razones personales.	Aspectos intuitivos	Si son respuestas inmediatas que suponen alguna opinión, puede estar acompañada por la palabra puede ser.
	Aspectos morales y religiosos	Desde principios morales relacionados con normas de conducta pueden manifestar sus puntos de vista.
	Aspectos experienciales individuales	Si los estudiantes hacen uso de una anécdota
Razones sociales y ambientales	Efectos en la salud y el ambiente	Si las afirmaciones están basadas en el bienestar de la sociedad y el ambiente.

Este estudio responde a las siguientes preguntas:

¿Qué elementos del razonamiento informal involucran estos estudiantes en debates relacionados con CSC? Y ¿Cómo se efectúan planteamientos de razonamiento informal en escenarios de laboratorio y el desarrollo de una secuencia didáctica?

2. METODOLOGÍA

2.1 Contexto del estudio

La investigación se desarrolló en una universidad colombiana de carácter público situada en el departamento

Tabla 2. Estructuración de la secuencia didáctica

Actividad	Descripción e intencionalidad	Preguntas de la cada sesión
HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO DEL CAFÉ	En este apartado se presenta a los estudiantes una de las leyenda que explica el origen del café. Se propone a los estudiantes que refuten o justifiquen el relato en el sentido de que se favorezcan escenarios de discusión y se posibiliten espacios de conexión hipotéticos con argumentos más concretos.	1. Explique la manera en que se podría justificar o refutar el argumento de Kaldi.
QUÍMICA DEL CAFÉ	Se presenta a los estudiantes los constituyentes de dos tipos de café muy comunes en Colombia (el arábigo y el Robusta). Se pide a los estudiantes que estudien la información dada y tomen una decisión acerca del tipo de café que debe consumir argumentando porqué uno es mejor que el otro.	2. Con los datos presentados anteriormente; ¿Cual café preferirías consumir y por qué?
	La ciencia se ve reflejada en actividades cotidianas. Aquí se presenta información respecto al característico aroma del café y se cuestiona al	3. ¿Qué hace que el café tenga ese aroma especial? ¿Es igual un café instantáneo a un café de grano?

de Boyacá en Colombia. En el estudio participaron 38 estudiantes que cursaban la asignatura de Taller experimental de las ciencias de octavo semestre del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, en el primer semestre del año 2015. Las edades de los participantes oscilan entre los 20 y los 26 años, 15 son hombres y el 23 son mujeres. La elección de octavo semestre es considerada puesto que los estudiantes ya han cursado en un 80% de los contenidos disciplinares y pedagógicos del programa, por tanto, se presupone, ya tendría una buena conceptualización de los conceptos científicos.

Todos los alumnos conservan el anonimato, siendo todos nombres ficticios y comenzando, en el caso de los alumnos, por la letra del grupo de trabajo al que pertenecían, por ejemplo todos los miembros del pequeño grupo A, comienzan por la letra A. El desarrollo de las secuencias didácticas se realizó en grupos de trabajo. Se establecieron 12 grupos, constituidos por tres o cuatro estudiantes.

2.2 Descripción de las actividades utilizadas

El estudio siguió las siguientes etapas:

- Diseño de la secuencia didáctica considerando características de las CSC.
- Desarrollo de la secuencia didáctica en pequeños grupos de tres y cuatro estudiantes.
- Transcripción de los audios, según unidades de análisis a través de episodios.
- Análisis y sistematización de la información.

La información analizada en este artículo es producto del desarrollo de una práctica experimental sobre la extracción de la cafeína, donde se discuten el uso de reactivos químicos involucrados en su extracción. De igual forma se desarrolló una secuencia didáctica sobre el consumo de café, esta secuencia contiene varias actividades que involucro desde la historia del descubrimiento del café, los componentes de café y la incidencia del consumo del café en la salud. En el caso de la práctica de laboratorio esta fue desarrollada en dos sesiones cada una de 120 minutos y la secuencia fue desarrollada en 3 sesiones de 120 minutos. En la tabla 2, se presenta los aspectos considerados en la estructuración de la secuencia didáctica.

EL AROMA DE CAFÉ	estudiante sobre diferentes tipos de café. Se busca que el estudiante se pregunte el significado de distintos tipos de olores en los cafés comerciales.	¿En que radican sus diferencias?
LA ACIDEZ EN EL CAFE	La acidez percibida de la infusión de café ha sido reconocida siempre como un atributo importante de la calidad del café. Sin embargo, en muchos de los casos se ignora su importancia en los procesos biológico. También puede ser una herramienta importante para articular conceptos de biología y química.	4. ¿Es importante la acidez en el café? ¿A que hace referencia?
INDUSTRIALIZACION DEL CAFÉ	Este apartado tiene como finalidad hacer que los estudiantes cuestionen la información que emiten las etiquetas de productos alimenticios y tecnológicos. También pueden estudiar su veracidad.	Para este apartado se presenta la siguiente situación: 5. Mario Pérez, desea implementar tratamientos térmicos en su industria de café, sin embargo considerando la cantidad de artefactos tecnológicos que se ofrecen actualmente, requiere orientaciones de un profesional de ciencias para tomar la mejor decisión. ¿Cuáles serían las recomendaciones que daría Mario?
CAFÉ Y SALUD	En este segmento se presenta a los estudiantes aspectos relacionados con el uso de disolventes utilizados en la industrialización del café. De esta forma, el estudiante puede investigar los usos y efectos de algunos productos. También se posibilita que los estudiantes asuman posturas propias frente a lo que deberían hacer las industrias alimenticias y los ciudadanos.	6. Busque información sobre el CH ₂ Cl ₂ , el cloroformo y el benceno. Argumente sobre los efectos de las anteriores sustancias en la salud y en el ambiente. 7. ¿Qué otras sustancias de uso doméstico contienen cloruro de metilo?

La investigación se enmarcó dentro del discurso de aula. Por ello, se empleó el análisis del discurso, de acuerdo con Gee (1999), se refiere a la investigación del lenguaje utilizado para llevar a cabo actividades. En cada una de las actividades se analizaron las respuestas a las preguntas formuladas en cuestionarios y se analizan los audios producidos por los participantes. Se realizó transcripción de los datos a partir de unidades de análisis desde los documentos escritos por los participantes y las grabaciones efectuadas alrededor de las discusiones de los grupos de trabajo.

3. RESULTADOS Y ANALISIS

Para efectos de la presentación de los resultados se consideran dos contextos de análisis del razonamiento informal: Practica de laboratorio sobre extracción de la cafeína y Desarrollo de secuencia didáctica relacionada con el consumo del café.

3.1. Razonamiento informal en prácticas de laboratorio

Se describe el análisis desde tres de las preguntas planteadas en la experiencia:

- ¿Cuál es la acción de bicarbonato de sodio?
- ¿Por qué se utiliza tricloro-metano en la práctica?
- ¿Qué función cumple el sulfato de magnesio anhidro en la experiencia?

Razonamiento informal

En el caso de la pregunta a) *¿Cuál es la acción de bicarbonato de sodio?* Se identifica con mayor frecuencia razones de autoridad evidenciada en fuentes teóricas desde conceptos generales, por ejemplo fue muy notorio que los estudiantes señalen la función de bicarbonato para neutralizar la acidez en el café. También indican razones de fuentes experienciales individuales como el uso del Bicarbonato en la repostería, o lo observado en el laboratorio adicionadas que provoca el cambio de coloración o el tipo de solubilidad. Al analizar las unidades de razonamiento informal ofrecidas en las intervenciones de los estudiantes, se observan respuestas cortas que

únicamente mencionan alguna idea que generalmente es aceptada por los demás.

Tabla 3. Síntesis de los tipos de razonamiento informal en la pregunta sobre la acción del bicarbonato de sodio

CATEGORIA	SUBCATEGORIAS	EJEMPLOS	Frecuencia
Razones de autoridad	Fuentes teóricas	-Neutralizar la acidez.	9
		-El bicarbonato produce C y O.	1
		-Es un compuesto básico y elimina la acidez.	3
	Fuentes experienciales individuales	-Se utiliza en la repostería.	5
		-Para disminuir la solubilidad	3

El análisis de las discusiones permite identificar dos tendencias:

En la primera, tres grupos indican como los estudiantes al avanzar la conversación se aumenta la complejidad de la conversación. Como ejemplo de la intervención, se presenta la discusión que hace el grupo GJ, donde se muestra dos tipos de comentarios que involucran aspectos experienciales.

Julian: bueno el bicarbonato de sodio tiene varios usos en la industria, ¿no?, contrastando un poco con la teoría podemos decir que cuando se expone a un ácido moderadamente fuerte se descompone en dióxido de carbono y agua, entonces el dióxido de carbono sirve para el uso de la repostería donde reacciona con componentes básicamente para liberar dióxido de carbono.

Jeny: ... entonces la función que cumple el sulfato de magnesio y el bicarbonato en la experiencia es, como el café es ácido y el bicarbonato es alcalino entonces, se neutraliza.

Janeth: el pH del café era de 4.7 entonces ya nos indicaba que era ácido, y lo que dice mi compañera al agregarle el bicarbonato de sodio se neutralizo la acidez del café.

El fragmento anterior, si bien la conversación empieza con la intervención de Julian dando solo una respuesta basada en experiencias: *El bicarbonato se descompone en dióxido de carbono* y el uso del carbonato en la repostería. Yeny trata de establecer profundizar mas en el tema, haciendo una relación entre acidez y basicidad e introduciendo como concepto *la neutralización*. Esta

se complementa con la intervención de Janeth al utilizar algunos datos de la práctica de laboratorio como el valor de pH 4,7. Por tanto, esto demuestra que los espacios comunicativos puede ser una posibilidad para apropiarse con mayor sentido los conceptos de las ciencias naturales.

Una segunda tendencia es cuando la respuesta inicial dada por uno de los integrantes parece ser suficiente para contestar la pregunta, esta opción se presentó en 9 de los grupos, p.e grupo GK.

Kevin: bueno para el laboratorio de extracción de cafeína y formación de cristales, damos respuesta a las siguientes preguntas, ¿Cuál es la acción del bicarbonato de sodio en la experiencia?

Kilian: el bicarbonato de sodio ayuda a la neutralización de ácidos que se presentan en la muestra del café, por lo tanto, los datos tomados nos mostraron pH superiores de siete, este también ayuda a transportar dióxido de carbono a la reacción.

Estas intervenciones muestran cómo los estudiantes evitan efectuar discusiones más extensas; sin embargo se hace notorio como los estudiantes formulan interpretaciones conceptuales sustentadas en las experiencias de trabajo práctico, donde enlazan ideas científicas a las experiencias obtenidas de una actividad práctica.

Otra de las preguntas fue *¿Porque se utiliza triclorometano en la práctica?*



Figura 1. Extracción líquido-líquido con embudo de decantación

Cuando se analizan los tipos de razonamiento informal en esta pregunta, se observa que la mayoría de los grupos responden esta pregunta basados en sus observaciones (fuente experiencial) e indican la formación de dos capas al agregar el triclorometano. En este aspecto para los estudiantes fue significativo la observación tan pronto agregaron este reactivo.

Tabla 4. Síntesis de los tipos de razonamiento informal en la pregunta sobre la acción del tri-clorometano.

CATEGORIAS	EJEMPLOS	Frecuencia
Razones de autoridad (fuentes teóricas)	Se separan por la polaridad	1
Razones de la experiencia	Se formaron dos capas	8
	Es utilizado para la decantación	10
	Para separar la	4

	cafeína del café	
	Para purificar la cafeína	3

Como lo presenta la tabla 4, se detallan dos tipos de razonamiento informales enmarcados en razones de autoridad desde fuentes teóricas y fuentes experienciales, lo más notorio fue la observación de la formación de dos capas por acción del triclorometano, este aspecto permitió asumir que el triclorometano posibilita la extracción de la cafeína. A manera de ejemplo se presenta un fragmento de la conversación ofrecida por el grupo B.

Beatriz: ... El triclorometano fue el más eficaz para la extracción de la cafeína en el café

Bety: Esto lo notamos básicamente cuando realizamos básicamente la experiencia y como al momento en que pusimos en contacto estos compuestos se formaron las dos capas

Bruno: y además esto facilitaba la decantación de la cafeína.

En síntesis, por ser tan representativo el efecto del triclorometano en la experiencia, se observa que este aspecto influyó mucho en los enunciados en razones experienciales.

Una vez separada la cafeína mediante el proceso de destilación, los estudiantes adecuan un procedimiento para la formación de cristales. En el proceso de extracción, la cafeína es separada de la mezcla y purificada en un proceso de aislamiento.

Este aspecto permitió efectuar discusiones para analizar los tipos de razonamiento informal. A manera de ejemplo, se presenta la conversación realizada por el grupo GJ.

Jeny: pero si no se formaron los cristales no podemos hacer esa pregunta, entonces hagamos otra...

Janeth: también podíamos resolver porque fue que no se formaron esos cristales, y por qué al momento de la destilación el componente que queda es el triclorometano y no el café.

Julian: Bueno pues hagamos el que por que no se vuelve homogéneo
Jeny: bueno entonces lo plantearíamos como algo así. Como bueno al agregar el diclorometano al café se lograría obtener una mezcla homogénea, si, algo así

Jeny: una hipótesis posible sería que el triclorometano

Julian: el triclorometano tiene como un espeso y en varias mezclas que nosotros hemos podido constatar en nuestra primaria, es que el agua y el aceite nunca se han mezclado, o resolver porque es, que causa que el agua y el aceite no se mezclen

Jeny: si porque al adicionar el triclorometano nunca se mezcló, bueno entonces cual podría ser la hipótesis

Janeth: pues al observar el aspecto de triclorometano surgió la idea de que no se puede llegar a mezclar el café con aspecto aceite

Jeny: si, sería así, que al observarlo el triclorometano no se podría mezclar con el café por su aspecto aceitoso, bueno que variables estudiaríamos.

La conversación inicia con planteamientos de Janeth, producto de sus observaciones en la experiencia de laboratorio. Al respecto tratan de ofrecer una explicación al porque no se formaron cristales, e indica que el triclorometano se evapora en la destilación. Sin embargo, en la intervención de Julian se da otro direccionamiento a la conversación y propone plantear una posible explicación al hecho de porque el triclorometano no permite la formación de mezclas homogéneas. Los integrantes del grupo hacen uso de observaciones en la práctica, por ejemplo señalan que el triclorometano, por su aspecto aceitoso impide la formación de esta mezcla. Esta intervención deja ver nuevamente aspectos experienciales de la práctica y no la inclusión de conceptos como densidad, polaridad, viscosidad. Por tanto, esto sugiere la importancia de

profundizar en el tipo de escenarios dialógicos que se dan en los trabajos de laboratorio para hacer visible la relación teoría-práctica.

Tabla 5. Síntesis de razonamiento informal para explicar porque no se formaron cristales.

CATEGORIA	SUB CATEGORIAS	EJEMPLOS	FRECUENCIA
Razones de autoridad	Fuentes teóricas	No se formaron cristales porque se evaporo todo el triclorometano.	11
		Porque el PH del café era bajo	5
Razones personales.	Fuentes experienciales	No se manejó el reactivo y los equipos correctamente.	8
		Porque depende de la marca de café.	3
		Porque paso algo similar al agua y al aceite	1
	Aspectos intuitivos	Porque los factores ambientales impiden la formación de cristales.	2

Las principales razones que los estudiantes designan a la no formación de cristales es la evaporación de triclorometano en la destilación; a este aspecto los estudiantes infirieron que el triclorometano arrastró la cafeína; otros por el contrario contrastaron la formación de cristales de uno de los grupos y verificaron que en ese grupo el café registraba un valor de PH alto; por tanto, concluyeron que la formación de cristales es favorable cuando el café PH tiene valores de 6.7. En relación a los aspectos experienciales se registra razones como la calibración de equipos y la marca del café.

A manera de ejemplo, se presenta la discusión efectuada en el grupo GA. En la intervención que hacen los estudiantes, indican que el triclorometano por ser una sustancia volátil, se evapora, lo cual impide la formación de cristales.

Alex:... en cuanto al primer grupo es decir a nosotros no se nos formaron cristales, pudo haber sido que no había cafeína a lo que destilamos y nos sobro triclorometano y pues obviamente se iba a evaporar todo, pues no quedando nada para que se formaran cristales.

Alberto: e incluso creo que fue intencional eso, porque pusimos el residuo para que formara cristales, y pues siendo así y haciendo el análisis que ahorita hacemos entonces era ilógico que se formaran cristales por que se iba a evaporar el tri-clorometano. La segunda cosa que hablaba Antonio de los pH, el pH más alto fue el del grupo B con 6,70, fue el que se formó cristales. Entonces desde el pH podemos llegar a inferir, que el pH tiene algo que ver en eso porque no sabemos en los otros grupos que sucedió hubo un grupo que se le perdió la muestra fue lo único que sabemos que fue el grupo D, y los otros grupos no sabemos en si cual fue el motivo. Tendríamos que entrar en discusión con los otros grupos para saber cuál fue el motivo para que a ellos no se les formara cristales, porque la cafeína pensamos que se baja en la decantación se queda en el diclorometano y ellos no tenían ni triclorometano ni cafeína, y el otro punto de vista es el de nosotros que no teníamos cafeína y teníamos solamente triclorometano.

Alberto: también pueden haber errores de calibración en cada grupo, no podemos llegar a que las medidas fueron iguales o que el proceso de destilación se dio de la mejor manera, porque incluso veíamos que el color que daban los vasos, el líquido que estaba eran de color negro Alex: la fase que quedo superficial cuando se hizo la decantación, esa pudo haber sido la que dejaron para formación de cristales, entonces yo creo que cada uno tenía una parte para dejar para formación de cristales, entonces de cierta manera era de esperarse que el grupo control, que era el grupo B, que era el grupo que dejo la cafeína y el diclorometano se evaporaran por destilación fueran los que obtuvieron los cristales.

La conversación permite destacar que los estudiantes concluyen que en cafés con valores superiores a pH de 6.7, se forman cristales. Otras razones, indican que de acuerdo, al punto de ebullición del triclorometano, este se evapora y esto impide su formación. En la experiencia tratan de incluir aspectos técnicos de la práctica como la calibración de los equipos, la cantidad de reactivos, la marca del café y características físicas como el color del café, etc.

Para sintetizar las respuestas acerca de las razones que usan los estudiantes para indicar porque no se formaron cristales se presenta la figura 2. Esta presenta posibles causas como la calibración de los instrumentos, la temperatura de destilación, el PH y la cantidad de cafeína, el tipo de café.

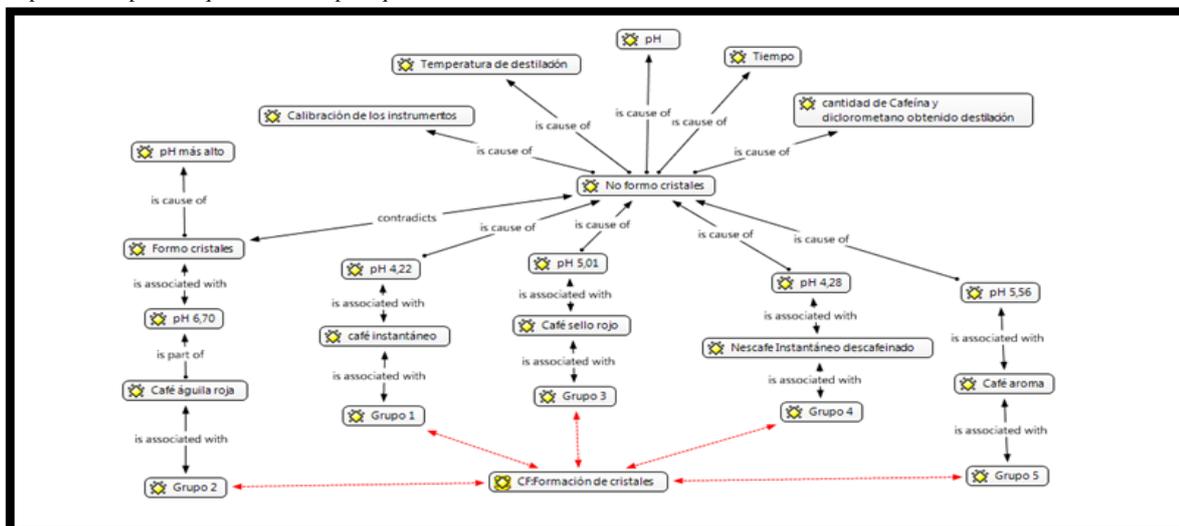


Figura 2. Síntesis de respuestas que explican porque no se formaron cristales

En general, la experiencia de laboratorio permitió la formulación de preguntas. En este caso se trató de cuestionamientos acerca de porque en la experiencia a uno de los grupos se le formo cristales mientras que a los otros no. En el caso de otros grupos como el GJ, se discute acerca de las características del triclorometano para no producir mezclas homogéneas con el café. Esto indica que las prácticas de laboratorio favorecen reflexiones acerca de los resultados de la experiencia. También permiten pensar otros planteamientos acerca de la forma como deben ser presentados los datos (graficas, tablas) aspectos importantes en la sistematización de la información en el trabajo científico.

3.2. Análisis del razonamiento informal en la secuencia Didáctica

Para la identificación del razonamiento informal se requieren unidades de análisis de este tipo de razonamiento; de acuerdo a esto, se clasificaron considerando los aspectos de razones de autoridad, razones personales, razones sociales y ambientales. En esta sesión presentaremos algunos apartados de la secuencia, los relacionados con el descubrimiento del café, tipos de café y Acidez en el café.

En el apartado sobre historia de café, se les presento a los estudiantes una de las tantas leyendas que explica su descubrimiento y se les planteo la siguiente pregunta: *Explique la manera en que se podría justificar o refutar el argumento de Kaldi.* Al efectuar un análisis sobre las discusiones relacionadas con la leyenda se encontraron las siguientes categorías:

Tabla 5. Tipos de razonamiento informal en relación a la historia del café.

CATEGORIAS	SUB CATEGORIAS	EJEMPLOS	FRECUENCIA
Razones de autoridad	Fuentes teóricas	La historia no se sustenta científicamente.	3
		El café puede producir reacciones energizantes por sus componentes	8
Razones personales.	Fuentes experienciales individuales	Cuando se toma café no se tiene una reacción similar.	3
		El café no quita el sueño "He probado el fruto y es rico"	3
	Aspectos emotivos	Colombia es el mejor productor de café	1

La tabla anterior indica un mayor número de razones de autoridad asociados a aspectos teóricos, tal es el caso características metodológicas de las ciencias, el efecto energizante del café. Grupos como el GK recurren a REIEC Volumen 11 N^o 1 Mes Julio
Recepción: 14/11/2016

experiencias personales, para justificar su argumento en la medida que esta conversación se va desarrollando, se va haciendo relación al uso de la ciencia para la justificación de argumentos.

Kilian: ...la leyenda se puede refutar por que a medida que nos dicen que Kaldi llevó esto a un monasterio y que prepararon un té, lo que hicieron fue votarlo porque sabía amargo, yo puedo decirlo que eso es mentira, porque yo he comido el fruto del café rojo, y es un fruto muy rico, es muy dulce, además si uno prepara un té de solo las pepas de café, queda un té agradable al sabor, y si tenemos en cuenta de que no es únicamente la pepa, sino que además ya viene el café, ya está industrializado, si el café tenía un proceso y le agregaron triclorometano, y le agregan una cantidad de sustancias, que hace amargo propiamente el café y lo que decíamos ahorita, si le agregan además las hojas que es lo que dicen ahí, obviamente lo sabroso del café es la pepa como tal, el fruto no las hojas.

Kevin: bueno la leyenda se puede refutar porque pues nosotros nos hemos venido basando en conceptos científicos, entonces casi siempre se pide al momento de dar una idea o un concepto, algo que lo sustente científicamente en estos momentos no hay nada que lo sustente científicamente entonces puede ser una historia, como cualquier historia, si es decir que digamos puede ser una manera en la cual descubrieron el café....

Kilian: además el café no puede ser necesariamente para el consumo, porque el café al tener en su composición cafeína, este también altera o afecta el sistema nervioso, entonces también puede ser utilizado para cosas medicinales...

Kalet: además si tuviéramos en cuenta los aminoácidos presentes en el café podrían ayudar a mejorar estructuras que se han perdido en el ser humano, por eso es que vienen las enfermedades, el café podría tener algún aminoácido que en lugar de ir en contra de la salud de la persona que consume café, podría beneficiarla, entonces hay que tener en cuenta lo que dice Kilian, que el café es benéfico, que tengan características medicinales.

Al comentario que empieza Kilian, se refuta la leyenda, basándose en sus experiencias personales indicando lo agradable de fruto. La conversación adquiere mayor complejidad cuando Kevin interviene y refuta la leyenda porque según él, la leyenda no presenta datos ni conceptos científicos, señala que es una de las tantas historias que puede haber para explicar el origen del café. Kalet culmina la intervención indicando el aprovechamiento de algunos compuestos en el café como los Aminoácidos.

Esto demuestra como los estudiantes son conscientes de la utilidad de los conceptos científicos en el cuestionamiento de textos, pero se requiere una perspectiva amplia y compleja de reflexión de los mismos alrededor del estudio de los contenidos de las ciencias naturales, para especificar y utilizar cada término. Esto nuevamente denota la necesidad de establecer relaciones entre la teoría y la práctica. Así como reflexionar el estatus de la didáctica en relación a la enseñanza de los conceptos en ciencias naturales que requiere ir más allá de reconocer la importancia de su enseñanza sino considerar una profundidad conceptual. Por tanto, es importante proponer el desarrollo de la capacidad argumentativa en la formación de estudiantes de LCNEA.

Elección del tipo de café, desde la química del café

En este apartado se presentó a los estudiantes la composición de los dos tipos de café más comunes en Colombia café arábica o robusta. Se pregunta *¿Cual café preferirías consumir y por qué?* Los estudiantes tienden a tomar su decisión por la capacidad antioxidantes, el sabor, el tratamiento de fabricación, la cantidad de proteínas y la

presencia de ácidos cloro génico, como se presenta en la tabla 6.

Tabla 6. Tipos de razonamiento informal en la elección del tipo de café.

CATEGORIA	SUB CATEGORIAS	EJEMPLOS	Frecuencia
Razones de autoridad	Fuentes teóricas	Contenido de antioxidantes	6
		Menor cantidad de cafeína.	3
		Menor cantidad de azúcar y más proteínas	2
Razones personales.	Fuentes experienciales	Deciden el tipo de café de acuerdo al aroma.	6
	Aspectos intuitivos	El café no tienen los mismos efectos en todas las personas.	3
		Puede ser que los componentes del café se transformen en el tostado.	1
		Escoger un café que sea natural.	2
Razones de salud		La presencia de radicales libres puede producir cáncer.	2
		Los ácidos pueden tener efectos	1

En esta pregunta, se presenta información acerca de los componentes químicos de dos tipos de café y se enfoca a decidir, cuál café es más conveniente para la salud. Este aspecto permite identificar mayor variedad de los tipos de razonamiento informal, enmarcados en razonamientos de *autoridad* desde aspectos teóricos relacionados con el contenido de antioxidantes, la cantidad de cafeína y de azúcares. *Personales* donde se destaca aspectos experienciales indicando que toman la decisión de elección del tipo de café de acuerdo al aroma, *intuitivos* y *de salud*. Estos últimos una menor proporción, donde se predice aspectos como las transformaciones de los compuestos del café en la industrialización y las implicaciones en la salud.

A manera de ejemplo, se presenta el siguiente fragmento producto de la conversación del grupo Gj.

Julian: ¿con los datos presentados anteriormente cual café preferiría consumir y por qué?

Jeni: en mi opinión yo consumiría y arábigo que no tiene tanto antioxidantes

Janeth: ¿por qué?

Jeni: es que de todas maneras yo considero que consumir tantos antioxidantes también traiga algo malo a tu organismo, uno se supone que consume ciertos alimentos que tienen estos antioxidantes, si tu consumes el robusta, yo hago el análisis en mi cabeza que es el más fuerte y el arábigo, que es mucho más fuerte, pues tiene casi el doble de proceso, entonces preferiría el arábigo

Janeth: pues no se, yo me guiaría más por el sabor del café realmente. Pues digamos de entrada pues uno ve la tabla y los datos, pero yo me guiaría más por el sabor, no sabría, pues para mí eso sería valedero, cuál de los dos tiene mejor sabor.

Jose: y además el resto de componentes que trae no solo los antioxidantes

Julian: es que nadie se fija que es arábigo, o que es descafeinado, se fijan de una vez por marcas pero quien se fija por eso

Jose: pues me gustaría el que tiene más cafeína, porque me gustan los cafés que tienen mucha cafeína

Julian:...sin embargo todos los constituyentes que están presentes en los granos de café son transformados durante el proceso de tostado, una gran variedad de compuestos pueden ser extraídos y encontrados en las infusiones de café, algunos constituyentes de los granos de café pueden ser destruidos durante el tostado originando nuevos compuestos presentes en las infusiones o sustancias volátiles.

Se puede ver una inclinación a elegir el café arábigo, por el sabor y la cantidad de antioxidantes, se discute si el exceso de antioxidantes también pueda traer consecuencias al organismo. Los tres integrantes del grupo tienen opiniones diferentes respecto a la decisión del tipo de café, (por el contenido de antioxidantes, por el sabor y por el contenido de cafeína).

Al respecto, Jenny parte del sentido común y señala que todo en exceso es malo, esto la lleva a señalar que tanto contenido de antioxidantes puede tener implicaciones. Janeth expresa un reconocimiento, al señalar que a pesar que las etiquetas del café presenten los datos de la composición del café, las personas no se detienen analizarlos y deciden el tipo de café por características organolépticas. Este planteamiento también es apoyado por Julián quien afirma que la decisión sobre el tipo de café se hace por preferencias individuales, y señala que personalmente le agradan los cafés que tienen más cafeína. Así mismo, indica que la decisión también está orientada por el tipo de marcas que se ofrecen en el mercado. Si bien este planteamiento es muy subjetivo, no relaciona en ningún momento conceptos de ciencias.

Al plantear preguntas como *¿Qué hace que el café tenga ese aroma especial?* Los estudiantes plantean razones de autoridad relacionada con los compuestos aromáticos, también indican desde aspectos personales desde fuentes experienciales que el uso del café se utiliza para eliminar. En general los grupos asocian la química con la generación de productos tóxicos y asumen que los productos naturales, por el hecho de serlo, carecen de productos químicos.

Como se evidencia se plantean razones de autoridad relacionado con los compuestos aromáticos, también indican desde aspectos personales desde fuentes experienciales que el uso del café se utiliza para eliminar. En general los grupos asocian la química con la generación de productos tóxicos y asumen que los productos naturales, por el hecho de serlo, carecen de productos químicos.

Acidez en el café

En relación a la caracterización del tipo de razonamientos informales en esta actividad, se destaca en su mayoría el de fuentes teóricas al relacionar el valor de pH con la neutralización. También algunos grupos hacen una asociación del valor del pH con la acidez. Por ejemplo, en la siguiente intervención se observa como los estudiantes hacen una discusión acerca de si es mejor lo ácido o lo básico en el cuerpo. Los estudiantes indican que un compuesto muy ácido puede ocasionar daños en el organismo.

Jeny: Dicen que el ácido, dicen que la acidez le da la calidad al café, también habla del pH, si ve 4,9-5,2, ósea que tienen un pH ácido pero no es tan ácido, no es tan dañino

Janeth: Entonces tú dices que es malo porque es ácido

Julian:.. claro es que es malo si no es tan ácido el café, no le daría calidad al café, que estaría consumiendo.

Janeth: yo entiendo el punto de vista de Julian, que eso le da calidad al café, pero entonces químicamente para nuestro cuerpo no sería bueno consumir un alimento que sea demasiado ácido no, pero en el café no entiendo si entre más ácido sea.. es mejor o entre más básico sea es mejor

Jeny: yo entiendo que, debe ser bueno el ácido, digamos en alimentos como la naranja y limón, contienen también ácidos pero son buenos, pues no en altas concentraciones pero si es bueno el ácido, sí que los alimentos contengan porcentajes moderados de acidez para el consumo

Janeth: pero por qué?

Jeny: porque contiene los alimentos que se relacionan con la cantidad de oxidantes,

Janeth: entonces si

Julian: También los ácidos son necesarios para el cuerpo humano y también es algo fácil de neutralizar

La conversación anterior, refleja aspectos que considera que un valor de pH de 5,2 no tiene implicaciones en la salud, esto es coherente con características de calidad del café, donde se prefiere el café arábigo por su baja acidez. Las afirmaciones de Jeny sirven para generar cuestionamientos en Janeth, p.e, *pero en el café no entiendo si entre más ácido sea.. es mejor o entre más básico sea es mejor*. Esto permite detallar la respuesta que da Jeny señalando que los ácidos son buenos porque contienen antioxidantes y efectúa una relación entre los beneficios de algunas frutas ácidas como la naranja y el limón. Concluyen que los ácidos son buenos para el cuerpo e introducen otro concepto (neutralizar), concepto muy usado por los estudiantes, esto refleja la asociación entre mezclas de ácidos y bases.

En la siguiente intervención se puede ver la estructura de los argumentos utilizados por los estudiantes. Se hace referencia a las propiedades antioxidantes en la oxidación de los lípidos y complementan su dialogo con aspectos experienciales referidos a las sensaciones experimentadas cuando se consume café.

GC. Los granos de café contienen diversos ácidos orgánicos, como son los clorogenico, los expertos destacan su papel asociado a propiedades antioxidantes que favorecen la absorción de los iones metálicos y con oxidación de los lípidos. La acidez se refiere a esa chispa ligeramente picante que se hace en la lengua, por esto es uno de los atributos más destacados en la elección del café. También puede estar relacionado con la altitud del mismo, pero puede llegar a ser indeseable cuando se califica como agrio, picantes.

Razonamientos informales

Tabla 7. Tipos de razonamiento informal para explicar si es importante la acidez en el café.

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	DESCRIPCION	Frecuencia
Razones de autoridad	Fuentes teóricas	El valor del PH, con la neutralización	6
	Fuentes experienciales (individuales)	Asociación del termino acidez con algunas frutas como el limón	2
Razones personales	Aspectos intuitivos	Me gusta el café oscuro no diluido. La acidez puede demuestra la naturalidad del café.	3
Razones sociales y ambientales	Aspectos de salud	Si hay PH alto es causa daños	2

Se observa que seis grupos señalan argumentos de autoridad indicando el valor del pH, y relacionándolo con la neutralización de las sustancias, este es un concepto muy usado por los estudiantes. Se observan aspectos intuitivos relacionados con preferencias en el tipo de café, y la asociación que pH altos genera daños en la salud.

Algunos grupos señalan razones basados desde fuentes teóricas, por ejemplo indican que la acción de bicarbonato permite la formación de sales y lo asocian con la formación de soluciones buffer, esto evidencia asociaciones con sistemas metabólicos. A manera de ejemplo, se presenta la intervención que hace el grupo GK.

Kilian: ...el bicarbonato se utiliza para alargar la vida útil del café y por ello utilizan carbonato, en este caso el carbonato es utilizado como una sal, el bicarbonato sódico vendría siendo el ácido, entonces lo que hacen es, para postergar ese almacenamiento de café, lo que hacen es llevar mediante esta solución amortiguadora a un pH neutro..

Kevin: alargar el tiempo de duración de vida del café

Kalet: exacto alargar el tiempo de vida del café, utilizando la solución amortiguadora, para que el pH sea neutro

Kevin: el bicarbonato, es el que se consideraría como un preservante.

Kilian: bueno, el bicarbonato sódico, no solo junto con el carbonato, están mezclando los dos para hacer la solución búfer que llaman para buscar que el pH sea neutro. Digamos usted tiene la acidez del café sí.. ósea tiene el café propiamente en un vaso y lo que usted quiere es que ese café se conserve, entonces usted le adiciona la sal, tiene la sal, el ácido del café digámoslo, que en este caso es el bicarbonato de sodio, entonces a ese bicarbonato, le agrega carbonato de sodio, entonces lo que hace es estandarizarlo, lo que va a hacer es estandarizarlo, que ese Ph.

Kevin: ¿equilibrarlo?

Kilian: exacto, la relación del soluto, solvente entonces va a empezar a buscar lo que es el pH neutro, no va a ser un pH por encima de 7 ni es propiamente una base, ni va a ser un pH por debajo de 7 que es un ácido, hay sería donde radica la diferencia para poderlo preservar, esas serían las diferencias, que hay entre el carbonato y el bicarbonato de sodio.

Kevin: ... lo que hacen es llevar el pH a casi neutro

Kilian: a neutro para que dure.. lo que dice ahí, que dure prácticamente de 15-20 días el café preservado....

El argumento empieza con la intervención de Kilian señalando que el bicarbonato por ser una base forma una sal y lo relaciona con el concepto de neutralización que puede efectuar esta sustancia. Posteriormente, en la intervención que hace Kevin involucra razonamientos de autoridad señalando que la acción del bicarbonato permite conservar algunas características del café, Kilian apoya este argumento, pero sigue insistiendo en la reacción química que sucede entre los ácidos del café y el bicarbonato, e introduce otro concepto químico, la formación de buffer y ejemplifica su afirmación con lo siguiente:

Kilian: *entonces usted le adiciona la sal y el ácido del café digámoslo que en este caso es el bicarbonato de sodio, entonces a ese bicarbonato, le agrega carbonato de sodio, que mantiene el Ph.*

El dialogo anterior, se puede valorar que Kilian hace relaciones entre conceptos de las ciencias, para explicar la conservación de características organolépticas del café, aunque no utilizados correctamente. Estos planteamientos son interesantes, pues el uso de varios conceptos científicos sostienen su argumento y mejora su calidad.

Para valorar la frecuencia de los tipos de razonamiento informal en el desarrollo de la secuencia de actividades, se presenta la siguiente figura:

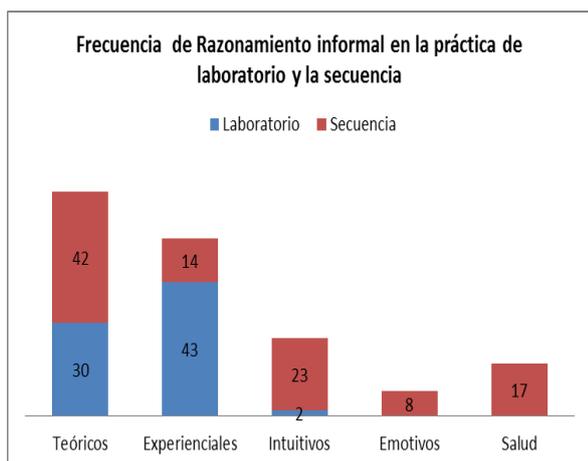


Figura 3. Frecuencia de los tipos de razonamiento informal indicados por los estudiantes participantes.

La figura anterior permite identificar 75 razonamientos informales en la práctica de laboratorio, en esta actividad no se identificaron razonamientos de tipo emotivo y razones relacionadas con la salud. En la secuencia didáctica fueron identificados 104 razonamientos. Se evidencia que las prácticas de laboratorio permiten identificar un mayor número de razonamientos de tipo experiencial. Así mismo se identifica que la mayoría de los razonamientos identificados se ubican en razones teóricas con 72.

Como se observa en cada uno de los cuadros donde se analiza el razonamiento informal, en este estudio no fueron encontrados en continuidad las razones personales, como si es evidente en estudios de Sadler y Zeidler (2005). De igual forma se observa que el desarrollo de la secuencia prevalece en cada actividad las razones de autoridad desde fuentes teóricas a nivel general. El análisis del razonamiento informal como lo señala, Sadler y Zeidler (2005) indica que este tipo de razonamiento da cuenta de la expresión de razones inmediatas, que sirven como referente para tomar contacto con otros escenarios.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

El análisis del razonamiento informal en los participantes de este estudio, indicó que en escenarios de prácticas experimentales son más notoria razones basadas en la observación directa y en algunos casos combinados con razones personales. Es de anotar que la obtención de resultados diferentes en los grupos de laboratorio, favorecen reflexiones y cuestionamientos que permiten pensar en posibles explicaciones que soporten esos datos, fue el caso de la formación de cristales a partir de la cafeína.

A pesar que los participantes ya han cursado el 80% del plan de estudios, los resultados muestran que hacen uso de conocimientos generales para abordar situaciones contextuales en la CSC, de igual forma prevalecen los conocimientos experienciales, esto permite ver la necesidad de efectuar análisis de los argumentos en las distintas asignaturas que se plantean en la formación de licenciados.

Se observa los pocos escenarios de opinión en las conversaciones, esto dificultó el análisis de mayor diversidad de razonamientos informales. También se identificó que a la hora de efectuar discusiones, algún miembro del grupo propone una idea y generalmente esta es aceptada por los demás, esto evidencia la ausencia de refutaciones por parte de los integrantes y se constituye en una dificultad para identificar mayor diversidad de razonamientos informales.

El análisis sobre el razonamiento informal del argumento en prácticas de laboratorio, indica que los estudiante son capaces de relacionar conceptos generales de las ciencias naturales con la práctica de laboratorio, empero, esta relación implica que las explicaciones ofrecidas por los estudiantes, se responden desde características físicas observadas en la experiencia de laboratorio por algún comportamiento de los reactivos. A manera de ejemplo, en el uso de triclorometano, los estudiantes señalan que se parece al agua y al aceite pero no se profundiza en el concepto de densidad, ni otros conceptos relacionados tales como polaridad, enlaces covalentes, enlaces iónicos, etc. Los razonamientos informales identificados en la práctica de laboratorio, están relacionados con el uso de razones de autoridad desde referentes teóricos; estos se presentan de manera general, es decir se menciona algún concepto, pero no se presenta especificidad.

El análisis del tipo de razonamiento informal en el desarrollo de la secuencia didáctica, permite identificar que fueron más notorios razones de autoridad desde fundamentos teóricos generales (72) estos involucran conceptos como neutralización, basicidad, acidez, pH; seguido de las razones de experiencias personales (54) en las que se destacan aspectos de la práctica de laboratorio sobre extracción de la cafeína o el uso de analogías; en menor proporción se dan las razones intuitivas (25) que permite plantear posibles explicaciones basadas en el sentido común. Las razones de salud (17) son encaminadas desde los impactos que pueden tener sustancias tales como el benceno, el cloroformo en el organismo.

REFERENCIAS

- Chi, M. T. (2009). Active-constructive-interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 73-105.
- Erduran, S., Simon, S., y Osborne, J. (2004). TAPPING into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education*, 88(6), 915-933.
- Fowler, S. R., Zeidler, D. L., y Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279-296.
- Gee, J.P. (1999). *An Introduction to Discourse Analysis: Theory and Methods*. Londres: Routledge.
- Hogan, K., y Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of students' and scientists'

- reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 663-687.
- Klosterman, M. L., & Sadler, T. D. (2010). Multi-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socioscientific issues-based instruction. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1017-1043.
- Kortland, K. (1996). An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, 80(6), 673-689.
- Kolsto, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716.
- Lee, Y. C., y Grace, M. (2012). Students' reasoning and decision making about a socioscientific issue: A cross-context comparison. *Science Education*, 96(5), 787-807.
- Liu, S. Y., Lin, C. S., y Tsai, C. C. (2011). College students' scientific epistemological views and thinking patterns in socioscientific decision making. *Science Education*, 95(3), 497-517.
- Means, M. L., y Voss, J. F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and instruction*, 14(2), 139-178.
- Monzón, I. M., y Delgado, I. N. (2007). Razonamiento informal: estudio de la influencia del nivel educativo y la experiencia de inmigración. *Apuntes de Psicología*, 25(2), 215-228.
- Patronis, T., Potari, D., y Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 21(7), 745-754.
- Penha, S. P. D. (2012). *Atividades sociocientíficas em sala de aula de física: as argumentações dos estudantes* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Reif, F; Larkin, J. (1991). Cognition in Scientific and everyday domains: comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*. 28, 733-760.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of research in science teaching*, 41(5), 513-536.
- Sadler, T. D., y Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science education*, 88(1), 4-27.
- Sadler, T. D., y Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of research in science teaching*, 42(1), 112-138.
- Sampson, V., y Walker, J. P. (2012). Argument-driven inquiry as a way to help undergraduate students write to learn by learning to write in chemistry. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1443-1485.
- Schwarz, B., Neuman, Y., Gil, J., y Llya, M. (2003) construction of collective and individual knowledge innargumentative activity. *Journal of the Learning Sciences*, 12 (2) 219-256.
- Solbes, J y Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Revista Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 26, 247-269.
- Topcu, M. S., Sadler, T. D., y Yilmaz-Tuzun, O. (2010). Preservice science teachers' informal reasoning about socioscientific issues: The influence of issue context. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2475-2495.
- Venville, G. J., y Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 952-977.
- Wu, Y. T., y Tsai, C. C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163-1187.
- Wu, Y. T., y Tsai, C. C. (2011). High School Students' Informal Reasoning Regarding a Socio-scientific Issue, with Relation to Scientific Epistemological Beliefs and Cognitive Structures. *International Journal of Science Education*, 33(3), 371-400.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., y Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.
- Zohar, A., y Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of research in science teaching*, 39(1), 35-62

Nidia Yaneth Torres Merchán

Licenciada en Biología y Química por la universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Magister en Docencia de la química de la Universidad Pedagógica Nacional y Doctora en Didácticas específicas Ciencias Experimentales de la Universidad de Valencia España. Obtiene grado de Honor en el pregrado y tesis con calificación Sobresaliente Cum Laude en el doctorado.

Se desempeñó como docente de Ciencias Naturales en educación básica en Colegios públicos y privados de Colombia (2004-2007). En 2008, se integra a la Facultad de ingeniería en la Universidad de Boyacá, donde orienta las asignaturas de Química general y Bioquímica. Actualmente, es docente de planta en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Ha desarrollado investigaciones en dos líneas básicas: Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico.

Pertenece al grupo de investigación WAIRA escalonado y reconocido por COLCIENCIAS en Colombia. Línea de investigación: innovación e investigación en Didáctica de las Ciencias.